

نشریه پژوهشی:

تأثیر عوامل رویشگاهی بر عملکرد، صفات مورفولوژیکی و بازده اسانس در پونه‌سای بینالودی (*Nepeta binaludensis* Jamzad)

حسین هاشمی مقدم^۱، فاطمه سفیدکن^۲، علی اشرف جعفری^{۳*} و سپیده کلاته جاری^۳
۱ و ۳. دانشجوی دکتری و استادیار، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. استاد، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۴)

چکیده

گیاه پونه‌سای بینالودی (*Nepeta binaludensis* Jamzad) از جمله گونه‌های انحصاری شمال شرق ایران محسوب می‌شود. در این تحقیق اندام‌های هوایی ۲۰ جمعیت از این گونه در رشته کوه بینالود طی مرحله گلدهی کامل برداشت شد و هفت صفت مورفولوژیکی و بازده اسانس مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد را در میان جمعیت‌های مورد مطالعه برای همه صفات نشان داد. بیشترین و کمترین وزن تر سرشاخه با ۳۷۸/۲ و ۵۸/۲ گرم در بوته به ترتیب در جمعیت‌های زشک ۱ و گرینه بدست آمد. بیشترین و کمترین بازده اسانس با ۴/۹ و ۱/۲ درصد به ترتیب در جمعیت‌های درود نیشابور و فریزی ۱ بدست آمد. نتایج حاصل از تجزیه همبستگی نشان داد ارتفاع گیاه با قطر ساقه، وزن تر و خشک سرشاخه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و عملکرد اسانس با عوامل رویشگاهی مثل بارندگی، ارتفاع از سطح دریا و درصد شیب مثبت و معنی‌دار و با دمای رویشگاه منفی و معنی‌دار بود، به طوری که با افزایش ارتفاع از سطح دریا و کاهش دما، میانگین صفات مذکور افزایش یافت. تجزیه خوشه‌ای به روش وارد، جمعیت‌های مورد مطالعه را در دو گروه مجزا قرار داد. جمعیت‌های کلاستر ۱ (شامل هفت جمعیت سازگار به مناطق مرتفع و سرد) دارای میانگین بیشتری برای صفات مورفولوژیکی نظیر ارتفاع ساقه، وزن تر و خشک سرشاخه بودند. نتایج بدست‌آمده نشان‌دهنده وجود تنوع بالا در جمعیت‌های پونه‌سای بینالودی جهت استفاده در برنامه‌های به‌نژادی و کشت و اهلی کردن این گونه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پونه‌سای، تنوع، کلاستر، مؤلفه‌های اصلی

Effect of habitat factors on aerial yield, morphological traits and essential oil content of *Nepeta binaludensis* Jamzad

Hosien Hashemi Moghaddam¹, Fatemeh Sefidkon², Ali Ashraf Jafari^{2*} and Sepideh Kalatejari³

1,3. Ph.D. Graduate and Assistant Professor, Faculty of Agriculture and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2. Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

(Received: Jul. 16, 2020- Accepted: Jan. 03, 2021)

ABSTRACT

Nepeta binaludensis Jamzad is an endemic and rare perennial plant that grows in a limited area in Binaloud Mountain in northeast of Iran. The aerial parts of 20 populations of *N. binaludensis*, were collected during their flowering stage and seven morphological traits and essential oil yield were evaluated. Results showed significant differences in all of traits between populations ($p < 0.01$). The highest and lowest aerial fresh weight were obtained in Zoshk1 and Grineh populations with average values of 378.2 and 58.2 g/plant, respectively. The highest and lowest essential oil yield were obtained in populations of Darood and Friezy1 with average values of 4.91 and 1.2%, respectively. The results of correlation analysis showed that plant height was positively correlated with stem diameter, aerial fresh and dry weights. Climatic factors such as rainfall, altitude and slope percentage were positively correlated with morphological traits and essential oil yield. Morphological traits and essential oil yield were positively correlated with climatic factors, such as rainfall, altitude and slope percentage and negatively correlated with temperature of the habitat, indicating that mean of mentioned traits were increased by increasing altitude and decreasing of temperature. Cluster analysis using Ward method, the studied populations were split into two groups. The populations of cluster 1 (seven populations adapt to high altitude and cold) had higher mean values for morphological traits, i.e. plant height, aerial fresh and dry weights. Results indicate the presence of high diversity among populations of *N. binaludensis* that could be used for domestication and breeding improved varieties of this species.

Keywords: Cluster, *Nepeta*, PCA, variation.

* Corresponding author E-mail: aajafari@rifr-ac.ir

مقدمه

در ایران جنس *Nepeta* با نام فارسی متداول پونه‌سا شناخته می‌شود. این جنس به‌طور تقریبی دارای ۳۰۰ گونه گیاهی است که بیشتر آن‌ها چندساله علفی هستند و در اروسیا گسترش دارند (Jamzad et al., 2003). بیشترین تنوع و فراوانی گونه‌های این جنس در دو منطقه آسیای جنوب‌غربی شامل ترکیه و ایران و رشته‌کوه‌های هیمالیای غربی شامل هندوکش یافت شده است (Jamzad et al., 2003). به‌طور ویژه، ایران یکی از خاستگاه‌های اصلی این جنس است که این مناطق بیشترین تنوع و فراوانی انواع گونه‌ها این جنس را دارا می‌باشد. در ایران حدود ۷۵ گونه از این جنس در مناطق مختلف ایران به طور وحشی یافت می‌شوند که تعداد زیادی از آن‌ها (حدود ۵۴ درصد گونه‌ها) انحصاری ایران هستند (Ghahreman, 1999; Jamzad et al., 2003). پونه‌سای بینالودی متعلق به خانواده نعناعیان، از گونه‌های پونه‌سای بومی ایران است. این گونه بومی و نادر و چندساله که به طور محدود در رشته کوه بینالود واقع در شمال شرقی ایران رشد می‌کند (Ghahreman, 1999) این گیاه در رویشگاه‌های با ارتفاع ۲۳۰۰ تا ۲۷۰۰ متر بالای سطح دریا و با میانگین بارندگی سالانه ۳۵۰ تا ۳۷۰ میلی‌متر رویش دارد (Rustaiyan & Nadji, 1999; Nadjafi et al., 2009).

در طب سنتی ایرانی گونه‌های پونه‌سا در موارد متعددی نظیر ضد تشنج، خلط آور، مدر، ضد آسم، ضد عفونی کننده، ضد سرفه، معرق، تقویت کننده، قاعده آور. اختلالات گوارشی، میگرن، سردرد، اختلالات عروقی، مدر، ضد درد، ضد اسپاسم، ضد ویروسی، ضد قارچی، ضد باکتریایی، ضد تورم، ضد التهاب، آرامش بخش، قابض، درمان موضعی جوش‌های پوستی، و برای گزش عقرب و مار، دور کنندگی حشرات را مورد استفاده قرار می‌گیرند (Zargari, 1990; Formisano et al., 2011).

بررسی تنوع بین گیاهان دارویی و معطر زمینه را برای انجام برنامه‌های اصلاحی مورفولوژیکی، بیولوژیکی و فیتوشیمیایی به منظور بهبود ویژگی‌های دارویی آنها امکان‌پذیر می‌سازد. روش‌های مختلفی برای بررسی تنوع بین گیاهان وجود دارد که

مرسوم‌ترین آنها ارزیابی تنوع مورفولوژیکی است (Karimi et al., 2014).

مطالعات همبستگی بین عملکرد سرشاخه و صفات مورفولوژیکی در گیاهان تیره نعناعیان بوفور انجام شده است. در تعدادی از مطالعات که روی گونه‌های مختلف مرزه انجام شده است نتایج متفاوتی بدست آمده است. همبستگی مثبتی بین بازده اسانس و صفات مورفولوژیکی از قبیل، وزن برگ و گل و بازده اسانس در مرزه بختیاری *Satureja bachtiarica* توسط Khadivi-Khub et al. (2014)، همبستگی مثبت بین ارتفاع بوته، وزن تر و وزن خشک و بازده اسانس در مرزه رشینگری *Satureja rechingeri* توسط Eghlima et al. (2018)، همبستگی مثبت بین ارتفاع بوته، طول میانگره ساقه، طول برگ و طول گل آذین و بازده اسانس در مرزه *Satureja mutica* توسط Karimi et al. (2014)، همبستگی مثبت بین وزن خشک و بازده اسانس در مرزه خوراکی *Satureja hortensis* توسط Hadian et al. (2009)، بین طول ساقه، اندازه برگ و بازده اسانس در آویشن *Thymus migricus* توسط Yavari et al. (2010) و همبستگی مثبت بین ارتفاع ساقه، وزن تر و وزن خشک سرشاخه، طول، وزن برگ و بازده اسانس در چندگونه از جنس آویشن گزارش شده است (Razaei et al., 2016). در مقابل، برخی مطالعات نشان داده است که صفات مورفولوژیکی همبستگی منفی بازده اسانس دارند نظیر همبستگی منفی بین طول میانگره و بازده اسانس در مرزه خوزستانی *Satureja khuzistanica* توسط Hadian et al. (2011) و همبستگی منفی بین طول میانگره، طول برگ، طول جام و بازده اسانس در مرزه رشینگری *Satureja rechingeri* گزارش شده است (Esmacili et al., 2016).

در مطالعاتی در خصوص اثر ارتفاع از سطح دریا بر خصوصیات مورفولوژیکی انجام شده است Kofidis & Bosabalidis (2008) گزارش کردند که در ارتفاعات بالاتر طول برگ در *Nepeta nuda* کاهش یافت. در همین راستا Narimani et al. (2017) نشان دادند که در رویشگاه‌های ارتفاعات بالاتر اندازه برخی خصوصیات مورفولوژیکی مانند ارتفاع بوته، طول و

بینالودی *Nepeta binaludensis* Jamzad بوده که نتایج حاصل از بررسی عملکرد، ریخت شناسی و بازده اسانس به منظور انتخاب توده مناسب برای ورود به عرصه کشت و اهلی سازی مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

مواد و روش‌ها

شرایط اکولوژیکی منطقه

جامعه مورد مطالعه در این پژوهش شامل بیست جمعیت وحشی از گونه *Nepeta binaludensis* بود. این جمعیت‌ها از چندین منطقه جغرافیایی واقع در رشته کوه بینالود واقع در استان خراسان رضوی شامل رویشگاه‌های گود حسینی امیری زشک ارتفاعات روستاهای دیزباد، درود، گرینه نیشابور و ارتفاعات رویشگاه‌های زشک، ازغد، کنگ (سه رویشگاه)، جاغرق، کردینه، دهبار، فریزی، دولت آباد، گل‌مکان، مغان و مزرعه تحقیقات کشاورزی (صدیقی) مشهد بود (شکل ۱). مشخصات جغرافیایی و اقلیمی از جمله طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع محل، درجه شیب، جهت شیب رویشگاه‌های نمونه برداری با استفاده از نرم‌افزار GPS برای هر منطقه ثبت شدند متغیرهای فیزیوگرافی (شیب، ارتفاع و جهت شیب)، با استفاده از لایه رقومی ارتفاع در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.5 تهیه شدند (جدول ۱). با توجه به اینکه بین بارندگی و ارتفاع ارتباط مستقیم و بین دما و ارتفاع ارتباط معکوس وجود دارد و با افزایش ارتفاع میزان بارندگی نیز افزایش می‌یابد، پارامترهای اقلیمی شامل بارندگی سالیانه، بارندگی در ماه گرم، دمای سالیانه، دمای ماه مرطوب براساس اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی مجاور با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی رقومی ارتفاع به کمک نرم‌افزار GIS برای هر رویشگاه محاسبه شدند (جدول ۱).

روش تحقیق

در این تحقیق سرشاخه گلدار ۲۰ جمعیت از پونه‌سای بینالودی از ۲۰ رویشگاه در رشته کوه بینالود (جدول ۱) در تیر و مرداد ماه ۱۳۹۷ در مرحله گلدهی جمع‌آوری شد. نمونه هرباریومی گونه گیاهی در هرباریوم ملی ایران در موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور شناسایی و با شماره هرباریومی ۵۹۲ ثبت شد.

عرض برگ و طول گل‌آذین در گونه‌های پونه‌سای *Nepeta nuda* و *Nepeta crassifolia* کاهش یافت. *Origanum* Özorgucu & Gonuz (1999) در گونه *onites* L. در ترکیه نشان دادند که این گیاه در منطق مرتفع تر ارتفاع گیاه، طول برگ و تعداد گل‌های کمتری داشتند ولی اندازه گل‌ها بزرگتر بود.

در مطالعه اثر ارتفاع از سطح دریا بر عملکرد اسانس و صفات مورفولوژیکی Layeghaghghi *et al.* (2017) گزارش کردند که ارتفاع از سطح دریا اثر معنی‌داری روی صفات مورفولوژیکی وزن خشک سرشاخه و بازده اسانس در گونه *Nepeta pogonosperma* داشته است و نتایج آنها نشان داد که در ارتفاعات بالا (۲۸۰۰ متر) عملکرد و کمیت ترکیبات اسانس افزایش یافت. Yavari *et al.* (2010) در مطالعه آویشن آذربایجانی *Thymus migricus* همبستگی منفی بین ارتفاع رویشگاه با میزان اسانس گزارش کردند و کمترین و بیشترین عملکرد اسانس در مناطق مرتفع شهرستان هریس با ارتفاع از سطح دریا (۱۹۰۰) و شهرستان جلفا (۷۳۶ متر) بدست آوردند. Mohammadian *et al.* (2014) نیز در مطالعه اثر ارتفاع از سطح دریا بر بازده اسانس آویشن *Thymus fallax* در چهار رویشگاه با دامنه ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۵۰۰ متر از سطح دریا، بیشترین میزان اسانس در ارتفاعات ۲۵۰۰ متری بدست آورد. در مقابل برخی گزارش‌ها حاکی کاهش عملکرد اسانس در مناطق مرتفع و پر باران می‌باشد (Yavari *et al.*, 2010; Habibi *et al.*, 2007; Figueiredo *et al.*, 2008).

با توجه به اینکه در حال حاضر گیاه پونه‌سای بینالودی از طبیعت برداشت می‌شود. بررسی کمی و کیفی این گیاه در رویشگاه‌های طبیعی نقش بسزایی در شناسایی اکوتیپ‌های برتر جهت کشت و اهلی سازی این گیاه با ارزش دارد.

از طرفی با توجه به اهمیت ارتفاع از سطح دریا بر عملکرد سرشاخه و بازده اسانس در رویشگاه طبیعی در ارتفاعات بینالود استان خراسان رضوی و عدم وجود تحقیقاتی در این زمینه انجام این تحقیق ضروری به نظر می‌رسد. هدف از این تحقیق بررسی اثر رویشگاه بر عملکرد، صفات مورفولوژیکی و بازده اسانس در پونه‌سای

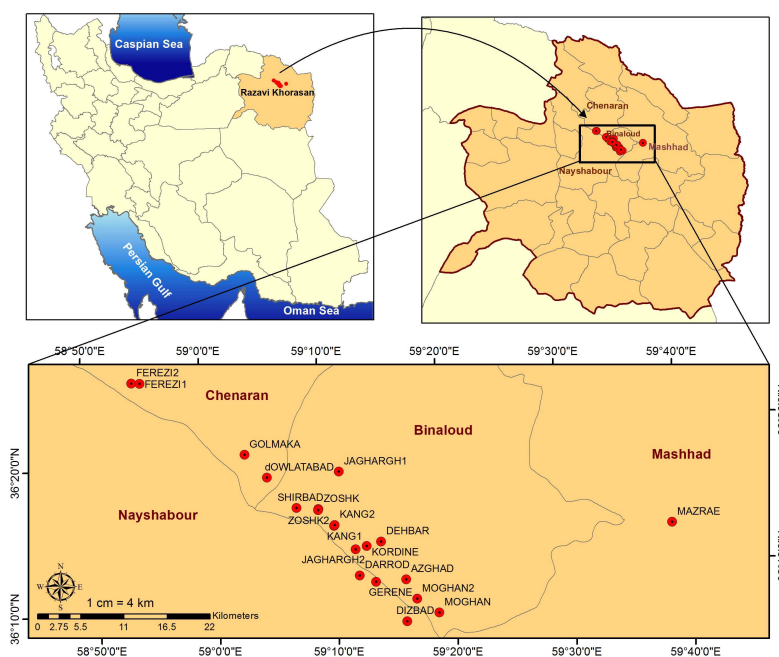
مورفولوژیکی همه بوته اندازه‌گیری شد و میانگین ۱۰ بوته بعنوان تکرار در نظر گرفته شد. علاوه بر این، از هر ترانسکت یک نمونه ۱۰۰ گرمی با مخلوط کردن سرشاخه ۱۰ بوته برای اندازه‌گیری اسانس انتخاب شدند.

نمونه‌برداری به نحوی انجام شد که تا حد امکان بیانگر کل رویشگاه مورد بررسی باشد. نمونه برداری با استفاده از سه ترانسکت موازی به طول ۱۰۰ متر انجام گرفت. از روی هر ترانسکت ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب شدند و عملکرد و صفات

جدول ۱. موقعیت جغرافیایی، شرایط آب و هوایی ۲۰ رویشگاه نمونه برداری پونه‌سای بینالودی در رشته کوه بینالود، مشهد ایران.

Table 1. Geographical locations and climatic conditions of 20 sampling sites of *Nepeta binaludensis* in Binalud Mountain, Mashhad, Iran.

No	Local	Altitude (m a sl)	Latitude N	Longitude E	Annual raining (mm)	Hot month raining (mm)	Wet month Temp. (°C)	Annual Temp. (°C)	Slope degree	Slope (%)
1	Azghad	2288	36°10'35"	59°16'02"	308	18	5.30	6.20	11.76	20.83
2	Darrod	2480	36°11'07"	59°12'10"	325	22	3.90	4.60	14.47	25.80
3	Dehbar	2413	36°13'19"	59°14'12"	306	18	5.60	6.50	24.70	46.00
4	Dizbad	2457	36°07'43"	59°15'51"	271	11	9.30	10.50	4.28	7.49
5	Dowlatabad	2344	36°18'22"	59°05'02"	301	18	5.70	6.70	25.88	48.52
6	Ferezi1	2391	36°25'30"	58°54'55"	298	19	6.00	6.90	16.81	30.22
7	Ferezi2	2268	36°25'35"	58°54'13"	300	19	5.60	6.50	7.42	13.02
8	Gerene	2630	36°10'35"	59°13'29"	313	19	4.80	5.70	39.13	81.36
9	Golmakan	2375	36°20'03"	59°03'17"	308	20	5.20	6.00	4.30	7.52
10	Jaghargh1	2366	36°18'22"	59°11'08"	303	18	5.70	6.70	20.84	38.06
11	Jaghargh2	2258	36°12'57"	59°12'01"	301	18	5.90	6.90	10.63	18.76
12	Kang1	2575	36°14'40"	59°10'21"	315	20	4.60	5.40	18.57	33.60
13	Kang2	2521	36°14'44"	59°10'24"	320	21	4.30	5.10	10.56	18.64
14	Kordine	2154	36°13'06"	59°12'58"	292	15	6.40	7.50	16.92	30.41
15	Mazrae	1017	36°12'56"	59°38'53"	254	6	7.90	12.50	0.26	0.46
16	Moghan1	2501	36°08'07"	59°18'36"	312	18	5.10	6.00	23.81	44.12
17	Moghan2	2482	36°09'12"	59°16'50"	314	19	4.90	5.70	18.08	32.65
18	Shirbad	2490	36°16'07"	59°07'19"	315	20	4.50	5.40	18.50	33.45
19	Zoshk1	2509	36°15'54"	59°09'09"	323	22	3.90	4.70	19.93	36.26
20	Zoshk2	2650	36°15'50"	59°09'07"	323	22	3.90	4.70	16.37	29.37



شکل ۱. نقشه ۲۰ رویشگاه نمونه برداری از گیاه پونه‌سای بینالودی در رشته کوه بینالود، مشهد، ایران.

Figure 1. Location map of 20 sampling sites of *Nepeta binaludensis* in Binalud Mountain, Mashhad, Iran.

برای همه صفات نشان داد. نتایج مقایسه میانگین بین جمعیت‌ها در رویشگاه‌های مختلف برای وزن تر نشان داد که جمعیت زشک با وزن تر $378/20$ گرم نسبت به بقیه جمعیت‌ها وزن تر بیشتری داشت. کمترین وزن تر با $58/20$ گرم و $87/60$ به ترتیب در جمعیت‌های گرینه و دیزباد بدست آمد. روند تغییرات وزن خشک و تر سرشاخه مشابه بود و جمعیت‌های زشک ۱ گرینه به ترتیب با $140/8$ و $23/2$ گرم در بوته گرم بیشترین و کمترین وزن خشک سرشاخه داشتند. از لحاظ ارتفاع گیاه، جمعیت زشک ۲ با $58/1$ سانتی‌متر نسبت به بقیه جمعیت‌ها ارتفاع ساقه بیشتری داشت. کمترین ارتفاع ساقه با $32/2$ سانتی‌متر در جمعیت جاغرق ۱ بدست آمد (جدول ۲). برای طول میانگره، جمعیت شیرباد با 5 سانتی‌متر نسبت به بقیه جمعیت‌ها طول میانگره بیشتری داشت. کمترین طول میانگره با $2/63$ سانتی‌متر جمعیت درود نیشابور بدست آمد.

بیشترین و کمترین سطح برگ با $252/7$ و $48/92$ میلی‌متر مربع به ترتیب در جمعیت فریزی ۱ و مزرعه صدیقی بدست آمد. از لحاظ قطر ساقه، جمعیت ازغد با $4/85$ میلی‌متر نسبت به بقیه جمعیت‌ها قطر ساقه بیشتری داشت. کمترین قطر ساقه با $2/81$ میلی‌متر در جمعیت جاغرق ۱ بدست آمد.

نتایج مقایسه میانگین بین جمعیت‌ها در رویشگاه‌های مختلف برای بازده اسانس نشان داد که بیشترین و کمترین بازده اسانس با $4/9$ و $1/2$ درصد به ترتیب در جمعیت‌های درود نیشابور و فریزی ۱ بدست آمد. نتایج بدست آمده مربوط به رویشگاه‌های با طبقات ارتفاعی و شیب و دامنه‌های مختلف است و عملکرد جمعیت‌ها می‌تواند علاوه بر عوامل اقلیمی ناشی از تفاوت ژنتیکی آنها باشد. بنابراین جهت معرفی رقم لازم است جمعیت‌های نخبه شناسایی شوند و در محیط یکسان در قالب طرح‌های آزمایشی در چند محیط مورد بررسی قرار گیرند تا نسبت به اهلی سازی و معرفی جمعیت‌های پرمحصول مبادرت نمود.

همبستگی بین صفات

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی نشان داد که ارتفاع گیاه با قطر ساقه، وزن تر و خشک سرشاخه همبستگی

اندام‌های هوایی گیاهان در مرحله گلدهی جمع‌آوری و سپس در در سایه و در دمای محیط خشک شدند گیاهان خشک شده پس از آسیاب شدن با استفاده از روش تقطیر با آب، با دستگاه طرح کلونجر اسانس‌گیری شدند. در هر تکرار از اسانس‌گیری، 50 تا 60 گرم گیاه استفاده شد. زمان اسانس‌گیری برای تمام نمونه‌ها به طور یکسان دو ساعت بود. بازده اسانس بر حسب وزن خشک (W/W) محاسبه گردید. با اضافه کردن سولفات سدیم به اسانس آب اضافی گرفته شد. اسانس‌ها در ظرف‌های در بسته در یخچال نگهداری شدند. در این تحقیق ۷ صفت مورفولوژیکی شامل، طول میانگره، وزن خشک بوته (گرم)، وزن تر بوته (گرم)، ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)، قطر ساقه (سانتی‌متر)، تعداد شاخه فرعی در بوته و سطح برگ (میلی‌متر مربع) محاسبه گردید

روش تجزیه آماری

داده‌های جمع‌آوری شده از 20 رویشگاه مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. قبل از تجزیه آماری، نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون Kolmogorov-Smirnov با استفاده از نرم افزار Minitab مورد آزمون قرار گرفتند و پس از اطمینان از همگنی واریانس‌ها، تجزیه واریانس یک طرفه بین جمعیت‌ها انجام شد و پس از تأیید اختلاف معنی‌دار، مقایسه میانگین بین جمعیت‌ها به روش توکی در سطح معنی‌داری $0/05$ انجام شد. همچنین همبستگی پیرسون به تفکیک بین صفات مورفولوژیکی و بین پارامترهای اقلیمی و صفات مورفولوژیکی محاسبه شد. به منظور درک بهتر روابط بین فاکتورهای اقلیمی و صفات مورفولوژیکی و بازده اسانس در پراکنش جمعیت‌ها از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. گروه بندی جمعیت‌ها از نظر صفات مورفولوژیکی و بازده اسانس به وسیله تجزیه خوشه‌ای به روش Ward انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات

نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد را در میان جمعیت‌های مورد مطالعه

همبستگی بین بازده اسانس با کلیه صفات مورفولوژیکی منفی، ولی غیرمعنی دار بود که نشان دهنده این است که رابطه قوی بین عملکرد سرشاخه و مقدار اسانس وجود ندارد و می توان انتظار داشت که با اهلی کردن جمعیت های پرمحصول این گیاه، اسانس آنها کاهش نمی یابد. در همین رابطه Esmacili et al. (2016) در مرزه رشینگری *Satureja rechingeri* همبستگی منفی بین بازده اسانس با صفات طول میانگره، طول برگ، طول جام گزارش نمودند. Hadian et al. (2011) در مرزه خوزستانی *Satureja khuzistanica* همبستگی منفی بین میزان اسانس با طول میانگره گزارش کردند که تا حدی با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

مثبت و معنی داری داشت که نشان دهنده این است که جمعیت های دارای ارتفاع بیشتر سرشاخه هوایی بیشتری تولید می کنند. همبستگی بین طول میانگره با وزن تر و خشک سرشاخه در سطح احتمال ۵ درصد مثبت و معنی دار بود. همین روند برای قطر ساقه مشاهد شد بطوری که جمعیت های دارای قطر ساقه بیشتر عملکرد سرشاخه بیشتری داشتند. همبستگی بین بازده اسانس با کلیه صفات مورفولوژیکی منفی و غیرمعنی دار بود. این نتیجه نشان می دهد که بازده اسانس ارتباط چندانی با عملکرد سرشاخه ندارد و می توان جمعیت های پرمحصول با بازده اسانس بیشتر شناسایی و انتخاب نمود (جدول ۴).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر رویشگاه بر برخی صفات مورفولوژیکی پونه سالی بینالودی.

Table 2. Results of variance analysis effect of site on some morphological traits of *Nepeta binaludensis*.

Source of variation	df	Mean of squares							
		Plant height	Internode length	Leaf length	Leaf width	Stem diameter	Branch number	Aerial fresh weight	Aerial dry weight
Sites	19	537.0**	3.6**	101.3**	52.9**	3.5**	20.7**	70031.7**	9755.6**
Error	180	37.3	0.4	3.3	2.4	0.5	5.6	4354.0	613.0
CV%		14.1	17.4	12.4	18.7	19.1	20.9	39.4	39.6

** : تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

** : Significantly difference at 1% of probability level.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر رویشگاه بر برخی صفات مورفولوژیکی و بازده اسانس پونه سالی بینالودی.

Table 3. Mean comparison effect of site on some morphological traits and essential oil yield of *Nepeta binaludensis*.

Site name	Plant height (cm)	Internode length (cm)	Leaf area (mm ²)	Stem diameter (mm)	Branch number	Aerial fresh weight (g/p)	Aerial dry weight (g/p)	Essential oil % (w/w)
Gerineh	35.40 ef	4.58 ab	118.19d	3.81 de	10.30c	58.2 h	23.2 h	2.0cd
Dizbad	38.85 def	4.26 bc	70.15e	3.87 de	10.60c	87.6 gh	39.0 fgh	1.3d
Zoshk1	52.40 ab	4.08 cd	75.58de	4.79 a	10.00c	378.2 a	140.8 a	2.7bc
Shirbad	47.59 bc	5.00 a	59.45e	3.73 de	9.90c	299.2 b	110.0 b	2.9b
Ferizi1	50.10 b	3.41 fg	248.75a	4.23 bc	10.10 c	273.9 bc	105.8 b	1.2d
DolatAbad	38.60 def	3.57 ef	194.33b	3.59 ef	10.90 bc	127.8 efg	50.9 efg	3.3ab
Golmakan	37.85 def	3.37 fg	186.05b	3.80 cde	9.90 c	207.5 cd	73.0 cde	2.8b
Kang1	45.90 bcd	3.69 de	116.55d	3.07 fg	11.30 bc	136.6 efg	44.0 efg	2.7abc
Kang2	33.70 ef	3.27 fg	105.25d	3.95 cd	11.90abc	189.2 def	63.0 ef	2.7abc
Dehbar	38.60 def	3.38 fg	169.39bc	3.20 efg	10.50 c	92.2 gh	28.2 h	2.3c
Azghad	51.00 ab	3.79 cde	192.81b	4.85 a	10.70 c	175.3 ef	70.7 def	2.1cd
Moghan1	45.50 bcd	3.43 fg	177.94bc	4.25 bc	11.50 bc	170.7 ef	67.4 def	2.2c
Moghan2	49.20 bc	3.85 cde	154.80c	4.43 abc	10.50 c	191.7 cde	75.0 cd	4.2a
Kordineh	46.90 bc	3.29 fg	98.40d	3.81 de	12.60abc	138.0 efg	49.3 efg	1.4d
Mazrae	45.00 bcd	2.80 gh	48.69f	3.14 efg	13.90 ab	105.2 fg	37.6fgh	1.8cd
Darrod	31.80 f	2.63 h	61.90e	4.13 cd	11.20 bc	91.0 gh	33.3 gh	4.9a
Jaghargh1	31.20 f	3.42 fg	58.10e	2.81 g	10.30 c	103.5 fgh	41.5 fg	3.8ab
Jaghargh2	44.60 bcd	3.08 fgh	66.78e	3.20 efg	13.90 ab	101.3 fgh	40.2 fg	3.7ab
Ferizi2	41.30 cde	3.13 fgh	160.26bc	3.40 ef	11.00 bc	148.0 ef	56.5 efg	2.1cd
Zoshk2	58.10 a	4.41 abc	167.06bc	4.69 ab	14.80 a	273.7 bc	101.8 bc	2.0cd

در هر ستون میانگین هایی با حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

In each column means followed by at least a common letter, are not significantly difference at 5% probability level.

جدول ۴ ضرایب همبستگی بین عملکرد سرشاخه و صفات مورفولوژیکی و بازده اسانس پونه‌سای بینالودی.

Table 4. Correlations among aerial yield, morphological traits and essential oil content of *Nepeta binaludensis*.

Traits	Plant height (cm)	Internode length (cm)	Leaf area (mm ²)	Stem diameter (mm)	Branch number	Aerial fresh weight (g/plant)	Aerial dry weight (g/plant)	Essential oil %
Plant height (cm)	1							
Internode length (cm)	0.36	1						
Leaf area (mm ²)	0.28	0.01	1					
Stem diameter (mm)	0.55**	0.33	0.35	1				
Branch number	0.31	-0.27	-0.21	-0.08	1			
Aerial fresh weight (g/p)	0.66**	0.41*	0.21	0.60**	-0.15	1		
Aerial dry weight (gp)	0.68**	0.43*	0.22	0.64**	-0.16	0.99**	1	
Essential oil % (w/w)	-0.36	-0.24	-0.30	-0.11	-0.11	-0.11	-0.12	1

*, **: Significantly difference at 5 and 1% probability level, respectively.

** و *: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

در مجموع رابطه بین عملکرد سرشاخه تر و خشک و بازده اسانس با عوامل اقلیمی مشابه بود بطوری که هر سه صفت با بارندگی و افزایش ارتفاع از سطح دریا همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند ($P < 0.05$), بطوری که بیشترین عملکرد سر شاخه و بازده اسانس در مناطق پرباران و معتدل بدست آمد و با افزایش دمای رویشگاه عملکرد آنها کاهش یافت. با این وجود این روند برای تمام جمعیت‌ها یکسان نبود و برخی استثناء وجود داشت برای مثال در رویشگاه جاغرق ۱ و ۲ با اینکه که در ارتفاعات پایین‌تر و تحت شرایط تنش رطوبتی قرار داشت میزان اسانس آنها به نسبت بیشتر بود. منابع منتشر شده در این رابطه نیز متفاوت است برای مثال Yavari *et al.* (2010) در آویشن *Thymus migricus* و Habibi *et al.* (2007) در آویشن کوهی *T. kotschyanus* و Figueiredo *et al.* (2008) در آویشن باغی *Thymus vulgaris* رابطه منفی بین ارتفاع از سطح دریا و بازده اسانس گزارش نمودند و بیان کردند که تنش رطوبتی موجب افزایش بازده اسانس می‌شود. Figueiredo *et al.* (2008) دلیل افزایش اسانس را در تنش رطوبتی و افزایش دما و دانستند و بیان داشتند که تنش ملایم خشکی در برخی گونه‌های گیاهی باعث افزایش بیوسنتز اسانس‌ها می‌شود. در مقابل Layeghaghghi *et al.* (2017) با ارزیابی اثر ارتفاع از سطح دریا بر روی صفات مورفولوژیک و ترکیب اسانس گونه *Nepeta pogonosperma* در منطقه الموت گزارش کردند که در ارتفاعات بالاتر (۲۸۰۰ متر) عملکرد و کمیت ترکیبات اسانس افزایش می‌یابد و Mohammadian *et al.* (2014) نیز در مورد اثر ارتفاع از سطح دریا بر بازده اسانس آویشن *Thymus fallax* در چهار رویشگاه الشتر (ارتفاع ۱۸۰۰ متری)، زاغه (ارتفاع

همبستگی بین عوامل رویشگاهی با صفات مورفولوژیکی و بازده اسانس

نتایج تجزیه همبستگی بین عوامل اقلیمی و صفات مورفولوژیکی و بازده اسانس در جدول ۵ آمده است. نتایج نشان داد که طول میانگره با ارتفاع از سطح دریا و شیب منطقه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت که نشان‌دهنده این است که جمعیت‌های که در دامنه‌های پرشیب و مرتفع رویش دارند فاصله میانگره بیشتری دارند. همبستگی بین قطر ساقه با میزان بارندگی سالیانه مثبت و در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود که نشان‌دهنده این است که در مناطق پرباران قطر ساقه پونه‌سا بیشتر است. رابطه بین تعداد شاخه و ارتفاع از سطح دریا منفی و در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود که نشانگر این است که در مناطق کم ارتفاع، تعداد انشعابات این گیاه بیشتر است. رابطه بین عملکرد سرشاخه تر و خشک و بازده اسانس با عوامل اقلیمی مشابه بود بطوری که هر سه صفت با بارندگی همبستگی مثبت و معنی‌دار و با دما رابطه منفی و معنی‌دار ($P < 0.05$) داشتند. بطوری‌که بیشترین عملکرد سر شاخه و بازده اسانس در مناطق پرباران و معتدل بدست آمد و با افزایش دمای رویشگاه عملکرد آنها کاهش یافت.

در پژوهش حاضر عوامل اقلیمی مثل بارندگی، ارتفاع از سطح دریا و درصد شیب با صفات مختلف مورفولوژیکی و عملکرد اسانس ارتباط مثبت دارند و رشد گیاه و محتوی اسانس در مناطق مرتفع، سرد، پرباران بیشتر بود. این یافته نشان‌دهنده سازگاری پونه‌سای بینالودی با مناطق سرد و مرتفع است (شکل ۴ و جدول ۷).

رویشگاه‌هایی قرار گرفته‌اند که با متغیرهای مؤلفه اول که عوامل اقلیمی هستند ارتباط دارند برای مثال رویشگاه های ازغد، فریزی ۱، مغان ۱، مغان ۲، شیرباد، زشک و زشک ۲ همگی کم و بیش در مناطق مرتفع، معتدل تا سرد، پرباران قرار دارند (شکل ۲).

همانطور که قبلاً گفته شد در مؤلفه دوم وزن تر، وزن خشک، ارتفاع گیاه، قطرساقه و بازده اسانس بیشترین نقش را داشتند و با توجه به ضرایب منفی این صفات نتیجه گیری شد که جمعیت‌هایی پراکنش یافته در پایین نمودار مثل زشک ۹۷ و مزرعه صدیقی، کردینه و جاقرق ۲، عملکرد سرشاخه و بازده اسانس، ارتفاع گیاه و قطرساقه بیشتری دارند و برعکس جمعیت‌هایی که بالای نمودار دارای میانگین کمتری برای صفات مذکور هستند (شکل ۲). نمودار بارگذاری شده ضرایب بردارهای ویژه بین صفات مورفولوژیکی و اقلیمی بر اساس داده‌های دو مؤلفه اصلی اول و دوم در شکل ۳ آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود پراکنش صفات مختلف بصورت بردار نمایش داده شده است. هرچه طول بردار بیشتر باشد نشان‌دهنده نقش مهم آن صفت در تنوع بین جمعیت‌ها می‌باشد. از طرف دیگر هرچه زاویه بین بردارها کم (حاده) باشد نشان‌دهنده همبستگی مثبت قوی بین متغیرهای مورفولوژیکی و اقلیمی می‌باشد و اگر زاویه بردارها منفرجه و بیشتر از ۹۰ درجه باشد نشان‌دهنده همبستگی منفی بین متغیرهای مختلف است. با مطابقت دادن شکل های ۲ و ۳ مشاهده می‌شود که جهت بسیاری از بردارها (صفات) به سمت راست نمودار که جمعیت‌های کلاستر ۲ می‌باشد. و به عبارت دیگر جمعیت‌های کلاستر ۲ با مناطق مرتفع و پرباران سازگاری خوبی داشته و عملکرد سرشاخه و عملکرد اسانس بیشتری دارند. در مقابل، جهت بردارهای سمت چپ به سمت تعداد شاخه و دمای بیشتر می‌باشد که با جمعیت‌های کلاستر ۱ ارتباط دارند (شکل ۳).

تجزیه خوشه‌ای

مقایسه بین رویشگاه‌ها بر اساس صفات یک متغیره نتایج متفاوتی دارد و به همین دلیل گروه‌بندی

۲۰۰۰ متری)، رازان (ارتفاع ۲۲۰۰ متری و رویشگاه ریمله (ارتفاع ۲۵۰۰ متری) نشان دادند که میزان اسانس در رویشگاه الشتر کمترین و در رویشگاه ریمله بیشترین می‌باشد که با تحقیق حاضر همخوانی دارد.

همبستگی بین طول میانگره با ارتفاع از سطح دریا، همبستگی بین قطر ساقه با میزان بارندگی و همبستگی بین عملکرد سرشاخه با میزان بارندگی مثبت و معنی‌دار بود ($P < 0.05$) داشتند که نشان‌دهنده این است که در مناطق مرتفع، سرد و پرباران رشد این گیاه افزایش می‌یابد. همبستگی بین تعداد شاخه و ارتفاع از سطح دریا منفی و در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود که نشانگر این است که در مناطق کم ارتفاع، تعداد انشعابات این گیاه بیشتر است. همبستگی بین سطح برگ و ارتفاع از سطح دریا مثبت ولی غیرمعنی‌دار بود. با این وجود در برخی گزارشات حاکی از رابطه منفی بین ارتفاع از سطح دریا با طول برگ در گونه *Nepeta nuda* (Kofidis, 2008) و *Bosabalidis* (2008) و در گونه *Nepeta crassifolia* (Narimani et al., 2017) و در گونه *Origanum onites* (Özorgucu & Gonuz, 1999) است.

تجزیه به مؤلفه اصلی (PCA)

در جدول تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، مقادیر ویژه حاصل از مؤلفه‌های ۱ تا ۵ از یک بیشتر بودند و به ترتیب ۴۱، ۲۱، ۱۳، ۷ و ۷ درصد و در مجموع ۸۹ درصد از کل واریانس متغیرها را توجیه نمودند. مقادیر نسبی ضرایب بردارهای ویژه در مؤلفه اول، نشان داد که پارامترهای اقلیمی شامل بارندگی سالیانه، بارندگی ماه گرم، ارتفاع منطقه، دمای ماه مرطوب و دمای سالیانه بیشترین نقش در تنوع بین جمعیت‌ها داشتند. در مؤلفه دوم وزن تر، وزن خشک، ارتفاع گیاه، قطرساقه ۲۱ درصد تنوع موجود را توجیه نمودند. در مؤلفه سوم شیب رویشگاه و طول میانگره و مؤلفه های چهارم و پنجم به ترتیب سطح برگ و تعداد شاخه فرعی دارای ضرایب بردارهای ویژه بیشتری بودند (جدول ۶).

دیاگرام پراکنش ۲۰ جمعیت پونه‌سای بینالودی بر اساس تجزیه داده‌های مورفولوژیکی و اقلیمی بر روی دو مؤلفه اول و دوم در شکل ۱ آمده است. همانطور که ملاحظه می‌شود در سمت راست نمودار

پونه‌سای بینالودی با استفاده از آزمون تی استیوودنت انجام شد (جدول ۷). نتایج نشان داد که تفاوت بین دو کلاستر برای کلیه صفات بجز بازده اسانس و تعداد انشعاب در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. بیشترین میانگین عملکرد سرشاخه و صفات مورفولوژیکی در جمعیت‌های کلاستر ۲ بدست آمد. از لحاظ عوامل اقلیمی جمعیت‌های کلاستر ۲ در مناطق مرتفع، سرد، پرباران و پرشیب قرار داشتند. در حالیکه جمعیت‌های کلاستر ۱ در مناطق پایین دست، گرم، کم باران و کم شیب واقع شده بودند در تجزیه کلاستر جمعیت‌ها در ۲ گروه متفاوت قرار گرفتند. در پراکنش جمعیت‌ها براساس مؤلفه اول و دوم (شکل ۱)، تطابق خوبی بین تجزیه کلاستر و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی وجود داشت.

رویشگاه‌ها و جمعیت‌ها بر اساس روش‌های آماری چند متغیره انجام شد. برای گروه بندی جمعیت‌ها و تعیین فاصله بین آنها از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward انجام شد. در تجزیه خوشه‌ای از کلیه صفات بر روی ۲۰ جمعیت استفاده گردید (شکل ۴).

در تجزیه خوشه‌ای با روش دندروگرام در فاصله اقلیدسی ۹/۴۳ ژنوتیپ‌ها در دو گروه متفاوت به شرح زیر قرار گرفتند. در کلاستر ۱ جمعیت‌های درود نیشابور، دهبار، دیزباد، دولت‌آباد، فریزی ۲، گرینه، گل‌مکان، جاقرق ۱، جاقرق ۲، کنگ ۱، کنگ ۲، کردینه و مزرعه صدیقی قرار گرفتند. کلاستر ۲ شامل جمعیت‌های ازغد، فریزی ۱، مغان ۱، مغان ۲، شیرباد، زشک و زشک ۲ بودند (جدول ۷ و شکل ۴). مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی و پارامترهای اقلیمی در دو کلاستر در ۲۰ جمعیت

جدول ۵. همبستگی بین پارامترهای اقلیمی و عملکرد سرشاخه و صفات مورفولوژیکی پونه‌سای بینالودی.

Table 5. Correlations among climatic parameters with aerial yield and morphological traits of *Nepeta binaludensis*.

Traits	Plant height (cm)	Internode length (cm)	Leaf area (mm ²)	Stem diameter (mm)	Branch number	Aerial fresh weight (g/plant)	Aerial dry weight (g/plant)	Essential Oil% (w/w)
Altitude (m)	-0.03	0.49**	0.26	0.35	-0.40*	0.24	0.24	0.20
Annual precipitation (mm)	0.06	0.26	0.19	0.42*	-0.23	0.40*	0.37	0.47*
Hot month raining (mm)	0.05	0.21	0.28	0.37	-0.28	0.45*	0.42*	0.42*
Cold month temperature (°C)	-0.13	-0.16	-0.15	-0.36	0.10	-0.45*	-0.40*	-0.47*
Annual temperature (°C)	-0.07	-0.24	-0.25	-0.39	0.26	-0.41*	-0.38	-0.43*
Slope (%)	-0.08	0.41*	0.19	0.06	-0.31	-0.05	-0.04	0.10
Slope degree	-0.11	0.41*	0.17	0.04	-0.30	-0.09	-0.08	0.08

*، **: Significantly difference at 5 and 1% probability level, respectively.

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

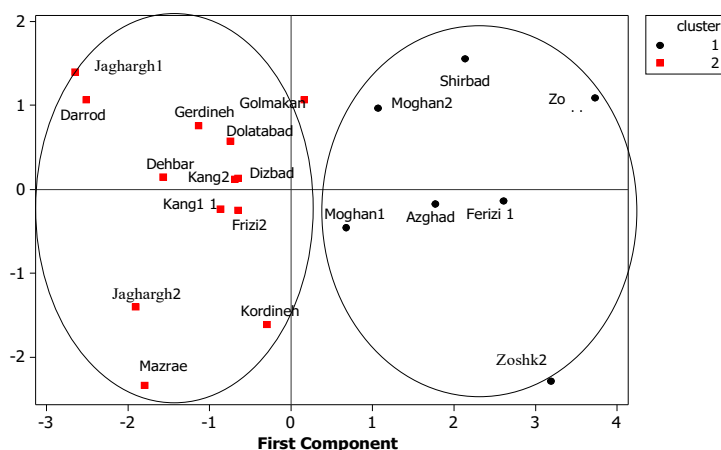
جدول ۶. ماتریس ضرایب بردارهای ویژه، مقادیر ویژه و واریانس پنج مؤلفه اصلی اول برای متغیرهای مورد بررسی در ۲۰ جمعیت پونه‌سای بینالودی.

Table 6. Matrix of coefficients of eigen vectors, eigenvalues and variance of the first five principal components for the examined traits in 20 populations of *Nepeta binaludensis*.

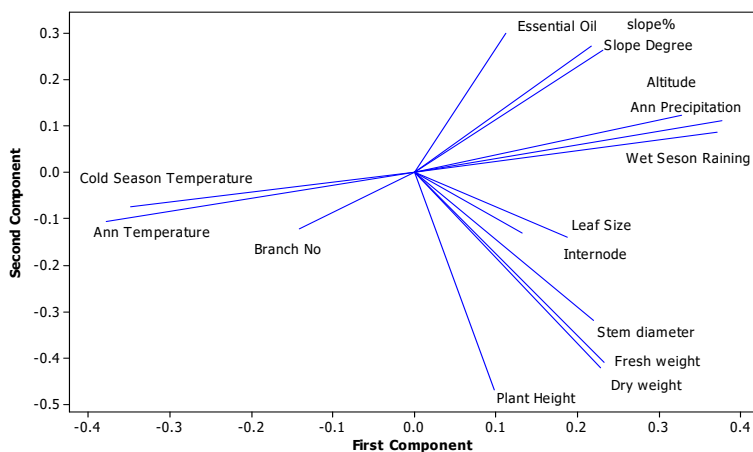
Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Altitude (m above sea level)	0.33	0.12	-0.10	-0.08	0.14
Hot month raining (mm)	0.37	0.09	0.19	-0.11	-0.01
Annual precipitation (mm)	0.38	0.11	0.18	0.01	-0.07
Cold month temperature (°C)	-0.35	-0.08	-0.24	-0.08	0.18
Annual temperature (°C)	-0.38	-0.11	-0.16	0.04	0.07
Plant height (cm)	0.10	-0.47	-0.07	0.16	-0.32
Stem diameter (cm)	0.22	-0.32	-0.01	-0.11	-0.06
Aerial dry weight (g/plant)	0.23	-0.42	0.06	0.08	0.20
Aerial fresh weight (g/plant)	0.23	-0.41	0.09	0.09	0.19
Slope degree	0.23	0.26	-0.41	0.15	-0.22
Slope %	0.22	0.27	-0.43	0.15	-0.22
Internode length (cm)	0.19	-0.14	-0.41	0.43	0.25
Essential oil% (w/w)	0.11	0.30	0.45	0.16	0.13
Leaf area (cm ²)	0.13	-0.13	-0.21	-0.75	-0.27
Branch number	-0.14	-0.12	0.23	0.32	-0.72
Eigenvalue	6.21	3.10	1.88	1.09	1.06
Proportion	0.41	0.21	0.13	0.07	0.07
Cumulative	0.41	0.62	0.75	0.82	0.89

اضرایب با فونت درشت که زیر آنها خط کشیده شده دارای همبستگی معنی دار با مؤلفه مورد نظر می باشند.

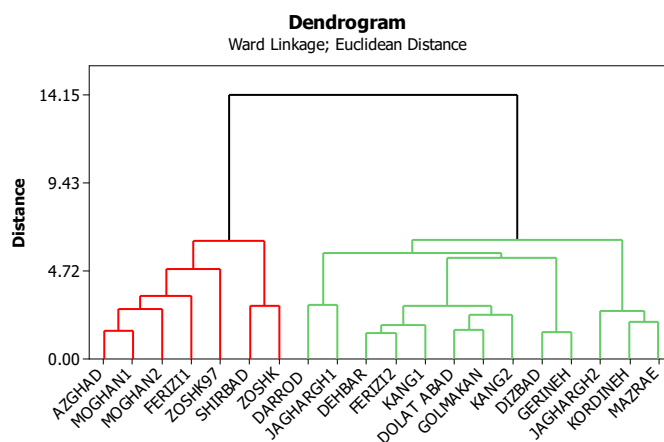
* The bold font and underline coefficients have significant correlation with the relevant axes.



شکل ۲. دیاگرام پراکنش ۲۰ جمعیت پونه‌سای بینالودی براساس تجزیه داده‌های مورفولوژیکی و اقلیمی بر روی دو مؤلفه اول و دوم.
 Figure 2. Scatter plot of 20 populations of *Nepeta binaludensis* of the first two axes (PCA analysis) for morphological and climatic traits.



شکل ۳. ضرایب بردارهای ویژه بین صفات مورفولوژیکی و اقلیمی پونه‌سای بینالودی بر اساس داده‌های دو مؤلفه اصلی اول و دوم.
 Figure 3. Loading plot of climatic and morphological traits of *N. binaludensis* based on the first two axes of PCA.



شکل ۴. دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر به روش وارد بر اساس میانگین صفات مورفولوژیکی در ۲۰ جمعیت پونه‌سای بینالودی.
 Figure 4. Dendrogram of the 20 populations of *Nepeta binaludensis* resulting from the cluster analysis of all morphological traits based on Ward method.

جدول ۷. مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی و پارامترهای اقلیمی در دو کلاستر حاصل از تجزیه خوشه ای ۲۰ جمعیت پونه‌سای بینالودی.

Table 7. Comparison of mean morphological traits and climatic parameters in two clusters obtained from cluster analysis of 20 populations of *Nepeta binaludensis*.

Variables	Chuster1	Chuster2
	(low altitude, warm, low rain area)	(high altitude; cold, rainy, and steepy)
	Darrod, Dehbar, Dizbad, Dowlat abad, Mazreah Ferizi2, Jaghragh 1,2, Gerine, Golmakan, Kang1,2	Azghad, Ferizi1, Moghan1, Moghan2 Shirbad, Zoshk1, Zoshk2
Plant height (cm)	39.21b	50.56a
Internode length (cm)	3.42b	4.0a
Leaf area (cm ²)	111.86b	153.75a
Stem diameter (mm)	3.52b	4.34a
Branch No.	11.41b	11.07a
Aerial fresh weight (g/plant)	122.01	251.81a
Aerial dry weight (g/plant)	44.59b	95.93a
Essential oil% (w/w)	2.75a	2.47a
Altitude(m above sea level)	2397b	2473a
Annual precipitation (mm)	300.7b	313.3a
Hot season raining (mm)	17.31b	19.71a
Cold season temperature (°C)	5.76a	4.80b
Annual temperature (°C)	6.97a	5.66b
Slope%	15.23b	17.89a
Slope degree	28.43b	32.41a

در هر ردیف میانگین کلاسترها که دارای حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون تی تست در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.
In each row means of clusters followed by common letter, are not significantly difference at 5% probability using T test.

نتیجه‌گیری کلی

خشک اندام هوایی بودند و در مناطق مرتفع رویش داشتند. در این مطالعه همبستگی معنی‌داری بین بازده اسانس با وزن سرشاخه خشک مشاهده نشد که میتواند بعنوان مزیت تلقی شود زیرا امکان گزینش جمعیت‌های پر محصول و با درصد اسانس بیشتر وجود دارد. با افزایش دمای رویشگاه، وزن تر و وزن خشک سرشاخه کاهش یافت و بیشترین عملکرد سرشاخه و بازده اسانس در مناطق پرباران و با هوای سرد بدست آمد. نتایج بدست آمده نشان‌دهنده وجود تنوع بالا در جمعیت‌های پونه‌سای بینالودی جهت استفاده در برنامه‌های به‌نژادی و کشت و اهلی کردن این گونه می‌باشد.

همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و عملکرد اسانس با عوامل رویشگاهی مثل بارندگی، ارتفاع از سطح دریا و درصد شیب مثبت و معنی‌دار و با دمای رویشگاه منفی و معنی‌دار بود. بطوریکه با افزایش ارتفاع و کاهش دما، میانگین صفات مذکور افزایش یافت. جمعیت رویشگاه‌های (زشک ۱ و ۲، شیرباد و فریزی ۱) دارای بیشترین وزن خشک اندام هوایی بین ۱۰۰ تا ۱۴۰ گرم در بوته بودند. جمعیت‌های (درود، مغان ۲؛ جاغرق ۱ و ۲) دارای بیشترین بازده اسانس بین ۳ تا ۴/۵ درصد بودند. جمعیت‌های زشک ۱ و شیرباد دارای مقادیر بالاتری وزن

REFERENCES

- Eghlima, G., Hadian, J., & Motallebi Azar, A. R. (2018). A survey on diversity of morphological and biological production traits of *Satureja rechingeri* Jamzad clones in Dezfool climate. *Plant Productions (Agronomy, Breeding and Horticulture)*, 40(4), 42-52. (In Farsi).
- Esmaili, H., Hadian, J., Mirjalili, M. & Rezaadoost, H. (2016). Evaluation of some morphological, phytochemical and ecological characteristics of different populations of *Satureja rechingeri* Jamzad'. *Journal of Range and Watershed Managment*, 69(1), 1-12. (In Farsi).
- Formisano, C., Rigano, D. & Senatore, F. (2011). Chemical constituents and biological activities of *Nepeta* species. *Chemistry & Biodiversity*, 8(10), 1783-1818.
- Figueiredo, A.C., Barroso, J.G., Pedro, L.G. & Scheffer, J.J. (2008). Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, 23(4), 213-226.
- Ghahreman, A. & Attar, F. (1999). *Biodiversity of plant species in Iran: The vegetation of Iran, plant species, red data of Iran, endemic species, rare species, species threatened by extinction*. Central Herbarium of Tehran University, Faculty of Science (1st Ed). University of Tehran Press. (In Farsi).

6. Gonuz, A. & Özorgucu, B. (1999). An investigation on the morphology, anatomy and ecology of *Origanum onites* L. *Turkish Journal of Botany*, 23(1), 19-32.
7. Hadian, J., Hossein Mirjalili, M., Reza Kanani, M., Salehnia, A. & Ganjipoor, P. (2011). Phytochemical and morphological characterization of *Satureja khuzistanica* Jamzad populations from Iran. *Chemistry & Biodiversity*, 8(5), 902-915.
8. Hadian, J., Ebrahimi, S. N. & Salehi, P. (2010). Variability of morphological and phytochemical characteristics among *Satureja hortensis* L. accessions of Iran. *Industrial Crops and Products*, 32(1), 62-69.
9. Habibi, H., Mazaheri, D., Majnoon Hosseini, N., Chaechi, M. R., Fakhr-Tabatabaee, M., & Bigdeli, M. (2007). Effect of altitude on essential oil and components in wild thyme (*Thymus kotschyanus* Boiss) Taleghan region. *Pajouhesh and Sazandegi*, 73, 2-10. (In Farsi).
10. Jamzad, Z., Chase, M. W., Ingrouille, M., Simmonds, M. S. & Jalili, A. (2003). Phylogenetic relationships in *Nepeta* L. (Lamiaceae) and related genera based on ITS sequence data. *Taxon*, 52(1), 21-32.
11. Khadivi-Khub, A., Salehi-Arjmand, H. & Hadian, J. (2014). Morphological and phytochemical variation of *Satureja bachtiarica* populations from Iran. *Industrial Crops and Products*, 54, 257-265.
12. Karimi, E., Ghasemnejad, A., Hadian, J., Akhundi, R. & Ghorbanpour, M. (2014). Evaluation of morphological diversity and essential oil yield of *Satureja mutica* Fisch. & CA Mey. populations growing wild in Iran. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 18(1), 7-16.
13. Kofidis, G. & Bosabalidis, A. M. (2008). Effects of altitude and season on glandular hairs and leaf structural traits of *Nepeta nuda* L. *Botanical Studies*, 49(4), 363-372.
14. Layeghhighi, M., Hassanpour Asil, M., Abbaszadeh, B., Sefidkon, F. & Matinizadeh, M. (2017). Investigation of altitude on morphological traits and essential oil composition of *Nepeta pogonosperma* Jamzad and Assadi from Alamut region. *Journal of Medicinal Plants and By-Product*, 6(1), 35-40.
15. Mohammadian, A., Karamian, R., Mirza M. & Sepahvand A. (2014). Effects of altitude and soil characteristics on essential of *Thymus fallax* Fisch. et C.A. Mey. indifferent habitats of Lorestan province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 30(4), 519-528. (In Farsi).
16. Nadjafi, F., Koocheki, A., Honermeier, B. & Asili, J. (2009). Autecology, ethnomedicinal and phytochemical studies of *Nepeta binaludensis* Jamzad a highly endangered medicinal plant of Iran. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 12(1), 97-110.
17. Narimani, R., Moghaddam, M., Ghasemi Pirbalouti, A. & Mojarab, S. (2017). Essential oil composition of seven populations belonging to two *Nepeta* species from Northwestern Iran. *International Journal of Food Properties*, 20(2), 2272-2279.
18. Razaee, M., Safarnejad, A., Arab, M., Alamdari, S. B. L. & Dalir, M. (2016). Investigation of morphologic variation and essence value in several thyme native species (*Thymus* sp.) of Iran. *Journal of Horticulture Science*, 30(3), 383-394. (In Farsi).
19. Rustaiyan, A. & Nadji, K. (1999). Composition of the essential oils of *Nepeta ispahanica* Boiss. and *Nepeta binaludensis* Jamzad from Iran. *Flavour and Fragrance Journal*, 14(1), 35-37.
20. Yavari, A.R., Nazeri, V.A., Sefidkon, F. & Hassani, M.E. (2010). Evaluation of some ecological factors, morphological traits and essential oil productivity of *Thymus migricus* Klokov & Desj.-Shost. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(2), 227-238. (In Farsi).
21. Zargari, A. (1990). Medicinal plants (4th Ed). University of Tehran Publication, Tehran, Iran. (In Farsi).