Sari Agriculture Sceinces and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 15, No 48, Winter 2024 p: 40-49

"Research Paper"

# Study of Genetic Diversity in some of Iranian Peppermint (*Mentha piperita*) Accessions Based on Morphological Traits

**Zahra Bashirzadeh[1], Mehdi Mohebodini[2] and Roghayeh Fathi[3]**

1- Department of Horticultural science, Faculty of Agriculture and Natural resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
2- Department of Horticultural science, Faculty of Agriculture and Natural resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, (Corresponding Author, mohebodini@uma.ac.ir)
3- Department of Horticultural science, Faculty of Agriculture and Natural resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
Received: 13 June, 2022 Accepted: 15 October, 2023

## Extended Abstract

**Introduction and Objective:** Medicinal plants are one of the rich sources of important compounds from ancient to the present; it has found a special place in the treatment of many diseases and has become an important reason for many studies on medicinal plants. On the other hand, the diversity of plants has led researchers to use morphological markers first and then cytogenetic markers to select the physiologically and genetically superior plant. Peppermint (*Mentha piperita*) from Lamiaceae family is one of the most important medicinal plants, used in food, sanitary and cosmetic industries and used as a spice and traditional herb in Iran. The purpose of the experiment is to investigate genetic diversity based on morphological diversity.

**Material and Methods:** In this research, different accessions of this plant were collected from different regions of Iran. An experiment was conducted in 2021 year based on randomized complete block design to evaluate the morphological of these accessions in Meshginshahr climatic condition**.** The results were analyzed using spss software and univariate and multivariate statistical methods.

**Result:** Analysis of variance showed that there were significant differences for the most studied traits among 12 accessions. The important traits such as plant height, branch number, leaf number traits, the internode length, in inflorescence length, the plant dry weight, plant fresh weight, bracket number, stem length, internode number, bract number, Plant diameter, Dry weight leaf, Dry weight flower, Leaf surface and Flower number per plant were varied among accessions. The Meshginshahr, Golestan, Ardabil and Urmia were the best in phytochemical. Maximum correlation was shown between plant height and stem length (0.97). Cluster analysis, classified the accessions into three major claddes. Factor analysis indicated that the four factors explained 91.3 of the variability among the accessions. The results of path analysis showed that the leaf number and plant dry weight content had highest direct and positive effect (0.75).

**Conclusion:** The results suggested that there was a considerable genetic variation among *M. piperita* L accessions. Indicate the presence of comparable genetic potentials in genotypes of *Mentha piperita* L. for cultivar development.

**Keywords:** Correlation, Mentha piperita, Multivariate statistical, Stem length

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.40 ]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

"مقاله پژوهشی"

# بررسی تنوع ژنتیکی تعدادی از توده‌های ایرانی نعناع‌فلفلی (*Mentha piperita*) با استفاده از صفات مورفولوژیکی

زهرا بشیرزاده [۱]، مهدی محب‌الدینی [۲] و رقیه فتحی [۳]

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲- گروه علوم باغبانی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، (نویسنده مسوول: mohebodini@uma.ac.ir)
۳- گروه علوم باغبانی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۲۳
صفحه: ۴۰ تا ۴۹

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** گیاهان دارویی یکی از منابع غنی ترکیبات مهم هستند که از گذشته‌های دور تا به امروز جایگاه ویژه‌ای در درمان بسیاری بیماری‌ها پیدا کرده و دلیل مهمی برای مطالعات زیادی در مورد گیاهان دارویی شده است. از سوی دیگر گوناگونی گیاهان باعث شده تا محققان ابتدا از نشانگرهای مورفولوژیکی سپس از نشانگرهای سینوژنتیکی برای انتخاب گیاه برتر از لحاظ فیزیولوژیکی و ژنتیکی استفاده کنند. نعناع‌فلفلی (*Mentha piperita*) از جمله گیاهان دارویی و معطر با ارزش در صنایع دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی است که به‌دلیل طیف وسیع کاربرد آن در صنایع مختلف در سطح وسیعی از مزارع مورد کشت قرار می‌گیرد. در بیشتر برنامه‌های به‌نژادی گیاهان دارویی، بررسی میزان تنوع ژنتیکی در ذخایر توارثی گیاهی به‌عنوان یکی از مهمترین مراحل پیشبرد کار محسوب می‌شود. از این‌رو در این پژوهش هدف از آزمایش بررسی تنوع ژنتیکی بر اساس تنوع مورفولوژی می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** در این آزمایش به‌منظور بررسی تنوع صفات موفولوزیکی، به‌طور انتخابی ریزوم ۱۲ توده‌ی گیاه دارویی نعناع‌فلفلی اوایل اردیبهشت سال ۱۴۰۰ از نواحی مختلف ایران جمع‌آوری و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان مشگین‌شهر اجرا شد. نتایج آزمایش با استفاده از نرم‌افزار spss و روش‌های آماری تک متغیره و چند متغیره بررسی گردید.

**یافته‌ها:** نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، بین صفات تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد وجود دارد. صفات مورفولوژی مورد مطالعه از جمله ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ، تعداد میانگره، طول ساقه، وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه، طول میانگره، طول گل‌آذین، تعداد برگچه، وزن خشک گل، وزن خشک برگ و سطح مقطع گیاه در بین توده‌ها متغیر بود و مشگین‌شهر، گلستان، ارومیه و اردبیل در بین بقیه توده‌ها از لحاظ صفات مورفولوژیکی برتر بودند. بیشترین میزان ضرایب همبستگی بین ارتفاع گیاه با طول ساقه (۰/۹۷) مشاهده شد. تجزیه خوشه‌ای، توده‌های مورد بررسی را در سه کلاد طبقه‌بندی نمود. تجزیه به عامل‌ها نشان داد که چهار عامل اول توانستند ۹۱/۳ درصد از واریانس کل را توجیه کنند. نتایج تجزیه علیت نشان داد که صفات وزن خشک گیاه و تعداد برگ بیش‌ترین اثر مستقیم را در بین صفات داشتند. همچنین وزن خشک گیاه بیش‌ترین اثر مستقیم و مثبت (۰/۷۵) را داشت.

**نتیجه‌گیری:** بر اساس نتایج این تحقیق تنوع ژنتیکی و مورفولوژیکی قابل توجهی بین توده‌های مختلف جمع‌آوری شده نعناع‌فلفلی وجود دارد که نشان‌دهنده وجود پتانسیل ژنتیکی بالا در ژنوتیپ‌های نعناع‌فلفلی جهت استفاده در برنامه‌های به‌نژادی به‌عنوان انتخاب ارقام مناسب می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** چند متغیره، طول ساقه، نعناع‌فلفلی، همبستگی

## مقدمه

تنوع ژنتیکی به‌عنوان مهم‌ترین عامل بقا موجودات از جمله گیاهان در برابر تغییرات شرایط محیطی و آفات است. آگاهی از میزان تنوع ذخایر توارثی و روابط ژنتیکی بین آن‌ها یکی از نیازهای اولیه اصلاح گونه‌های گیاهی است. امروزه با توجه به آثار جانبی و معایب استفاده از ترکیبات نگه‌دارنده شیمیایی، گیاهان دارویی و ترکیبات طبیعی را می‌توان به‌جای آن‌ها برای حفظ و نگهداری مواد غذایی مختلف استفاده کرد. تیره‌ی نعناع شامل بیش از ۷۸۰۰ گونه و ۲۴۵ جنس است که بسیاری از آن‌ها گیاهان دارویی هستند. بیشتر گونه‌های تیره نعناع حاوی روغن‌های فرار هستند که فعالیت‌های بیولوژیکی در برابر پاتوژن‌ها از خود نشان می‌دهند (Snoussi et al., 2015).

نعناع‌فلفلی با نام علمی *Mentha piperita* L. و با نام عمومی *Peppermint* از تیره‌ی نعناع یک گیاه علفی چندساله است که در رده‌بندی گیاهی از راسته Lamialse و گروه Rosidae می‌باشد که در بیشتر مناطق دنیا کشت می‌شود (*Sadat and Ladan Moghadam 2019*).

نعناع‌فلفلی یک هیبرید طبیعی از تلاقی میان پونه‌آبی (*Mentha aqutica* L.) و نعناع یا پونه سنبله‌ای (*Mentha spicaea* L.) می‌باشد (Sorkheh et al., 2010). گیاهی چندساله با ساقه‌های چهارگوش و برگ‌های متقابل به رنگ سبز معطر که بیضی شکل بوده و کمی پوشیده از کرک با حاشیه‌ی دندانه‌دار می‌باشد. این گیاه بومی مناطق معتدله به‌ویژه اروپا، امریکای شمالی و شمال آفریقا به‌شمار می‌رود که امروزه در سراسر دنیا گسترش یافته و کشت می‌گردد (Sun et al., 2014).

روش‌های مختلفی برای بررسی تنوع بین نمونه‌های مختلف گیاهی وجود دارد که یکی از ارزان‌ترین و معمول‌ترین روش‌ها، بررسی تنوع مورفولوژیک می‌باشد (Duke, 2001). زینلی و همکاران (Zeinali et al., 2004) با بررسی جمعیت‌های گیاه دارویی نعناع گزارش کردند که تنوع جغرافیایی با تنوع ژنتیکی در گیاه مورد مطالعه مطابقت نداشته و علت را تبادل مواد خام بین مناطق مختلف کشور دانستند.

در پژوهشی، رحیم مالک و همکاران (Rahimmalek et al., 2009) تنوع ژنتیکی و اختلاف جغرافیایی ۱۷ توده آویشن دنایی را که از مناطق مختلف ایران جمع‌آوری شده بود را بررسی کردند. نتایج نشان داد که تنوع هتروزیگوسیتی در دامنه شمال غربی زاگرس بیش‌تر است. بررسی چهار واریته اصلاحی بابونه اختلاف معنی‌داری بین صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع گیاه، تعداد گل در بوته، قطر و ارتفاع گل، وزن صد گل تازه و عملکرد اسانس گزارش نمود

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.40 ]

تاویانی و همکاران (Taviani et al., 2002) با جمع‌آوری ۱۱ جمعیت بابونه از مرکز ایتالیا به بررسی تنوع و ارزش اقتصادی این ژرم‌پلاسم‌های وحشی پرداختند. نتایج آزمایش تنوع بالایی برای عملکرد و صفات کیفی نشان داد.

در تحقیقات رافع حسینی و همکاران (Rafieiolhossaini et al., 2010) که روی گیاه بابونه انجام گرفته بود نشان داد که همه‌ی صفات مورفولوژیکی مانند ارتفاع گیاه، تاج‌پوشش، تعداد پنجه، تعداد پنجه‌های زایشی، تعداد ساقه‌های اولیه، تعداد ساقه‌های زایشی، قطر گل و تعداد گل تفاوت معنی‌داری داشتند (Sun et al., 2014).

هادیان و همکاران (Hadian et al., 2011) تعداد ۶۲ توده مرزه را از نقاط مختلف ایران بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد که از نظر ارتفاع گیاه، طول میان‌گره، طول برگ و عرض برگ توده تبریز بیش‌ترین عملکرد را داشت.

خدیوی‌خوب و همکاران (Khadivi-khub et al., 2015) با بررسی صفات مورفولوژی مرزه بختیاری *S. bachtiarica* گزارش نمودند که توده‌های مختلف از نظر تعداد شاخه، قطر گیاه، وزن گیاه، وزن برگ و گل و وزن شاخه متفاوت هستند.

در مجموع نتایج نشان داد که صفات مورفولوژیکی گیاه به نوع توده، و عرض جغرافیایی منطقه بستگی دارد. در پژوهشی به‌منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی برخی از توده‌های گشنیز، تعداد ۱۴ توده از مناطق مختلف کشور مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تفاوت بین توده‌های گشنیز از نظر ۱۰ صفات مورفولوژیک مورد بررسی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شدند که نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی بالا بین توده‌های مورد مطالعه است.

این تحقیق با هدف شناسایی توده‌های بومی نعناع‌فلفلی و تعیین میزان قرابت آن‌ها با استفاده از صفات مورفولوژیکی صورت گرفته است تا به‌نژادگران از آنها برای اهداف بعدی اصلاحی استفاده کنند.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در اردیبهشت و خرداد ۱۴۰۰ در استان اردبیل شهرستان مشگین‌شهر (طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۱۸۳۰ متری از سطح دریا) با ۱۲ توده گیاه دارویی نعناع‌فلفلی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در اداره ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اجرا شد.

در این پژوهش به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و تنوع مورفولوژیکی ریزوم توده‌های مختلف نعناع‌فلفلی از نقاط مختلف ایران جمع‌آوری گردید. ابتدا زمین موردنظر را با استفاده از بیل دستی شخم زده و سپس کرت‌بندی شد. هر کرت به ابعاد ۱۵۰×۱۵۰ سانتی‌متر بود و فاصله بین ردیف‌های کشت ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها در هر ردیف ۱۵ سانتی‌متر بود برای بررسی تنوع مورفولوژیکی توده‌های مختلف نعناع‌فلفلی ریزوم هر گیاه به قطعات ۵–۱۰ سانتی‌متر برش و بر اساس طرح انتخاب شده در شرایط مزرعه در ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی شهرستان مشکین‌شهر کشت شد. عملیات زراعی مورد نیاز از جمله وجین علف‌های هرز و مبارزه با آفات و بیماری‌ها نیز در طول فصل رشد انجام گردید.

صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع گیاه به سانتی‌متر، طول میانگره به سانتی‌متر، تعداد شاخه فرعی، طول گل‌آذین به سانتی‌متر، تعداد برگ، تعداد میانگره، طول ساقه به سانتی‌متر، تعداد برگچه (زوائد کوچکی که در کنار برگ تشکیل می‌شود)، وزن تر گیاه به گرم، وزن خشک گیاه به گرم، سطح‌مقطع گیاه به سانتی‌متر مربع، تعداد گل در گیاه، وزن خشک برگ به گرم، وزن خشک گل به گرم، سطح برگ به سانتی‌متر مربع بود.

بررسی صفات مورفولوژیکی نعناع‌فلفلی در مرحله‌ای که ۵۰ درصد گیاه به گلدهی رسیده است انجام گرفت.

### آنالیز آماری

این پژوهش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 انجام شد و ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی به‌ترتیب به‌صورت نسبت انحراف معیار فنوتیپی و ژنتیکی به میانگین هر صفت محاسبه گردید (جدول۱).

مقایسه‌ی میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

تجزیه به عامل‌ها با استفاده از چرخش داده‌ها و روش Varimax انجام گردید.

تجزیه‌ی خوشه‌ای و طبقه‌بندی توده‌ها نیز با استفاده از روش Ward بر اساس مربع فاصله‌ی اقلیدسی انجام شد.

## نتایج و بحث

### بررسی صفات مورفولوژیکی نعناع‌فلفلی

آماره‌های توصیفی صفات مورد مطالعه نشان داد که مقادیر حداقل و حداکثر صفات بررسی شده متنوع بودند در بررسی توده‌های نعناع‌فلفلی جمع‌آوری شده از نقاط مختلف ایران مشخص شد که در بیش‌تر صفات مورفولوژیکی از جمله ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ تعداد میانگره، وزن تر و خشک گیاه سطح مقطع گیاه توده‌ی مشگین‌شهر برترین توده می‌باشد (جدول ۱).

نتایج حاصل از بررسی صفات توده‌های نعناع‌فلفلی نشان داد که صفات ارتفاع گیاه، طول میانگره، تعداد برگ، تعداد میانگره طول ساقه، تعداد برگه، وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه، سطح‌مقطع گیاه، وزن خشک برگ، وزن خشک گل و سطح برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار و صفات تعداد شاخه‌های فرعی، طول گل‌آذین و تعداد گل در گیاه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود که نشان دهنده‌ی وجود تنوع گسترده برای صفات مورد مطالعه در توده‌های این گونه می‌باشد (جدول ۲).

همچنین نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین مقدار به‌دست آمده از نمونه‌های جمع‌آوری شده مثل ارتفاع گیاه (۳۵/۴۰ سانتی‌متر)، تعداد شاخه‌های فرعی (۷/۸۶)، تعداد برگ (۹۲)، تعداد میان‌گره (۱۲/۳۳)، طول ساقه (۳۲/۳۳ سانتی‌متر)، تعداد برگچه (۵۲)، وزن تر گیاه (۹/۴۰ گرم)، وزن خشک گیاه (۳/۳۶ گرم)، سطح‌مقطع گیاه (۵ سانتی‌متر مربع)، و وزن خشک برگ (۲/۰۴ گرم) در توده مشگین‌شهر و بیشترین میزان طول میانگره (۳/۲۷ سانتی‌متر) و سطح برگ (۴/۲۵ سانتی‌متر مربع) در توده ارومیه، بیشترین میزان وزن خشک گل (۳ گرم) و تعداد گل در گیاه (۸۰) در توده گلستان و بیشترین

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-11 ]
[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.40 ]

میزان طول گل‌آذین (۳/۵۳ سانتی‌متر) در توده اردبیل بود. همچنین کمترین میزان ارتفاع گیاه (۱۳/۱۶ سانتی‌متر)، طول میانگره (۱/۳۰ سانتی‌متر)، طول گل‌آذین (۰/۵۰ سانتی‌متر)، تعداد میانگره (۷/۳۳)، طول ساقه (۱۳/۵۰ سانتی‌متر)، و تعداد گل در گیاه (۱۰) در توده شیراز ۲ و همچنین کم‌ترین میزان تعداد برگ (۲۲/۸۳)، تعداد برگه (۱۹/۳۳)، وزن تر گیاه (۱/۹۰ گرم)، وزن خشک گیاه (۰/۵۳ گرم)، سطح‌مقطع گیاه (۳/۲۵ سانتی‌متر مربع) و وزن خشک برگ (۰/۳۶ گرم) در توده شیراز ۱ بود و کمترین تعداد شاخه‌های فرعی (۰/۳۳) در توده تبریز و وزن خشک گل (۰/۰۴ گرم) در توده کردستان و سطح برگ (۰/۷۱ سانتی‌متر مربع) در توده همدان بود (جدول ۳).

نتایج این پژوهش نشان داد که توده‌های مختلف نعناع‌فلفلی تنوع بسیاری از لحاظ مورفولوژی دارند و به‌منظور اجرای برنامه‌های اصلاحی در این گیاه لازم است که این تنوع ژرم‌پلاسم بررسی شود تا انتخاب بهترین والدین برای تولید نتاج برتر میسر گردد.

در تحقیقات قاسمی و همکاران (Ghasemi et al., 2021) روی ارزیابی و گروه‌بندی جمعیت های رازیانه انجام دادند نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری بین اکثر صفات مورد بررسی نشان دادند. همچنین در پژوهشی ۳۰ توده مرزه از نقاط مختلف ایران را بررسی کردند و در بیشتر صفات ریخت‌شناسی از جمله ارتفاع گیاه، طول میانگره و سایر صفات رویشی توده‌های ایرانی مرزه، توده‌ی تبریز بهترین توده معرفی گردید (Hadian et al., 2013).

جدول ۱- آمار توصیفی برای صفات مورد مطالعه

Table 1. Descriptive statistics for studied traits

| صفات | Traits | واحد Unit | میانگین Mean | حداقل Minimum | حداکثر Maximum | ضرایب تغییرات CV |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ارتفاع گیاه | Plant height | سانتی‌متر مربع $cm^2$ | 24.79 | 11.50 | 38.20 | 16.22 |
| طول میانگره | Internode length | سانتی‌متر مربع $cm^2$ | 1.97 | 1.15 | 3.66 | 16.05 |
| تعداد شاخه‌فرعی | branches number | – | 3.65 | 0.001 | 10.60 | 65.41 |
| طول گل‌آذین | Inflorescence length | سانتی‌متر cm | 2.46 | 0.20 | 4.90 | 36.58 |
| تعداد برگ | leaf number | – | 56.79 | 12 | 110 | 20.66 |
| تعداد میانگره | Internode number | – | 9.87 | 6.50 | 13 | 11.05 |
| طول ساقه | Stem length | سانتی‌متر cm | 23.06 | 11 | 34.30 | 14.33 |
| تعداد برگچه | bract number | – | 37.18 | 16 | 70 | 25.80 |
| وزن تر گیاه | plant fresh weight | گرم gr | 4.98 | 1 | 16.90 | 34.31 |
| وزن خشک گیاه | plant dry weight | گرم gr | 1.29 | 0.20 | 3.56 | 18.98 |
| سطح مقطع گیاه | Plant diameter | سانتی‌متر مربع $cm^2$ | 3.73 | 2.66 | 5.20 | 13.13 |
| تعداد گل در گیاه | number flowers in plant | – | 33.07 | 3.60 | 120 | 58.41 |
| وزن خشک برگ | leaf dry weight | گرم gr | 0.86 | 0.20 | 2.35 | 23.25 |
| وزن خشک گل | flowers dry weight | گرم gr | 0.10 | 0.01 | 0.35 | 63.24 |
| سطح برگ | leaf area | سانتی‌متر مربع $cm^2$ | 2.12 | 0.45 | 4.53 | 15.64 |

ارتفاع گیاه (Ph)، طول میانگره (INTL)، تعداد شاخه‌های فرعی (BN)، طول گل‌آذین (INF) ، تعداد برگ (LN)، تعداد میانگره (IN)، طول ساقه (SL)، تعداد برگه (BNU)، وزن تر گیاه (FW)، وزن خشک گیاه (DW)، سطح مقطع گیاه (PD)،تعداد گل در گیاه (NFP)، وزن خشک برگ (DWL)، وزن خشک گل (DWF)، سطح برگ (LS).

Plant height (PH), Internode length (INTL), Branch number (BN), Infcorecense length (INFL), Leaf number (LN), Bract number (BN) Internode number (IN), Stem length (SL), plant fresh weight (PFW), plant dry weight (PDW), Plant diameter (PD), number flowers in plant (NFP), leaf dry weight (LDW), flowers dry weight (FDW), Leaf surface (LS).

جدول ۲-تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی توده‌های نعناع‌فلفلی ایران

Table 2. analysis of variation among morphological traits of *M.piperita* accessions.

| منابع تغییرات Source of Variance | درجه آزادی df | میانگین مربعات Mean square | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ارتفاع گیاه Plant height | طول میانگره Internode length | تعداد شاخه فرعی branches number | طول گل‌آذین Inflorescence length | تعداد برگ leaf number |
| بلوک Block | 2 | $2.89^{ns}$ | $0.01^{ns}$ | $2.89^{ns}$ | $0.83^{**}$ | $3542.6^{*}$ |
| توده Accession | 11 | $114.14^{**}$ | $0.73^{**}$ | $15.63^{*}$ | $2.22^{*}$ | $1206.81^{**}$ |
| خطا Error | 22 | 16.18 | 0.10 | 5.70 | 0.81 | 137.73 |
| ضریب تغییرات% CV | | 27.42 | 27.80 | 81.55 | 45.44 | 45.52 |

ns، *،**: به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد.

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively.

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی توده های نعناع فلفلی ایران

Table 2. Analysis of variation among morphological traits of *M.piperita* accession

| منابع تغییرات Source of Variance | درجه آزادی df | میانگین مربعات Mean square | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | تعدادمیانگره Internode number | طول ساقه Stem length | تعداد برگچه bract number | وزن ترگیاه plant fresh weight | وزن خشک گیاه plant dry weight |
| بلوک Block | 2 | $1.74^{ns}$ | $2.18^{ns}$ | $62.70^{ns}$ | $25.92^{**}$ | $0.87^{**}$ |
| توده Accession | 11 | $7.48^{**}$ | $95.42^{**}$ | $286.27^{**}$ | $16.50^{**}$ | $1.80^{**}$ |
| خطا Error | 22 | 1.19 | 10.93 | 92.08 | 2.94 | 0.06 |
| ضریب تغییراتCV | | 18.12 | 26.37 | 33.09 | 58.61 | 62.97 |

ns، *،**: به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد.

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.40 ]

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی توده‌های نعناع‌فلفلی ایران

Table 2. Analysis of variation among morphological traits of *M.piperita* accessions

| منابع تغییرات Source of Variance | درجه آزادی df | میانگین مربعات Mean square | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | سطح مقطع گیاه Plant diameter | تعداد گل درگیاه number flowers in plant | وزن خشک برگ leaf dry weight | وزن خشک گل flowers dry weight | سطح برگ leaf area |
| بلوک Block | 2 | $0.28^{ns}$ | $280.67^{ns}$ | $0.13^{*}$ | $0.015^{*}$ | $1.45^{**}$ |
| توده Accession | 11 | $0.79^{**}$ | $1192.91^{*}$ | $0.53^{**}$ | $0.015^{**}$ | $3.14^{**}$ |
| خطا Error | 22 | 0.24 | 373.24 | 0.04 | 0.004 | 0.11 |
| ضریب تغییرات CV | | 17.16 | 75.63 | 52 | 89.44 | 50.36 |

ns، *، **: به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد.

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی در توده‌های نعناع‌فلفلی ایران

Table 3. Mean comparison of traits in 12 *M. piperita* accession

| توده Population | ارتفاع گیاه Plant height cm | طول میانگره Internode length cm | تعداد شاخه فرعی number branches | طول گل‌آذین Inflorescence length cm | تعداد برگ leaf number | تعداد میانگره Internode number | طول ساقه Stem length cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اردبیل Ardabil | 7 | $1.90^{bcd}$ | $5.73^{ab}$ | $3.53^{a}$ | $74.06^{ab}$ | $10.66^{abc}$ | $24.70^{bc}$ |
| همدان Hamedan | $26.73^{bc}$ | $1.80^{bcd}$ | $3.73^{a-d}$ | $3^{a}$ | $62^{abc}$ | $10.53^{abc}$ | $24^{bc}$ |
| کردستان Kordestan | $21.73^{cde}$ | $1.83^{bcd}$ | $4.06^{a-d}$ | $3.03^{a}$ | $70.40^{ab}$ | $9.60^{bcd}$ | $21.33^{cde}$ |
| گلستان Golestan | $31.86^{ab}$ | $1.78^{bcd}$ | $5.20^{abc}$ | $3.16^{a}$ | $41.66^{bcd}$ | $12.20^{a}$ | $28.70^{ab}$ |
| مشگین شهر Meshginshahr | $35.40^{a}$ | $2.31^{b}$ | $7.86^{a}$ | $3.06^{a}$ | $92^{a}$ | $12.33^{a}$ | $32.33^{a}$ |
| فیروزآباد Firoozabad | $23.93^{cde}$ | $2.06^{b}$ | $3.53^{a-d}$ | $1.76^{ab}$ | $63.13^{abc}$ | $9.33^{b-e}$ | $22.20^{cd}$ |
| نورآباد Norabad | $25.46^{bcd}$ | $2.03^{bc}$ | $5.60^{ab}$ | $3.06^{a}$ | $70.93^{ab}$ | $9.60^{bcd}$ | $23.26^{bcd}$ |
| زنجان Zanjan | $44.77^{b-e}$ | $2.11^{b}$ | $3.66^{a-d}$ | $2.05^{ab}$ | $63.55^{abc}$ | $9.32^{b-e}$ | $22.66^{cd}$ |
| تبریز Tabriz | $17.88^{ef}$ | $1.43^{cd}$ | $0.33^{d}$ | $1.88^{ab}$ | $43.33^{bcd}$ | $1.22^{ab}$ | $16.14^{ef}$ |
| ارومیه Orumieh | $28.66^{abc}$ | $3.27^{a}$ | $2.66^{bcd}$ | $2.55^{a}$ | $48.33^{bcd}$ | $8.55^{cde}$ | $30.44^{a}$ |
| شیراز۱ Shiraz 1 | $19.33^{def}$ | $1.83^{bcd}$ | $0.66^{cd}$ | $1.90^{ab}$ | $22.83^{d}$ | $7.83^{de}$ | $17.50^{def}$ |
| شیراز۲ Shiraz 2 | $13.16^{f}$ | $1.30^{d}$ | $0.83^{cd}$ | $0.50^{b}$ | $29.33^{ed}$ | $7.33^{a}$ | $13.50^{f}$ |

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) نمی‌باشند

Means within a column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی در توده‌های نعناع‌فلفلی ایران

Table 3. Mean comparison of traits in 12 *M. piperita* accession

| توده Population | تعداد برگچه bract number | وزن تر گیاه plant fresh weight gr | وزن خشک گیاه plant dry weight gr | سطح مقطع گیاه Plant diameter cm | تعداد گل درگیاه number flowers in plant | وزن خشک برگ leaf dry weight gr | وزن خشک گل flowers dry weight gr | سطح برگ leaf area $cm^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اردبیل Ardabil | $49.46^{ab}$ | $5.32^{b}$ | $1.26^{c}$ | $3.36^{b}$ | $32.66^{bc}$ | $0.92^{b}$ | $0.07^{b}$ | $2.13^{cd}$ |
| همدان Hamedan | $37.86^{abc}$ | $5.01^{b}$ | $1.25^{c}$ | $4.1^{b}$ | $32.61^{bc}$ | $0.80^{bc}$ | $0.09^{b}$ | $0.71^{c}$ |
| کردستان Kordestan | $36.13^{a-d}$ | $4.76^{b}$ | $1.12^{cd}$ | $3.83^{b}$ | $45.23^{bc}$ | $0.83^{bc}$ | $0.04^{b}$ | $1.19^{c}$ |
| گلستان Golestan | $50^{ab}$ | $9.36^{a}$ | $2.14^{b}$ | $3.94^{b}$ | $80^{a}$ | $0.96^{b}$ | $3^{a}$ | $1.44^{de}$ |
| مشگین شهر Meshginshahr | $52^{a}$ | $9.40^{a}$ | $3.36^{a}$ | $5^{a}$ | $60^{ab}$ | $2.04^{a}$ | $0.13^{b}$ | $3.33^{b}$ |
| فیروزآباد Firoozabad | $34.13^{a-d}$ | $3.86^{b}$ | $1.14^{cd}$ | $4.06^{b}$ | $17.86^{c}$ | $0.84^{bc}$ | $0.06^{b}$ | $0.79^{e}$ |
| نورآباد Norabad | $35.82^{a-d}$ | $4.84^{b}$ | $1.20^{cd}$ | $3.46^{b}$ | $31.06^{bc}$ | $0.89^{b}$ | $0.08^{b}$ | $2.25^{cd}$ |
| زنجان Zanjan | $37.10^{a-d}$ | $5.35^{b}$ | $1.27^{c}$ | $3.94^{b}$ | $18.38^{c}$ | $0.96^{b}$ | $0.08^{b}$ | $2.11^{cd}$ |
| تبریز Tabriz | $32.88^{bcd}$ | $3.65^{b}$ | $0.83^{cd}$ | $3.27^{b}$ | $20.44^{c}$ | $0.60^{bcd}$ | $0.07^{b}$ | $2.73^{bc}$ |
| ارومیه Orumieh | $37.10^{a-d}$ | $4.31^{b}$ | $0.87^{cd}$ | $3.32^{b}$ | $25.26^{bc}$ | $0.62^{bcd}$ | $0.08^{b}$ | $4.25^{a}$ |
| شیراز۱ Shiraz 1 | $19.33^{a}$ | $1.90^{b}$ | $0.53^{d}$ | $3.25^{b}$ | $23.33^{c}$ | $0.36^{d}$ | $0.05^{b}$ | $2.26^{cd}$ |
| شیراز۲ Shiraz 2 | $2.33^{cd}$ | $2.06^{b}$ | $0.53^{d}$ | $3.33^{b}$ | $10^{c}$ | $0.46^{cd}$ | $0.15^{b}$ | $2.26^{cd}$ |

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) نمی‌باشند

Means within a column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

## ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات

بررسی همبستگی بین صفات نشان داد که بیشترین ضریب همبستگی بین ارتفاع گیاه با طول ساقه (۰/۹۷) می‌باشد و کمترین ضریب همبستگی بین طول گل‌آذین با سطح برگ (۰/۰۰۱) مشاهده شد (جدول ۴). همچنین بررسی همبستگی صفات نشان داد که بین صفت ارتفاع گیاه با صفات طول میانگره، تعداد شاخه فرعی، طول گل‌آذین، تعداد برگ، تعداد میانگره، طول ساقه، تعداد برگه، وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه، سطح‌مقطع گیاه، تعداد گل در گیاه، وزن خشک برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد و با صفات وزن خشک گل و سطح‌مقطع گیاه همبستگی مثبت و معنی‌داری ندارد و همچنین صفت تعداد برگه با صفات وزن ترگیاه، وزن خشک گیاه، سطح‌مقطع گیاه، تعداد گل در گیاه، وزن خشک برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد و با وزن خشک گل و سطح برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری ندارد و همچنین صفت تعداد گل در گیاه با وزن خشک برگ ووزن خشک گل همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد و با سطح برگ همبستگی منفی و معنی‌داری ندارد.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.40 ]

در برنامه‌های به‌نژادی اهمیت خاصی به همبستگی‌های بین صفات داده می‌شود، زیرا وقتی گزینش برای صفتی انجام می‌گیرد، دانستن چگونگی تاثیر آن صفت بر دیگر صفات بسیار اهمیت دارد (Shyu et al., 2011). وجود همبستگی‌های بالا، گزینش غیر مستقیم برای صفات مهم زراعی را تسهیل می‌کند، بنابراین می‌توان از صفات با همبستگی زیاد به‌عنوان گزینش جمعیت‌ها با عملکرد بالا بهره گرفت (Maghsudi et al., 2014).

درصد اسانس با ارتفاع گیاه، تعداد شاخه اصلی و فرعی، عملکرد تر و خشک، قطر بزرگ و کوچک تاج پوش همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت (Khazanivandi et al., 2014).

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات مورفولوژیکی توده‌های نعناع‌فلفلی
Table 4. Correlation coefficients among morphological traits of *M.piperita* accessions.

| | PH | INTL | BN | INFL | LN | IN | SL | BNU | FW | DW | PD | NFP | DWL | DWF | LS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **pH** | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| **INTL** | 0.56 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| **BN** | 0.84** | 0.26 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| **INFL** | 0.80** | 0.41 | 0.73** | 1 | | | | | | | | | | | |
| **LN** | 0.63* | 0.29 | 0.84** | 0.61* | 1 | | | | | | | | | | |
| **IN** | 0.54 | -0.21 | 0.58* | 0.55 | 0.43 | 1 | | | | | | | | | |
| **SL** | 0.97** | 0.72** | 0.76** | 0.76** | 0.58* | 0.41 | 1 | | | | | | | | |
| **BNU** | 0.86** | 0.27 | 0.84** | 0.74** | 0.70* | 0.70* | 0.79** | 1 | | | | | | | |
| **FW** | 0.85** | 0.21 | 0.76** | 0.60** | 0.52 | 0.70* | 0.78** | 0.89** | 1 | | | | | | |
| **DW** | 0.79** | 0.20 | 0.78** | 0.48 | 0.67* | 0.67* | 0.72** | 0.78** | 0.87** | 1 | | | | | |
| **PD** | 0.63* | 0.14 | 0.68* | 0.28 | 0.66* | 0.48 | 0.57 | 0.57 | 0.72** | 0.90** | 1 | | | | |
| **NFP** | 0.71** | 0.06 | 0.66* | 0.65* | 0.30 | 0.73** | 0.65* | 0.72** | 0.87** | 0.68* | 0.52 | 1 | | | |
| **DWL** | 0.75** | 0.23 | 0.85** | 0.46 | 0.80** | 0.59* | 0.68* | 0.768* | 0.80** | 0.95** | 0.87** | 0.58* | 1 | | |
| **DWF** | 0.34 | -0.16 | 0.25 | 0.08 | -0.20 | 0.42 | 0.29 | 0.42 | 0.61* | 0.36 | 0.21 | 0.67* | 0.21 | 1 | |
| **LS** | 0.13 | 0.57 | -0.06 | 0.001 | -0.02 | -0.22 | 0.25 | 0.04 | 0.01 | 0.05 | -0.16 | -0.10 | 0.13 | -0.07 | 1 |

*، **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. ارتفاع گیاه (Ph)، طول میانگره (INTL)، تعداد شاخه‌های فرعی (BN)، طول گل‌آذین (INF)، تعداد برگ ( LN)، تعداد میانگره (IN)، طول ساقه (SL)، تعداد برگه (BNU)، وزن ترگیاه (FW)، وزن خشک گیاه (DW)، سطح مقطع گیاه (PD)، تعداد گل در گیاه (NFP)، وزن خشک برگ (DWL)، وزن خشک گل (DWF)، سطح برگ (LS).

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively. Plant height (PH), Internode length (INTL), Branch number (BN), Infcorecense length (INFL), Leaf number (LN), Bract number (BN) Internode number (IN), Stem length (SL), plant fresh weight (PFW), plant dry weight (PDW), Plant diameter (PD), number flowers in plant (NFP), leaf dry weight (LDW), flowers dry weight (FDW), Leaf surface (LS).

## رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت

نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام برای عملکرد وزن خشک برگ به‌عنوان متغیر وابسته نشان داد که وزن خشک گیاه و تعداد برگ به‌عنوان مؤثرترین صفات تعیین کننده عملکرد وزن خشک برگ وارد مدل شدند در بین این صفات بیش‌ترین ضریب تبیین استاندارد (۹۴درصد) مربوط به صفت تعداد برگ و پس از آن مربوط به صفت وزن خشک گیاه (۸۹ درصد) بود (جدول ۵). نتایج تجزیه علیت نشان داد که صفت وزن خشک گیاه و تعداد برگ اثر مستیم و مثبت و معنی‌داری بر عملکرد وزن خشک برگ داشتند و در بین این صفات وزن خشک گیاه بالاترین اثر مستقیم و مثبت را روی عملکرد وزن خشک برگ (۰/۷۵) داشت و اثرات غیرمستقیم آن از طریق صفات وزن خشک گیاه و تعداد برگ می‌باشد و صفت تعداد برگ نیز اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد وزن خشک گیاه (۰/۲۹) داشت ولی اثرات آن معنی‌دار نبود و تاثیر غیرمستقیم آن از طریق صفات وزن خشک گیاه و تعداد برگ می‌باشد (جدول ۶).

فیکیزالاسی و همکاران (Fikreselassie et al., 2012) بیان داشتند که همبستگی مثبت و بالایی که بین ارتفاع بوته و عملکرد دانه در هر بوته مشاهده می‌شود را می‌توان به اثر غیرمستقیم مثبت و بالای تعداد دانـه در هر گیاه و وزن هزار دانه بر ارتفاع بوته مربوط دانست.

جدول ۵- نتایج رگرسیون گام به گام برای وزن خشک برگ به‌عنوان متغییر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغییر مستقل
Table 5. Results of stepwise regression analysis for leaf dry weight as dependent variable and other traits as independent variable

| گام Step | صفات Traits | ضریب رگرسیون مدل (R) | ضریب تبیین تجمعی ($R^2$) | ضریب تبیین تجمعی استاندارد شده (adjusted $R^2$) | میانگین مربعات رگرسیون مدل Mean square |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | وزن خشک گیاه weight plant dry | 0.95 | 0.90 | 0.89 | 96.51** |
| 2 | تعداد برگ leaf number | 0.97 | 0.95 | 0.94 | 90.64** |

جدول ۶- تجزیه‌ی علیت بر پایه وزن خشک برگ در توده‌های نعناع فلفلی
Table 6. Path analysis based leaf dry weight in *M. piperita* accessions

| صفات Traits | اثر مستقیم Direct effect | اثر غیرمستقیم Indirect effect | |
|---|---|---|---|
| | | وزن خشک گیاه plant dry weight | تعداد برگ leaf number |
| وزن خشک گیاه plant dry weight | 0.75 | 0.75 | 0.50 |
| تعداد برگ leaf number | 0.29 | 0.19 | 0.29 |

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.40 ]

**تجزیه خوشه‌ای صفات**

تحلیل خوشه‌ای مجموعه‌ای از متغیرها را در داخل خوشه‌های همگن جا می‌دهد. خوشه‌های حاصل از این تحلیل، از (همگنی درونی) درون خوشه‌ای (بیرونی) بینخوشه‌ای برخوردار هستند (Shrestha and Kazama, 2007). تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات مورفولوژیکی در فاصله ۲۵ اقلیدسی و با استفاده از تجزیه تابع تشخیص به منظور تعیین خط برش برای تعیین گروه بندی به صورت فرضی (جدول ۷)، توده‌های مختلف مورد مطالعه‌ی نعناع‌فلفلی را به سه گروه تقسیم نمود (شکل ۱). گروه اول دو زیر گروه داشت که زیر گروه اول شامل توده‌های فیروزآباد، زنجان، تبریز و ارومیه بود. زیر گروه دوم شامل توده‌های همدان، نورآباد، اردبیل و کردستان بود و از لحاظ صفاتی مانند طول میانگره، سطح برگ و طول گل‌آذین برتر از بقیه گروه بود. گروه دوم هم یک زیر گروه داشت که شامل توده‌های شیراز ۱ و شیراز ۲ بود و گروه سوم شامل یک زیر گروه بود که توده‌های گلستان و مشگین‌شهر را به خود اختصاص داده بود و از لحاظ صفاتی مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ، وزن تر و وزن خشک برگ، تعداد گل در گیاه، وزن خشک گل، سطح‌مقطع گیاه، طول ساقه، و تعداد برگه برتر از سایر گروه‌ها بود.

به طور کلی، وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر بسیاری از صفات مورفولوژیکی، نشانگر وجود تنوع ژنتیکی می‌باشد که اثبات وجود این تنوع، اولین گام در اصلاح و استفاده موثر و بهینه از ژنوتیپ‌های مختلف است (Sun et al., 2014).

تحقیقاتی که هم راستا با این تحقیق صورت گرفته نتایج آن نشان داد که تجزیه خوشه‌ای گروه‌بندی توده‌ها در چهار گروه قرار گرفتند که گروه سوم ازلحاظ مورفولوژیکی نسبت به بقیه گروه‌ها برتری داشت و همچنین از نظر درصد اسانس هم گروه چهار برتری نسبت به سایر گروه‌ها داشت (Khadivi-khub et al., 2015). نتایج این پژوهش با تحقیق اهری‌زاده و همکاران (Aharizad et al., 2013) که از نظر صفات طول برگ، عرض برگ، وزن خشک گیاه، وزن تر گیاه و درصد اسانس مشابه بود مطابقت داشت.

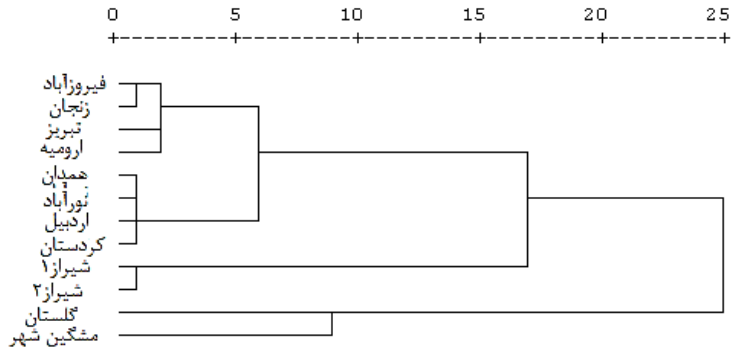
تحقیقات ترکمان و همکاران (Torkaman et al., 2021) که به بررسی تنوع ژنتیکی اکوتیپ های بومی گیاه دارویی پونه انجام دادند نتایج تجزیه خوشه ای صفات مورد بررسی در سه گروه قرار گرفتند.

سلامتی و زینلی (Salamati and Zeinali, 2011) تنوع صفات مورفولوژیکی ۱۵ ژنوتیپ مختلف گیاه بادرشبویه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای که بر اساس صفات موفولوژیکی مثل قطر ساقه، وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه، عملکرد اسانس و درصد اسانس بررسی کردند. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سه گروه مختلف قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های گروه اول از لحاظ عملکرد اسانس، وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه، نسبت به بقیه گروه‌ها برتری داشتند. در پژوهش حاضر، توده‌های مختلف نعناع‌فلفلی بر اساس منشاء آن‌ها در گروه‌های مجزا قرار گرفتند. نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر نشان داد که تنوع ژنتیکی بالایی در بین توده‌های نعناع‌فلفلی وجود دارد و این تنوع ژنتیکی بالا امکان سازگاری بیشتر گیاه نعناع‌فلفلی به محیط‌های مختلف را فراهم می‌نماید و می‌تواند در مدیریت و حفاظت ژرم‌پلاسم‌های نعناع‌فلفلی مفید باشد.

جدول۷- نتایج تابع تشخیص برای صحت گروه‌بندی توده‌های نعناع فلفلی.

Table 7. Result of discriminant analysis to confirmation classification of *M. piperita* accessions.

| اجزای گروه پیش‌بینی شده | | Predicted Group Membeship | | | کل |
|---|---|---|---|---|---|
| مقدار | گروه‌بندی Grouping | 1 | 2 | 3 | Total |
| Count | 1 | 8 | 0 | 0 | 8 |
| | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| | 3 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| درصد Percent | 1 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| | 2 | 0 | 100 | 0 | 100 |
| | 3 | 0 | 0 | 100 | 100 |




شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای توده‌های نعناع‌فلفلی.

Figure 1. Dendrogram of cluster analysis for *M. piperita* accessions.

1- Ardabil, 2- Hamedan,3- Kordestan, 4- Golestan, 5- Meshginshahr, 6- Firoozabad, 7- Noorabad,8- Zanjan, 9- Tabriz, 10- Orumieh,11- Shiraz 1, 12- Shiraz 2.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.40 ]

## تجزیه به عامل‌ها

تحلیل عاملی یک روش آماری چند متغیره است که نوعی آرایش مجدد، متغیرهای اصلی را به عامل‌های کمتری کاهش داده و این گونه عامل‌ها برای تهیه بهترین الگوی قابل تفسیر مورد استفاده قرارداده شده‌اند (Shyu et al., 2011).

در تجزیه به عامل‌ها چهار عامل اصلی توانستند مجموعا ۹۱/۳ درصد از واریانس کل راتوجیه کنند (جدول ۸). اولین عامل ۳۳/۴۱ درصد از سهم واریانس را توجیه کرد و همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌فرعی، تعداد برگ، تعداد برگه، وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه، سطح‌مقطع گیاه و وزن خشک برگ دارد. در این گروه توده مشگین‌شهر از لحاظ صفات ذکر شده که بیش‌تر صفات رویشی هستند بهتر از بقیه توده‌ها بود چون این عامل بیش‌ترین درصد واریانس را به خود اختصاص داده است، پس بسیاری از تنوع در صفات توده‌ها مربوط به اجزای عملکرد است و از صفاتی که در این عامل بزرگ‌ترین ضرایب عاملی را دارند، می‌توان برای انتخاب بهترین اکوتیپ‌ها استفاده کرد (Salamati and Zeinali, 2011). دومین عامل ۲۶/۹۹ درصد از سهم واریانس را توجیه کرد و با صفات طول میانگره و سطح برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. در این گروه هم توده‌های ارومیه قرار دارد و از لحاظ صفات رویشی برتر هستند. سومین عامل هم ۱۷/۷۹ درصد از سهم واریانس را توجیه کرد و با صفاتی از جمله وزن خشک گل و تعداد برگ همبستگی معنی‌داری داشت. در این گروه هم اکوتیپ‌های گلستان و مشگین‌شهر قرار داشتند و از لحاظ صفات رویشی و زایشی برتر از بقیه گروه‌ها بودند. چهارمین عامل هم ۱۳/۰۹ درصد از سهم واریانس را توجیه کرد و از لحاظ صفات زایشی برتر از سایر گروه بود و همبستگی منفی و معنی‌داری از لحاظ صفاتی مانند طول گل‌آذین داشت و در این گروه هم اکوتیپ اردبیل از لحاظ صفات زایشی برتر از بقیه گروه می‌باشد. نمودار سه بعدی پراکنش صفات مختلف توده های نعناع فلفلی ایران بر اساس ۳ عامل استخراج شده نشان داده شده است (شکل ۲).

در تحقیقی دیگری که انجام گرفته شده است، بر اساس نتایج تجزیه به عامل‌ها هفت عامل را شناسایی کردند که ۷۵/۹۱ درصد از واریانس کل داده‌ها را توجیه نمود (Khadivi-khub et al., 2015). در بررسی که بر روی آویشن دنایی انجام دادند، نتایج نشان داد که در تجزیه عامل بیشترین تفاوت جمعیت‌ها را در خصوصیات قسمت‌هایی مثل برگ، براکته، ابعاد گل و کاسه گل که در تولید و ذخیره اسانس نقش اساسی دارند، نشان داد که بیشترین آن‌ها در عامل اصلی اول با درصد واریانس ۲۸/۲ قرار داشتند (Shoryabi, 2013).

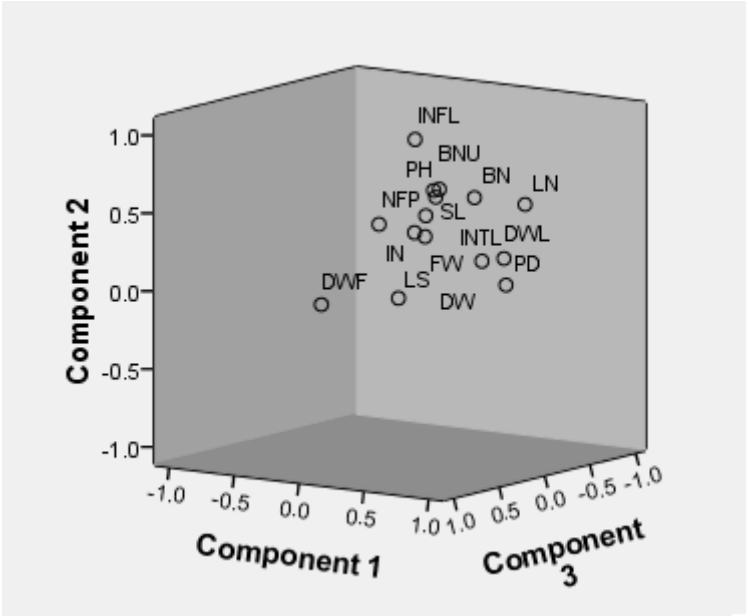
جدول ۸- نتایج تجزیه به عامل‌ها برای صفات مختلف توده‌های نعناع‌فلفلی

Table 8. The results of factor analysis for different traits of *M. piperita* accessions

| صفات Population | عامل‌ها factors | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ارتفاع گیاه Plant height | 0.52 | 0.70 | 0.31 | 0.29 |
| طول میانگره Internode length | 0.08 | 0.42 | -0.16 | 0.84 |
| تعداد شاخه فرعیbranches number | 0.67 | 0.64 | 0.14 | -0.01 |
| طول گل‌آذین Inflorescence length | 0.18 | 0.95 | 0.09 | 0.04 |
| تعداد برگ leaf number | 0.75 | 0.54 | -0.30 | -0.02 |
| تعداد میانگره Internode number | 0.44 | 0.44 | 0.47 | -0.39 |
| طول ساقه Stem length | 0.45 | 0.68 | 0.27 | 0.46 |
| تعداد برگچه bract number | 0.54 | 0.66 | 0.38 | 0.05 |
| وزن تر گیاه plant fresh weight | 0.61 | 0.45 | 0.60 | 0.07 |
| وزن خشک گیاه plant dry weight | 0.87 | 0.28 | 0.34 | 0.07 |
| سطح مقطع گیاه Plant diameter | 0.93 | 0.10 | 0.16 | -0.03 |
| تعداد گل در گیاه number flowers in plant | 0.33 | 0.51 | 0.71 | -0.08 |
| وزن خشک برگ leaf dry weight | 0.92 | 0.28 | 0.17 | 0.11 |
| وزن خشک گل flowers dry weight | 0.06 | 0.01` | 0.95 | -0.04 |
| سطح برگ leaf area | -0.002 | -0.09 | -0.01 | 0.87 |
| کل Total درصد واریانس | 5.01 | 4.05 | 2.66 | 1.96 |
| % of Variance درصد واریانس تجمعی | 33.41 | 26.99 | 17.79 | 13.09 |
| % of Variance | 33.41 | 60.41 | 78.20 | 91.30 |

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.40 ]




شکل ۲- نمودار سه بعدی پراکنش صفات مختلف توده های نعناع فلفلی ایران براساس ۳ عامل استخراج شده
ارتفاع گیاه (PH)، طول میانگره (INTL)، تعداد شاخه فرعی (BN)، طول گل‌آذین (INFL)، تعداد برگ (LN)، تعداد میانگره (IN)، طول ساقه (SL)، تعداد برگه (BNU)، وزن تر گیاه (FW)، وزن خشک گیاه (DW)، سطح‌مقطع گیاه (PD)، تعداد گل درگیاه (NFP)، وزن خشک برگ (DWL)، وزن خشک گل (DWF)، سطح برگ (LS)

Figure 2. Three plot showing the distribution of different traits of *M. piperita* accessions based on three first factor of factor analysis. Plant height (pH), Internode length (INTL), Branch number (BN), Infcorecense length (INFL), Leaf number (LN), Bract number (BN) number (IN), Stem length (SL), Fresh weight (FW), Dry weight (DW), Plant diameter (PD), Flower number per plant (NFP), Dry weight leaf (DWL), Dry weight flower (DWF), Leaf surface (LS)

## نتیجه‌گیری کلی

با توجه به وجود توده‌های نعناع‌فلفلی موجود در کشور لازم است، تنوع ژنتیکی بررسی شود. بنابراین بررسی و شناسایی توده‌های برتر از لحاظ صفات مورفولوژیکی ضروری است. نتایج بدست آمده در این پژوهش نشان داد که تنوع ژنتیکی بالایی در بین توده‌های نعناع‌فلفلی وجود دارد. و بیش‌ترین ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ، تعداد میانگره، وزن تر گیاه و وزن خشک گیاه در توده مشگین‌شهر مشاهده شد و بیش‌ترین تعداد گل در گیاه، وزن خشک گل، در توده گلستان مشاهده شد و بیش‌ترین طول میانگره و سطح برگ در توده ارومیه مشاهده گردید. بر طبق تجزیه عاملی توده‌های نعناع‌فلفلی، عامل اول شامل صفات رویشی و زایشی مهمی بود و در توده‌های مشگین‌شهر و گلستان بیش‌ترین میزان بود تجزیه خوشه‌ای هم توده‌های نعناع‌فلفلی را در سه گروه مجزا قرار داد در نتیجه تنوع ژنتیکی بالا در توده‌های نعناع‌فلفلی امکان سازگاری بیش‌ترگیاه نعناع‌فلفلی به محیط‌های مختلف را فراهم می‌نماید که در برنامه‌های اصلاحی و به‌نژادی می‌تواند موثر باشد.

## منابع

Aharizad, S., Rahimi, MH., Toorchi, M., & Mohebalipour, N. (2013). Assessment of relationship between effective traits on yield and citral content of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) populations using path analysis. *Indian Journal of Science and Technology*, 6(5), 4447-4452.

Duke, J.A. (2001). Handbook of Medicinal herbs. CRC press, LLC,USA, 42 pp.

Fikreselassie, M., Zeleke, H., & Alemayehu. N. (2012). Correlation and Path Analysis in Ethiopian Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L) Landraces. *Crown Research in Education*, 2, 132-42.

Ghasemi, M., Aharizad, S., Norouzi, M., Bandehagh, A., & Azhdari, R. (2021). Fennel Populations Grouping and Evaluation from the Agronomic and Morphological Traits under Favorable and Limited Irrigation Conditions. *Journal of Crop Breeding*, 13(37), 85-93.

Hadian, J., Ebrahimi, S., & Salehi, P. (2013). Variability of morphological and phytochemical characteristics among *Satureja hortensis* L. accessions of Iran. *Industrial Crops and Products*, 32(1), 62-69.

Hadian, J., Mirjalili, M.H., Kanani, M.R., Salehnia, A., & Ganjipoor, P. (2011). Phytochemical and morphplogical characterization of *Satureja khuzistanica* Jamzad populations from Iran. *Chemical Biodiversity*, 8, 902-915.

Khadivi-Khub, A., Salehi-Arjmand, H., Movahedi, K., & Hadian, J. (2015). Molecular and Morphological Variability of *Satureja Bachtiarica* in Iran. *Plant Systematics and Evolution Journal*, 301(1), 77-93.

Khakshur, A., Karimzadeh, Q., & Constant, M. (2016). Investigation of morphological diversity in different ecotype of coriander (*C. sativum* L.). The second national congress on the development of agricultural sciences and natural resources, Gorgan, Iran (In Persian )

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.40 ]

Khazanivandi, F., A. Jafari, Sh, Ahmadi, & R. Tabaei-aghdaie. (2014). Genetic diversity and relationships between morphological traits and essential oil yield of these plants Satureja rechingeri, S. khuzistanica and S. mutica in climatic conditions Khorramabad. Presented at the 12th Congress of Iranian Genetics Society, Tehran, Iran (In Persian).

Maghsudi Kelardashti, H., Rahimmalek, M., Sabzalian, M., & Talebi, M. (2014). An assessment of morphological genetic variations and heritability of Iranian fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) accessions.

Rafieiolhossaini, M., Sodaeizadeh, H., Adams, A., DeKimpe, N., & Van Damme, P. (2010). Effects of planting date and Seedling age on agromorphological characteristics, essential oil content and composition of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) grown in Belgium. *Industrial Crops and Products*, (31), 145-152.

Rahimmalek, M., Bahreininejad, B., Khorrami, M., & Sayed Tabatabaei, B.E. (2009). Genetic variability and geographic differentiation in *Thymus daenensis* subsp. daenensis, an endangered medicinal plant, as revealed by Inter Simple Sequence Repeat (ISSR) markers. *Biochemical Genetics*, 47, 842-831.

Sadat, N., & Ladan Moghadam, A.R. (2019). Effect of salicylic acid foliar application on control of NaCl salt salinity on some morphological, physiological traits and growth of peppermint mint (*Mentha piperita*). *Cellular and Molecular Plant Biology Journal*, 13(3), 31-43 (In Persian).

Salamati, M.S., & Zeinali, H. (2011). Evaluation of genetic diversity of some *Nigella sativa* L. genotypes using agro morphological characteristics. *Iranian Journal of medicinal and Aromatic Plants*, 29(1), 201-204.

Shoryabi, M. (2013). The domestication of Thyme daenensis: Morphological diversity, phytochemical,sustainability quantitative and qualitative characteristics and micropropagation. M.Sc. Thesis, Shahid Beheshti University, Tehran (In Persian).

Shrestha, S., & Kazama, F. (2007). Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji River Basin, Japan. *Environmental Modelling and Software*, 22(4), 464-475.

Shyu, G.S., Cheng, B.Y., Chiang, C.T., Yao P.H., & Chang, T.K. (2011). Applying factor analysis combined with kriging and information entropy theory for mapping and evaluating the stability of groundwater quality variation in Taiwan. *International journal of environmental research and public health*, 8(4), 1084-1109.

Snoussi, M., E. Noumi, N. Trabelsi, G. Flamini, A. Papetti and V. De Feo. 2015. *Mentha spicata* essential oil: chemical composition, antioxidant and antibacterial activities against planktonic and biofilm cultures of Vibrio spp. strains. Molecules, 20(8), 14402-14424.

Sorkheh, K., Shiran, B., Khodambashi, M., Moradi, H., Gradziel, T.M. & Martinaz Gomez, P. (2010). Correlations between quantitative tree and fruit almond traits and their implications for breeding. *Scientia Horticulture*, 12(5), 323-331.

Sun, Z., Wang, H., Wang, J., Zhou, L., & Yang, P. (2014). Chemical Composition and Anti-Inflammatory Cytotoxic and Antioxidant Activities of Essential Oil from Leaves of Mentha *piperita* Grown inChina. *Plos One*, 9(12), 1-15.

Taviani, P., Rosellini, D., & Veronesi, F. (2002). Variation of agronomic and essential oil traits among wild population of *Chamomilla recutita* L. from central Italy. Journal of Herbs, *Spices and Medicinal Plants*, 9(4), 359-365.

Torkaman, S., Sofalian, O., Zare, N., & Hasanian, S. (2021). Investigation of Genetic Diversity of Native Ecotypes of Northwestern Medicinal Plant *Mentha longifolia* using ISSR Molecular Markers. *Journal of Crop Breeding*, 13 (37), 1-10.

Zeinali, H., Arzani, A., & Razmjo, K. (2004). Morphological and essential oil content diversity of Iranian minhs (*Mentha* spp.). *Iranian Journal of Science and Technology Transactions*, 28, 1-9.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOI: 10.61186/jcb.15.48.40 ]