Evaluation of the morphophysiological and phytochemical characteristics of Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss) landraces in Isfahan province

M. Mohammad-Rezaei[ORCID][1], M. Hassanpour Asil[ORCID][2]*, J.A. Olfati[ORCID][3], M.M. Gheisari[ORCID][4]

1- Ph.D. Student, Department of Horticultural Sciences, Campus 2, University of Guilan, Rasht, Iran

2 and 3- Professor and Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran, respectively

(*- Corresponding Author Email: hassanpurm@guilan.ac.ir)

4- Associate Professor, Department of Chemistry, Islamic Azad University Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran

Introduction

The Persian Shallot (*Allium hirtifolium* Boiss) is a valuable medicinal plant native to Iran, known for its significant economic value and medicinal properties. Its rich phytochemical composition makes it useful in treating various conditions such as rheumatism, stomach ulcers, and microbial infections, while also showing potential as an aquaculture regulator. However, the overexploitation of natural habitats poses a threat to its biodiversity and survival. Sustainable practices in collection and cultivation are essential to address the increasing global demand while preserving genetic and chemical diversity. Iran's favorable climate and plant diversity position it well for the production and export of high-quality medicinal plants, including the Persian Shallot. Research on the nutritional value of native plants can further contribute to their recognition and utilization.

Material and Methods

This study was carried out in six habitats of *Allium hirtifolium* Boiss in Isfahan province in 2022, focusing on different altitudes. The research aimed to assess the morphophysiological and phytochemical characteristics of Persian shallot plants by collecting samples from six natural habitats at different altitudes. Each habitat yielded 50 samples during the growing season, which were then evaluated for traits such as number of leaf, leaf area, fresh and dry weight of bulb of Persian shallot. Phytochemical analysis involved grinding fresh plant leaves with acetone, followed by spectrophotometric readings to determine chlorophyll, carotenoid concentration, and antioxidant activity. Data analysis was carried out using variance analysis to compare means and cluster analysis to group habitats based on their traits. The study employed SAS, SPSS and Excel software for statistical analysis and visualization.

Results and Discussion

The results revealed significant diversity among Persian Shallot plants from different habitats, indicating high levels of biodiversity due to environmental and genetic factors. Variations were observed in morphological traits such as fresh and dry weight, leaf area, chlorophyll, carotenoid levels, and antioxidant activity across the different populations. Altitude was found to be particularly influential, with plants at higher altitudes showing larger leaf areas and higher chlorophyll concentrations. These adaptations suggest that environmental conditions such as temperature and sunlight availability at different altitudes strongly affect the plant's growth and phytochemical profile. Phytochemical analysis also showed higher antioxidant activity in plants from higher altitudes, likely due to environmental stress factors such as low temperature and increased UV exposure. These findings underscore the importance of altitude in influencing the biological and chemical characteristics of Persian Shallot populations. Cluster analysis grouped the different habitats, revealing distinct patterns of trait expression that reflect the plants' adaptation to their environments. Understanding how environmental factors like altitude affect plant traits is essential for developing breeding strategies aimed at improving yield and medicinal properties. The study emphasizes the need for selecting landraces with desirable characteristics for both cultivation and conservation purposes. By considering environmental gradients in plant selection and breeding, we can ensure that the genetic diversity and valuable traits of *Allium hirtifolium* are preserved.

Conclusion

This study demonstrates the presence of significant biodiversity among Persian Shallot populations across six habitats in Isfahan province. The results suggest that altitude plays a critical role in shaping both genetic diversity and phytochemical composition, which are key to the plant's adaptability and medicinal value. The observed variations offer opportunities to select suitable landraces for specific uses, whether for their phytochemical content or their ability to thrive under certain environmental conditions. Further research should focus on identifying specific genetic factors contributing to this diversity. Molecular markers can be used to gain deeper insights into the genetic structure of these populations, aiding in the development of targeted breeding programs. By understanding the role of environmental factors and genetics in shaping plant traits, we can support the sustainable use and conservation of this important medicinal plant.

Keyword: Antioxidant activity, Carotenoid, Cluster analysis, Genetic diversity, Natural habitats, Weight of bulb.

ارزیابی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی توده‌های بومی موسیر ایرانی (*Allium hirtifolium* Boiss) در رویشگاه‌های استان اصفهان

محسن محمدرضایی[ORCID1]- معظم حسن‌پور اصیل[ORCID2*]- جمالعلی الفتی [ORCID3]- محمدمهدی قیصری[ORCID4]

1- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، پردیس دانشگاهی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

2 و 3- به ترتیب استاد و دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

(* - نویسنده مسئول: Email: hassanpurm@guilan.ac.ir)

4- دانشیار، گروه علوم شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

چکیده

موسیر ایرانی با نام *Allium hirtifolium* Boiss گیاهی پیازدار و چند ساله و بومی ایران است. با توجه به کاربرد گسترده آن در صنایع غذایی و دارویی و استفاده بی‌رویه از رویشگاه‌های طبیعی، این گیاه در معرض نابودی و انقراض قرار دارد ازاین‌رو تحقیقات در جهت اهلی‌سازی و وارد شدن آن به سیستم‌های زراعی ضرورت دارد. در برنامه‌های اصلاحی در راستای اهلی‌سازی توده‌های بومی گیاهی، اولین قدم ارزیابی تنوع و پتانسیل ژنتیکی موجود در توده‌های گیاهی است. در مطالعه حاضر تنوع ژنتیکی توده‌های موسیرهای جمع‌آوری شده از شش رویشگاه طبیعی استان اصفهان با استفاده از ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی مورد ارزیابی قرارگرفت. نتایج تجزیه واریانس بر اساس صفات مورد مطالعه نشان داد که بین توده‌های موسیر مورد مطالعه از نظر صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0/01$) وجود دارد و در این بین وزن تر و خشک سوخ و سطح برگ بیشترین ضریب تغییرات را دارا بودند. بر اساس تجزیه خوشه‌ای توده‌های مورد بررسی در چهار گروه دسته‌بندی شدند. با توجه به ارزیابی‌های صورت گرفته نتایج حاکی از آنست که بیشترین مقادیر کلروفیل، کاروتنوئید، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، وزن تر و خشک سوخ و سطح برگ برای توده‌های جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های مرتفع (ارتفاعات بالاتر از 2700 متری) بود. در حالی‌که تنها مقدار بالای تعداد برگ برای توده‌های جمع‌آوری شده از ارتفاعات زیر 2600 متری ثبت شد. از این رو می‌توان نتیجه گرفت علاوه‌بر فاکتورهای ژنتیکی عامل ارتفاع به عنوان یکی از تأثیرگذارترین اهرم‌های محیطی روی تنوع زیستی مشاهده شده در بین توده‌های مورد بررسی دخیل بوده است. یافته‌های این مطالعه می‌تواند در برنامه‌های آتی برای به‌نژادی توده‌های موسیر در جهت اهلی‌سازی و حفاظت از رویشگاه‌های طبیعی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تنوع ژنتیکی، رویشگاه‌های طبیعی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، کاروتنوئید، وزن سوخ

مقدمه

گیاهان دارویی دارای ارزش اقتصادی و خواص دارویی قابل توجهی هستند. این گیاهان به دلیل داشتن ترکیبات مشابه دارویی با ماهیت طبیعی، دارا بودن کمترین عوارض جانبی و سازگاری بهتر با بدن، در عصر حاضر نقش مهمی در تأمین سلامت جامع انسانی داشته و در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. ایران با داشتن شرایط آب و هوایی مطلوب و موقعیت جغرافیایی خاص، به رویشگاه طبیعی بسیاری از گیاهان دارویی با ارزش و مهم تبدیل شده است (Omidbaigi, 2000). موسیر ایرانی (Persian Shallot) (شکل 1) با نام علمی *Allium hirtifolium* Boiss گیاهی چندساله از تیره Alliaceae است. این گیاه بومی ایران بوده (Rechinger, 1984) و به صورت گیاهی وحشی در نواحی کوهستانی (ارتفاع 1500 تا 2500 متر) مناطق غربی، شمال غربی و مرکزی ایران به ویژه در رشته کوه‌های زاگرس می‌روید (Asgarpanah and Ghanizadeh, 2012). موسیر دارای پیاز فشرده کروی شکل با ساقه باریک و بلند به رنگ سبز و اغلب ارغوانی به طول 80 تا 120 سانتی‌متر می‌باشد. گل آذین آن چتر مرکب با گل‌های بنفش یا ارغوانی است (Fritsch and Abbasi, 2013) و با نام‌های مختلفی همچون پیاز تلخ، موسیر و سیر کوهی شناخته می‌شود (Aleebrahim-Dehkordy et al., 2016).

شکل 1- موسیر ایرانی (*Allium hirtifolium* Boiss)

Figure 1- Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss.)

موسیر از نظر طبی جزو گیاهان دارویی مهم بوده و در صنایع غذایی و دارویی کاربرد گسترده‌ای دارد. این گیاه همانند سایر گونه‌های گیاهی جنس Allium سرشار از ترکیبات فیتوشیمیایی مختلف از جمله فلانوئیدها، ترکیبات حاوی گوگرد، آنزیم‌ها، ساپونین‌ها و ساپوژنین‌ها می‌باشد. تحقیقات نشان داده است که این گیاه به دلیل وجود مواد فعال بیولوژیکی در ساختار خود دارای خواص دارویی از جمله خاصیت کنترل قند خون (Hosseini *et al*., 2022)، ضد باکتری (Moradi *et*

Zeinali Aghdam *et al*., 2019; *al*., 2013)، ضد میکروبی (Taran *et al*., 2006) و ضد سرطانی (Mohammadi-Motlagh et al., 2017) می‌باشد. سوخ موسیر در درمان رماتیسم و ترمیم زخم‌های سطحی، زخم معده، خلط سینه و همچنین به عنوان عطر و طعم دهنده نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Jellin *et al*., Barile *et al*., 2005; 2000). سودمندی استفاده از عصاره‌ی *A. hirtifolium* در آبزی‌پروری به عنوان تعدیل کننده رشد، سلامت عمومی و سیستم ایمنی گزارش شده است (Ghafarifarsani *et al*., 2022).

گیاهان دارویی نقش اساسی در سلامتی بشریت دارند، اما بهره‌برداری بیش از حد از رویشگاه‌های طبیعی منجر به از دست دادن تنوع زیستی و ایجاد نگرانی‌های جهانی شده‌است (Schippmann *et al*., 2002; Howes *et al*., 2020). تقاضا برای انواع گسترده‌ای از گونه‌های وحشی دارویی با افزایش جمعیت و رشد نیازهای انسان در حال افزایش است. بنابراین جای تعجب نیست که تقاضای جهانی برای بسیاری از گونه‌های دارویی بقای این گونه‌ها را تهدید کرده و آن‌ها را در معرض انقراض و تخریب قرار دهد (Howes *et al*., 2020).

جمعیت‌های وحشی گیاهان دارویی از نظر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و نیز فیتوشیمیایی ناهمگن و متنوع هستند. بنابراین در صورت بهره‌برداری از رویشگاه‌های طبیعی یا اهلی کردن به منظور تأمین مواد اولیه مناسب، هر برنامه‌ای که در نظر گرفته شود، نیازمند بررسی تنوع ژنتیکی و شیمیایی و شناسایی هویت و ژرم‌پلاسم گونه دارویی مورد نظر می‌باشد. در صورت بهره‌برداری از رویشگاه‌های طبیعی با توجه به هتروژنی جمعیت‌های گیاهی و حضور انواع کموتایپ‌ها به منظور تأمین دیدگاه‌های سازمان بهداشت جهانی در خصوص جمع‌آوری مطلوب گیاهان دارویی باید با بررسی تنوع موجود در طبیعت و تهیه نقشه پراکنش تیپ‌های شیمیایی، رویشگاه‌های واجد تیپ مورد نظر مشخص گردد تا از زیر سوال رفتن اثرات بالینی ثابت شده به دلیل عدم آگاهی از کیفیت مواد مؤثره جلوگیری شود (Bernath, 2001; Tatanyi, 2001). شناخت جمعیت‌های برتر ازنظر رشد و میزان مواد مؤثره گیاهان دارویی و سبزی‌ها اهمیت فراوانی در مطالعات دارد. ازآنجایی‌که شناخت میزان مواد مؤثره و دارویی و ترکیبات گیاه موسیر در مراحل اولیه قرار دارد بنابراین معرفی اکوتیپ‌ها و توده‌ها و جمعیت‌های برتر این گیاه می‌تواند شناخت ما را در انتخاب بهترین مکان و ارتفاع از سطح دریا از نظر صفات مورد بررسی در این طرح جهت کشت انبوه و سرمایه‌گذاری جهت صادرات بیشتر کند.

ارزش دارویی، تقاضای بازار و سطح فرآوری از مهمترین شاخص‌های اقتصادی یک گیاه است. افزایش تقاضای جهانی و داخلی برای گیاهان دارویی به دلیل افزایش علاقه مشتریان این گیاهان باعث شد که یک تجارت بزرگ در سطح ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی ایجاد شود .بر اساس گزارش مرکز تجارت جهانی، نرخ تجارت جهانی گیاهان دارویی در سال 2010 حدود 100 میلیارد دلار بوده و در سال 2018 به بیش از 124 میلیارد دلار رسیده است. در سال 2050 میلادی به رقم پنج تریلیون دلار خواهد رسید. ایران در بین کشورهای جهان از نظر شرایط اقلیمی و تنوع گونه‌های مختلف گیاهان دارویی جایگاه ویژه‌ای دارد. همچنین ایران در زمینه گیاهان دارویی با سهمی معادل یک درصد از ارزش صادرات جهانی در رتبه شانزدهم قرار دارد و با 0/4 درصد از ارزش واردات جهانی در جایگاه 41 قرار دارد (Rasekh jahromi,and Norani Azad, 2023). موسیر یکی از مهمترین گیاهان دارویی صادراتی ایران در سال‌های گذشته بوده که به خیلی از کشورها از جمله کشورهای حوزه خلیج فارس صادر می‌شده است (Kashfi Bonab, 2011). ایران یکی از کشورهای غنی از نظر

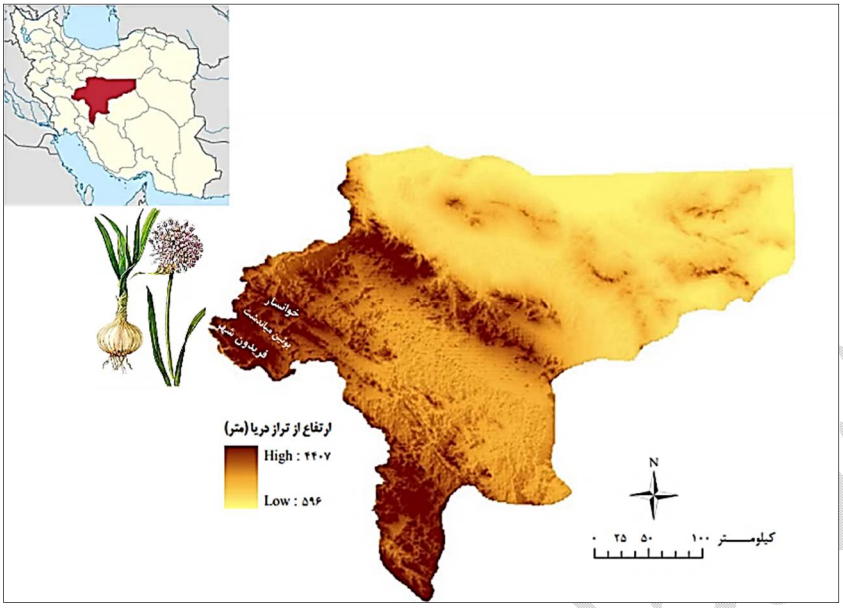
گیاهان دارویی و سبزی‌ها می‌باشد و با توجه به اینکه گیاه موسیر بومی ایران می‌باشد بنابراین شناخت توده‌های با کیفیت در کشور می‌تواند کمک بسیار زیادی در جهت تولید و صادرات این محصول با بالاترین کیفیت را به همراه داشته باشد و همچنین تعیین ارزش غذایی گیاهان بومی جهت معرفی به جوامع علمی و عموم مردم ارزش فوق‌العاده‌ای دارد و لازم است چنین تحقیقاتی بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد.

پژوهش‌های مختلفی در ارتباط با بررسی تنوع ژنتیکی موسیر ایرانی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف ایران همچون رشته کوه‌های زاگرس، چهارمحال بختیاری، همدان، کرمانشاه، آشتیان، اراک، بروجرد و خیلی از استان‌های دیگر با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیک، بیوشیمیایی و ملکولی صورت گرفته است (Panahandeh *et al*., Ebrahimi *et al*., 2009 ; 2016). نتایج آن‌ها سطح بالایی از تنوع ژنتیکی را بین جمعیت‌های جمع‌آوری شده نشان داده است و این نتایج حاوی اطلاعات ارزشمندی در مورد تنوع ژنتیکی و روابط بین جمعیت‌های مورد بررسی بوده است. استان اصفهان به دلیل داشتن اقلیم سرد و گرم و خشک از نظر آب و هوایی دارای تنوع نسبتاً بالای بوده و این تنوع بستر مناسبی برای داشتن انواع پوشش‌ها و گونه‌های گیاهی متفاوت از جمله موسیر را در نقاط مختلف این استان فراهم کرده است (Borhani and Sadeghzade, 2019). با این وجود متأسفانه تاکنون جهت ارزیابی و بررسی مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی موسیر در رویشگاه‌های استان اصفهان پژوهش جامعی صورت نگرفته است. لذا این پژوهش با هدف بررسی میزان تنوع ژنتیکی موسیر در رویشگاه‌های و ارتفاعات مختلف استان اصفهان از لحاظ صفات مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی طراحی گردید. انتظار می‌رود که نتایج این پژوهش در برنامه‌های به‌نژادی مرتبط با موسیر مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و بررسی گیاهان از رویشگاه‌های طبیعی

به منظور ارزیابی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی گیاهان موسیر ایرانی، از 6 رویشگاه‌های طبیعی استان اصفهان در ارتفاعات مختلف (شکل 2، جدول 1) در سال 1401 نمونه‌های موسیر جمع‌آوری شد.



شکل 2- توزیع جغرافیایی موسیر ایرانی (*Allium hirtifolium* Boiss) استفاده شده در این مطالعه

Figure 2- Geographical distribution of Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss.) used in this study

جدول 1- توزیع جغرافیایی موسیر ایرانی (*Allium hirtifolium* Boiss) استفاده شده در این مطالعه

Table 1- Geographical distribution of Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss.) used in this study

شماره اکوتیپ Ecotype. no	مکان جمع‌آوری Collecting places	ارتفاع از سطح دریا Altitude (m)	طول عرض جغرافیایی Latitude and Longitude
1	فریدون شهر پایین Fereydounshahr Lower	2400	32°55'N 50°10'E
2	فریدون شهر بالا Fereydounshahr Bala	2530	32°56' N 50°08'E
3	گلستان کوه خوانسار1 Golestankoh 1	2800	33°10' N 50°22'E
4	گلستان کوه خوانسار2 Golestankoh 2	2720	33°10' N 50°23'E
5	بویین میاندشت 1 Boyin Miandasht 1	2700	33°10' N 50°16'E
6	بویین میاندشت2 Boyin Miandasht 2	2560	33°8' N 50°10'E

از هر رویشگاه 50 نمونه در طول فصل رشد برداشت شد و قبل از برداشت صفات مورفوفیزیولوژیک از قبیل تعداد برگ از طریق شمارش و سطح برگ با کمک دستگاه سطح سنج (Leaf Area Meter) بر حسب سانتی‌مترمربع اندازه‌گیری شد. پس از برداشت و توزین، وزن تر سوخ ثبت گردید. به منظور ثبت وزن خشک، ابتدا سوخ‌ها به صورت نازک برش خورده و روی کاغذ صافی که جاذب رطوبت است به مدت 8 ساعت قرار داده شدند تا فرآیند جذب رطوبت تسریع شود و سپس در آون در دمای 75 درجه سانتی‌گراد به مدت 40 ساعت قرار گرفتند. پس از خشک شدن نمونه‌ها تا رسیدن به وزن ثابت، مجددا با ترازوی دیجیتال با دقت سه رقم اعشار اندازه‌گیری شدند (Hejaz *et al*., 2004).

اندازه‌گیری محتوای کلروفیل‌های a، b، کل و کاروتنوئید

با استفاده از روش آرنون بدین ترتیب که 0/5 گرم برگ تر گیاه در هاون چینی با استون به صورت تدریجی سائیده شد و در هر مرحله محلول شفاف رویی به بالن ژوژه منتقل گردید. در ادامه با استفاده از استون محلول به حجم 20 سی‌سی رسید و پس از سانتریفیوژ در 6000 دور برای 20 دقیقه در دمای 4 درجه سانتی‌گراد، جذب نوری آن در طول موج‌های 480، 510، 645 و 663 نانومتر به وسیله اسپکتروفتومتر قرائت شد. در نهایت غلظت کلروفیل‌ها و کاروتنوئید بر حسب میلی‌گرم در گرم بافت تر برگ از طریق فرمول‌های زیر محاسبه گردید (Arnon, 1949).

$$\text{کلروفیل a} = \left(12.7(A663) - 2.69(A645)\right) \times \left(\frac{V}{W}\right) \times 1000 \quad (1)$$

$$\text{کلروفیلb} = \left(22.9(A645) - 4.68(A663)\right) \times \left(\frac{V}{W}\right) \times 1000 \quad (2)$$

$$\text{کلروفیل کل} = \left(20.2(A645) + 8.02(A663)\right) \times \left(\frac{V}{W}\right) \times 1000 \quad (3)$$

$$\text{کاروتنوئید} = \left(7.6(A480) - 1.49(A510)\right) \times \left(\frac{V}{W}\right) \times 100 \quad (4)$$

در روابط بالا V و W به ترتیب حجم نهائی نمونه استخراجی و وزن تر نمونه برگی بر حسب گرم مورد استفاده می‌باشد.

ارزیابی صفات فیتوشیمیایی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی (مهار رادیکال‌های آزاد): این پارامتر با استفاده از ترکیب DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ارزیابی شد (Anthon and Barrett, 2003). بدین منظور ابتدا عصاره متانولی یک گرم بافت سوخ با استفاده از 10 سی‌سی حلال متانول / کلریدریک‌اسید 1:99 (v/v) تهیه شد و سپس به مدت 20 دقیقه در 12000 دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. در مرحله بعدی 1975 میکرولیتر از محلول متانولی DPPH (40 میلی‌گرم در لیتر) در داخل کووت ریخته و جذب آن در طول موج 515 نانومتر قرائت شد. در ادامه 25 میکرولیتر از عصاره متانولی به محول متانولی DPPH اضافه شد و پس از نگهداری آن در دمای اتاق و درشرایط تاریکی به مدت 30 دقیقه، مجددا جذب آن قرائت گردید و در نهایت فعالیت آنتی‌اکسیدانی هر عصاره با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Brand-Williams *et al*., 1995).

$$\text{فعالیت آنتی‌اکسیدانی} (\%) = \left((Ab - Aa)/Ab\right) \times 1 \quad (5)$$

که در این رابطه Ab به عنوان جذب عناصر متانولی DPPH بدون نمونه و Aa به عنوان جذب عناصر متانولی DPPH پس از اضافه نمودن نمونه در نظر گرفته‌شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده از پژوهش حاضر پس از بررسی و اطمینان از برقراری مفروضات تجزیه واریانس در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار شامل 6 رویشگاه با استفاده از PROC GLM در نرم‌افزار SAS (Ver.9.4) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال 0/05 با آزمون توکی صورت گرفت و نمودارها توسط نرم افزار

Excel ترسیم شدند. تجزیه خوشه‌ای با هدف گروه‌بندی رویشگاه‌های مورد مطالعه بر اساس صفات مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی، با استفاده از اندازه‌گیری فاصله اقلیدسی و روش حداقل واریانس Ward در نرم‌افزار SPSS (Ver.27) صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) برای صفات مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی در جدول 2 ارائه شده‌است. با توجه به نتایج، توده‌های موسیر جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های مورد مطالعه از نظر کلیه صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری داشتند ($P \leq 0/01$) که نشان‌دهنده وجود تنوع زیستی قابل توجهی بین توده‌ها در رویشگاه‌های مختلف می‌باشد. وجود تنوع مبنایی برای انتخاب بهترین و مطلوب‌ترین ژنوتیپ است، بنابراین توده‌های مورد مطالعه دارای تنوع کافی برای انتخاب بر اساس صفات مورد بررسی می‌باشند (Tarang *et al*., 2020). شرایط اقلیمی و عوامل محیطی محل رویش مانند میزان بارندگی، دمای سالیانه، طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع و شرایط خاکی متفاوت و همچنین ژنتیک می‌توانند از عوامل تأثیرگذار در تنوع موجود و تفاوت بین توده‌های جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های مختلف باشند (Salehi et al., 2017). نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که در بین توده‌های موسیر مورد بررسی، صفات وزن تر و خشک سوخ و سطح برگ به ترتیب با ضریب تغییرات 20/55، 18/86 و 15/93 درصد بیشترین تنوع و صفات کاروتنوئید و تعداد برگ به ترتیب با ضریب تغییرات 1/85 و 3/39 درصد کمترین تنوع را نشان می‌دهند.

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس صفات مورفوفیزیولوژیکی و فیتوشیمیایی توده‌های موسیر ایرانی در شش رویشگاه استان اصفهان

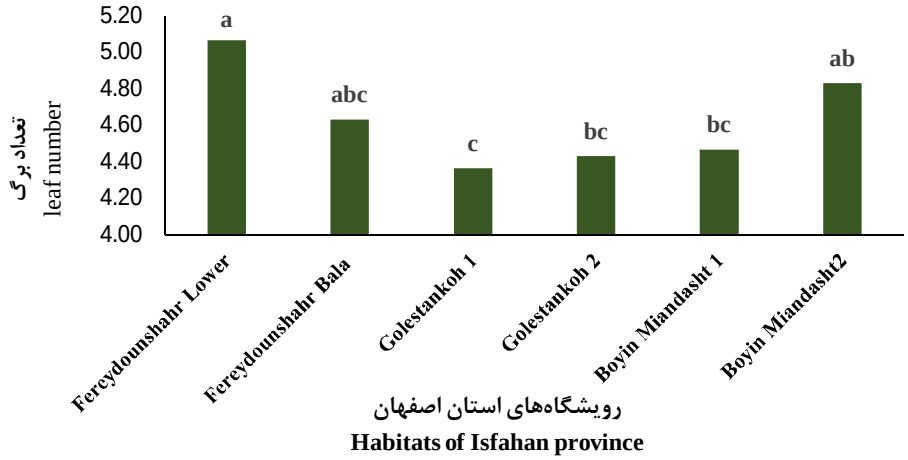
Table 2- Results of ANOVA for morphophysiological and phytochemical characteristics of Persian shallot (*A. hirtifolium*) in six habitats of Isfahan province.

میانگین مربعات Mean of Squares										
فعالیت آنتی اکسیدانی Antioxidant activity	کاروئنوئید Carotenoid	کلروفیل کل Chlorophyll T	کلروفیلb Chlorophyll b	کلروفیلa Chlorophyll a	وزن خشک سوخ Bulb dry weight	وزن تر سوخ Bulb fresh weight	سطح برگ Leaf area	تعداد برگ Leaf number	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
161.16**	0.093**	0.23**	0.021**	0.12**	1.99**	63.3**	481.96**	0.22**	5	رویشگاه Habitat
7.52ns	0.0007*	0.001ns	0.0008ns	0.003ns	0.13ns	2.04ns	148.871ns	0.047ns	2	بلوک
30.64	0.000	0.004	0.0003	0.004	0.124	5.721	46.52	0.0247	10	اشتباه آزمایشی Experimental Error
5.58	1.85	6.490	6.165	9.046	18.86	20.55	15.93	3.39		ضریب تغییرات (٪) CV%

* ، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد و 1 درصد و عدم معنی‌داری

***, ** and ns: significant at 5% and 1% probability levels and non- significant, respectively**

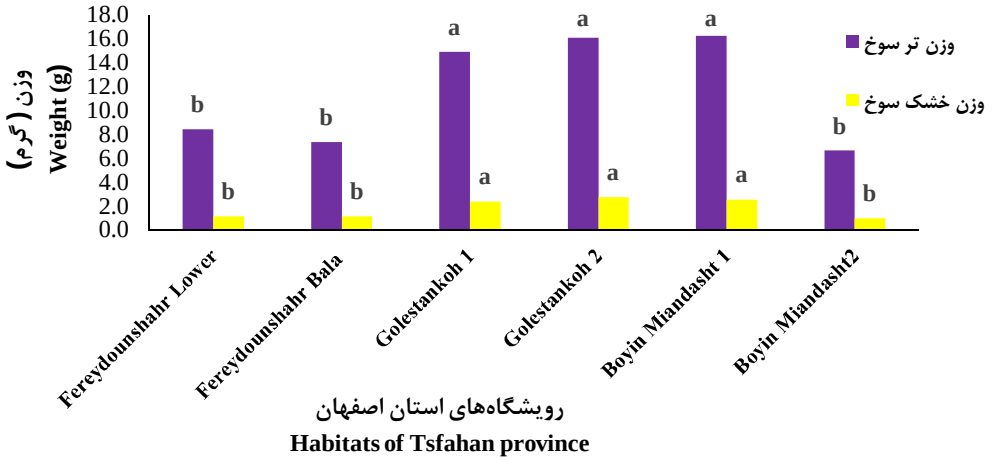
مقایسه میانگین صفات مورفوفیزیولوژیک نشان داد که بیشترین تعداد برگ مربوط به توده‌های جمع‌آوری شده از فریدون‌شهر پایین و کمترین تعداد برگ مربوط به رویشگاه گلستان‌کوه خوانسار در ارتفاع 2800 متری می‌باشد (شکل 2).



شکل 3- مقایسه میانگین تعداد برگ بین توده‌های بومی موسیر ایرانی (*Allium hirtifolium* Boiss) در شش رویشگاه استان اصفهان (توکی، 0/05)

Figure 3- Comparison the mean leaf number of Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss) landraces in six habitats of Isfahan province (Tukey, p≤0.05)

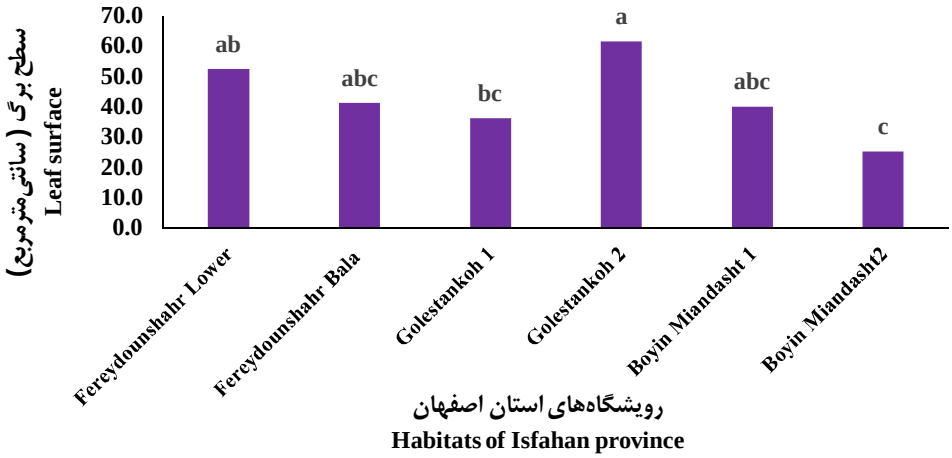
پژوهشگران بیان داشتند که تنوع ژنتیکی در مناطق مختلف جغرافیایی از سازگاری موسیر با شرایط محلی آن در طول دوره‌ی رشد ناشی می‌شود (Vu *et al.*, 2013). در این مطالعه بیشترین وزن تر و خشک سوخ موسیر مربوط به توده‌های جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های گلستان‌کوه خوانسار و ارتفاع 2700 متری بویین میاندشت بود. در حالی‌که توده‌های جمع‌آوری شده از سایر رویشگاه‌ها یعنی فریدن شهر بالا و پایین و ارتفاع 2560 متری بویین میاندشت کمترین وزن تر و خشک سوخ را به خود اختصاص دادند (شکل 3). این پدیده ممکن است به دلیل تفاوت در دوره‌های نوری و دما در طول دوره‌ی رشدی این گیاه و همچنین ارتفاع منطقه رشدی گیاه باشد. تأثیر طول روز و دما بر وزن سوخ موسیر در تحقیقات قبلی نیز گزارش شده است (Vu *et al.*, 2013Okubo *et al.*, 1999 ;).



شکل 4- مقایسه میانگین وزن تر و خشک سوخ بین توده‌های بومی موسیر ایرانی (*Allium hirtifolium* Boiss) در شش رویشگاه استان اصفهان (توکی، 0/05)

Figure 4- Mean comparison fresh and dry weight bulb of Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss) landraces in six habitats of Isfahan province (Tukey, p≤0.05)

نمونه‌های برگی توده‌های موسیر جمع‌آوری شده در ارتفاع 2720 متری گلستان کوه خوانسار و ارتفاع 2560 متری بویین میاندشت به ترتیب بیشترین و کمترین سطح برگ را به خود اختصاص دادند (شکل 4). بالا بودن سطح برگ باعث استفاده بهتر گیاه از عوامل محیطی و افزایش تجمع ماده خشک در گیاه می‌گردد (Niklas *et al.*, 2009). همان‌طور که مشاهده شد توده‌های بومی جمع‌آوری شده از ارتفاع 2720 متری گلستان‌کوه خوانسار از نظر وزن تر و خشک سوخ نیز در مقایسه با سایر رویشگاه‌ها مقادیر بالاتر را دارا بودند. گزارش شده است که گونه‌هایی که سازگاری بیشتری با شرایط اقلیمی دارند دارای قابلیت تولید سطح برگ بیشتری هستند و استفاده از آن‌ها در سیستم زراعی می‌تواند مقرون به صرفه باشد (Sabzevari *et al.*, 2015).

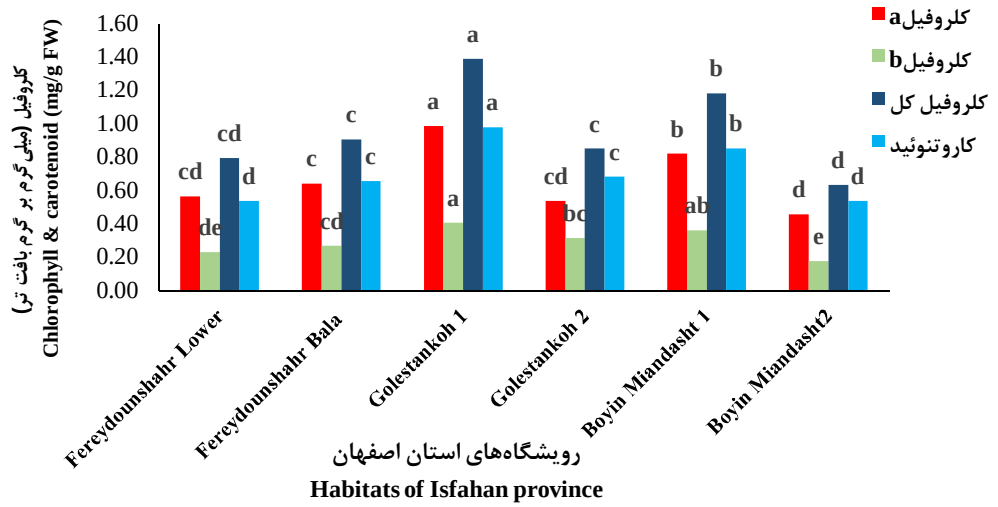


شکل 5- مقایسه میانگین سطح برگ بین توده‌های بومی موسیر ایرانی (*Allium hirtifolium* Boiss) در شش رویشگاه استان اصفهان (توکی، 0/05)

Figure 5- Mean comparison leaf area of Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss) landraces in six habitats of Isfahan province (Tukey, p≤0.05)

یکی از صفات فیزیولوژیکی مهم در گیاهان میزان کلروفیل و رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌باشد. کلروفیل a به عنوان رنگدانه اصلی که انرژی نور را به انرژی شیمیایی تبدیل می‌کند، شناخته می‌شود. کلروفیلb به عنوان رنگدانه کمکی به طور غیرمستقیم در فتوسنتز با انتقال نور جذب شده به کلروفیلa عمل می‌کند (Costache *et al.*, 2012). گزارش شده که گیاهان در ارتفاعات با کاهش اندازه و تعداد کلروپلاست و دانه‌های نشاسته در سلول، شرایط فتوسنتزی خود را بهبود می‌بخشند (Tajali *et al.*, 2002; Eisapuor *et al.*, 2020). در مطالعه حاضر نتایج مقایسه میانگین مربوط به کلروفیل‌های a، b و کل، بر خلاف نتایج گزارش شده توسط سایرین، نشان داد که با افزایش ارتفاع رویشگاه‌ها، میزان کلروفیل افزایش یافته بطوری‌که توده‌های بومی ارتفاع 2800 متری گلستان‌کوه خوانسار بیشترین مقادیر در خصوص این صفات را به خود اختصاص دادند و مقادیر کمتر مربوط به توده‌های بومی ارتفاع 2560 متری بویین میاندشت بود (شکل 5).

در ارتباط با کاروتنوئید نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان کاروتنوئید (0/98 میلی‌گرم بر گرم بافت‌تر) در ارتفاع 2800 متری گلستان‌کوه خوانسار و کمترین میزان کاروتنوئید (0/57 میلی‌گرم بر گرم بافت‌تر) در دو رویشگاه فریدون‌شهر پایین و ارتفاع 2560 متری بویین میاندشت مشاهده شد.

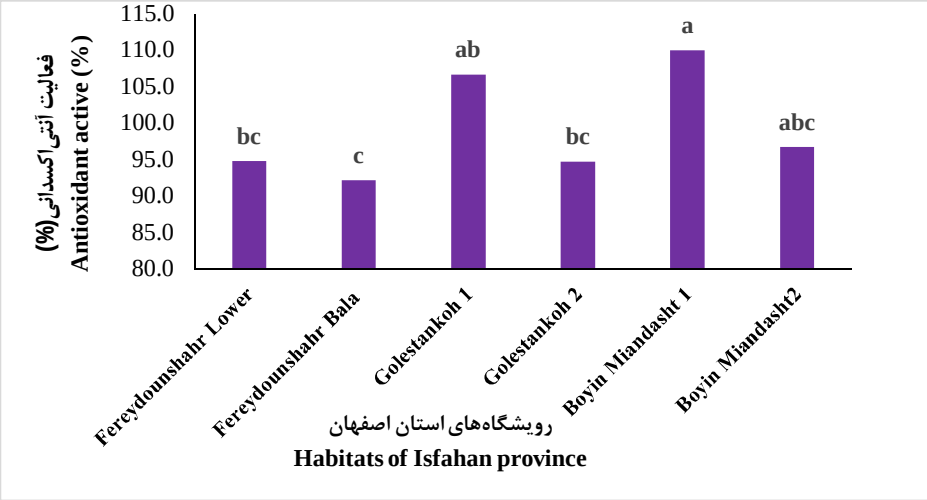


شکل 6- مقایسه میانگین محتوای کلروفیلa، کلروفیلb، کلروفیل کل و کاروتنوئید بین توده‌های بومی موسیر ایرانی (*Allium hirtifolium* Boiss) در شش رویشگاه استان اصفهان (توکی، 0/05)

Figure 6- Mean comparison contents of chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoid of Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss) landraces in six habitats of Isfahan province (Tukey, p≤0.05)

آنتی‌اکسیدان‌ها مولکول‌های هستند که با تبدیل رادیکال‌های آزاد به شکل پایدارشان مانع از فعالیت آن‌ها شده و به این ترتیب از تخریب سلول جلوگیری می‌کنند. موسیر ایرانی منبع بالقوه‌ای از آنتی‌اکسیدان طبیعی می‌باشد و در راستای حفظ سلامتی انسان مورد توجه قرار گرفته است (Ghasemi Pirbalouti *et al.*, Ghahremani-Majd *et al.*, 2012; 2015). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین و کمترین درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب مربوط به ارتفاع 2700 متری بویین میاندشت و فریدون شهر بالا می‌باشد (شکل 6). تفاوت معنی‌دار موجود در بین رویشگاه‌های مختلف

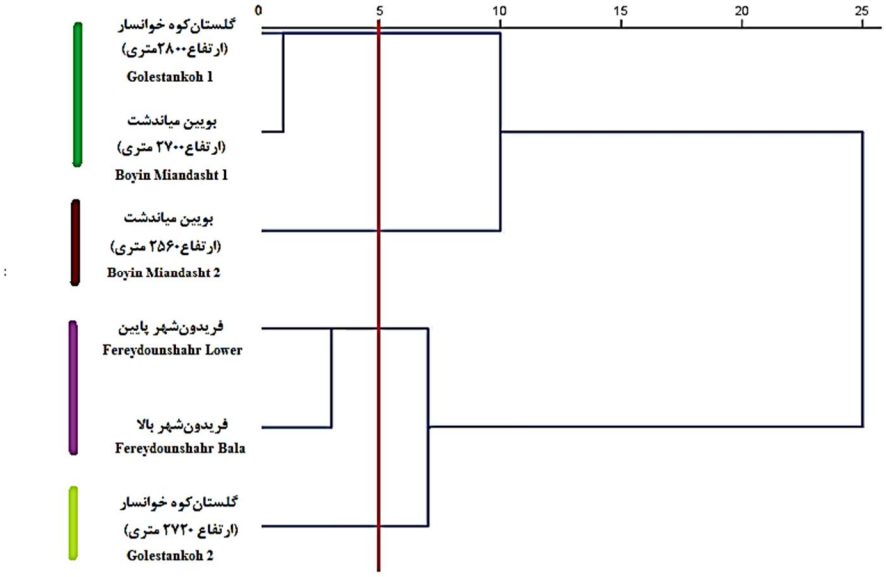
علاوه بر فاکتورهای ژنتیکی می‌تواند به دلیل عوامل محیطی مثل رطوبت، خشکی و دما باشد (Tomas-Barberan and Bhandari *et al.*, 2014Espin, 2001;). ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi *et al.*, 2009)، اصیلی و همکاران (Asili et al., 2010) و قاسمی پیربلوطی و همکاران (Ghasemi Pirbalouti *et al.*, 2015) گزارش کردند که عوامل محیطی و ژنوتیپ به شدت روی میزان آنتی‌اکسیدان موسیر تأثیر می‌گذارد. با توجه به اهمیت آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و افزایش مصرف آن‌ها در صنایع غذایی و دارویی، توده‌های که فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی دارند می‌توانند گزینه‌های مناسبی برای به‌نژادگران در برنامه‌های به‌نژادی باشند.



شکل 7- مقایسه میانگین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بین توده‌های بومی موسیر ایرانی (*Allium hirtifolium* Boiss) در شش رویشگاه استان اصفهان (توکی، 0/05)

Figure 7- Mean comparison antioxidant activity of Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss) landraces in six habitats of Isfahan province (Tukey, p≤0.05)

تجزیه و تحلیل خوشه‌ای یکی از روش‌های مهم برای گروه‌بندی و یافتن شباهت‌ها و تفاوت‌های موجود در بین ژنوتیپ ها، جمعیت‌ها و گروه‌ها بر اساس صفات مختلف است. نتایج گروه‌بندی توده‌های مورد مطالعه بر اساس صفات مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی به روش حداقل واریانس وارد (Ward) و معیار فاصله اقلیدسی در شکل 7 نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود توده‌های مورد مطالعه در فاصله اقلیدسی 5، به چهار گروه اصلی تقسیم شدند. توده‌های بومی ارتفاع 2700 بویین میاندشت و ارتفاع 2800 متری گلستان‌کوه خوانسار با مقادیر بالای فعالیت آنتی‌اکسیدانی، محتوای بالای کلروفیل و کاروتنوئید و وزن تر و خشک سوخ بالا در گروه اول، رویشگاه بویین میاندشت (ارتفاع 2560 متری) با کمترین سطح برگ و کمترین مقدار محتوای کلروفیل گروه دوم، رویشگاه فریدون شهر بالا و پایین با بیشترین تعداد برگ گروه سوم و رویشگاه‌های 2720 متری گلستان‌کوه خوانسار با بیشترین سطح برگ در گروه چهارم قرار گرفتند. قرار گرفتن توده‌های مورد مطالعه در چهار گروه مجزا را می‌تواند به تفاوت و تنوع در عوامل ژنتیکی و شرایط اقلیمی محل جمع‌آوری آن‌ها نسبت داد به طوری‌که توده‌های قرار گرفته در یک گروه دارای یکنواختی بیشتری نسبت به سایر توده‌های می‌باشند.



شکل 8- تجزیه خوشه‌ای توده‌های بومی موسیر ایرانی در شش رویشگاه استان اصفهان براساس صفات مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی با استفاده از روش Ward

Figure 8- Cluster analysis of native Persian shallot landraces in six habitats of Isfahan province based on morphophysiological and phytochemical traits using Ward's method

همانطور که مشاهده می‌شود توده‌های جمع‌آوری شده از ارتفاعات مختلف مناطق گلستان‌کوه خوانسار و بویین میاندشت در گروه‌های مجزا قرارگرفتند. از سوی دیگر، توده‌های جمع‌آوری شده از مناطق مرتفع این رویشگاه‌ها یعنی ارتفاع 2800 گلستان‌کوه و 2700 بویین میاندشت که در یک گروه قرار گرفته‌اند، از لحاظ اکثر صفات مورد مطالعه (به جز تعداد برگ) بیشترین مقادیر را دارا بودند. در مقابل کمترین مقادیر صفات متعلق به توده‌های جمع‌آوری شده از ارتفاعات پایین این رویشگاه‌ها بود. از اینرو، می‌توان عامل ارتفاع را به عنوان یکی از اهرم‌های محیطی ایجاد تنوع ژنتیکی در بین این توده‌های مورد مطالعه در نظر گرفت. عوامل انتخاب طبیعی، فاصله جغرافیایی و عوامل اکولوژیکی مانند دما و شوری، به ویژه موقعیت جغرافیایی بر تنوع ژنتیکی موجودات زنده تأثیر می‌گذارد (Saleh and Elatroush, 2020). ارزیابی پاسخ گیاه به شرایط رشد طبیعی و شناسایی موفق اهرم‌های محیطی که می‌تواند تولید فیتوشیمیایی گیاهان دارویی را تحت تأثیر قرار دهند در جهت اهلی شدن گیاه در برنامه‌های به‌نژادی آینده می‌تواند مفید واقع شود (Roux *et al*., 2017). شیب‌های ارتفاعی در مطالعات اکولوژیکی جهت رمزگشایی مکانیسم عوامل غیرزیستی بر ویژگی‌های بیولوژیکی گیاهان و چگونگی تأثیر این عوامل بر توزیع گونه‌های گیاهی می‌توانند گزینه‌های جذاب و مناسبی باشند (Graves and Taylor, 1988). برهانی و همکاران (Borhani and Sadeghzade, 2019) در بررسی ویژگی‌های رویشگاهی گونه‌ی گیاهی موسیر و تعیین سهم عوامل مؤثر بر حضور این گونه‌ی گیاهی در استان اصفهان نشان داد که عامل ارتفاع یکی از تأثیرگذارترین عوامل بوده و بیشترین حضور این گونه را در ارتفاعات بین 2700 تا 3000 متر از سطح دریا و اقلیم نیمه خشک گزارش کرد.

به طور کلی مطالعه حاضر وجود تنوع زیستی را در بین توده‌های جمع‌آوری شده از شش رویشگاه مورد مطالعه تأیید می‌کند. توصیف و ارزیابی اولیه توده‌های موسیر در این مطالعه می‌تواند در معرفی توده‌های مناسب برای انتخاب والدین و ژنوتیپ‌های مطلوب مفید باشد. نتایج با یک انسجام قابل قبول حاکی از آن است که تغییر ارتفاع بر تنوع ژنتیکی و ترکیبات فیتوشیمیایی توده‌های موسیر تأثیرگذار بوده است. از اینرو می‌توان نتیجه گرفت که عامل تنوع موجود فقط ژنتیکی نبوده و عوامل اقلیمی و شرایط جغرافیایی هم در ایجاد تنوع موجود سهیم بوده است. با این حال برای مشخص کردن عوامل دقیقی که باعث تفاوت و تنوع توده‌های موسیر در استان اصفهان به شرایط مختلف محیطی می‌شوند، کارهای تحقیقاتی بیشتری لازم است. علاوه‌بر این، استفاده از نشانگرهای ملکولی برای بررسی تنوع می‌تواند مکمل نتایج مطالعه فعلی بوده و داده‌های قابل اعتمادتری را در مورد توده‌های مورد مطالعه در اختیار محققین قرار دهد.

References

1. Aleebrahim-Dehkordy, E., Ghasemi-Pirbalouti, A. & Mirhoseini, M. (2016). A comprehensive review on *Allium hirtifolium* Boiss as a medicinal and edible plant. *Der Pharmacia Lettre*, *8*(1), 188-196.
2. Anthon, G.E, & Barrett, D.M. (2003). Modified method for the determination of pyruvic acid with dinitrophenylhydrazine in the assessment of onion pungency. *Journal of the Science of Food and Agriculture 83*, 1210-1213.
3. Arnon D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, *24*(1), 1–15.
4. Asili, A. Behravan, J. Naghavi, M. R.& Asili, J. **(**2010**)**. Genetic diversity of Persian shallot (*Allium hirtifolium*) ecotypes based on morphological traits, allicin content and RAPD markers. *Open Access Journal of Medicinal and Aromatic Plants*.*1*(1): 1-6.
5. Asgarpanah, J., & Ghanizadeh, B. (2012). Pharmacologic and medicinal properties of *Allium hirtifolium* Boiss. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, *6*(25), 1809-1814.
6. Barile, E., Capasso, R., Izzo, A. A., Lanzotti, V., Sajjadi, S. E., & Zolfaghari, B. (2005). Structure-activity relationships for saponins from *Allium hirtifolium* and *Allium elburzens*e and their antispasmodic activity. *Planta medical*, *71*(11), 1010-1018.
7. Bernath, J. (2001, July). Strategies and recent achievements in selection of medicinal and aromatic plants. *In International Conference on Medicinal and Aromatic Plants. Possibilities and Limitations of Medicinal and Aromatic Plant, 576*: 115-128.
8. Bhandari, S. R., Yoon, M. K., & Kwak, J. H. (2014). Contents of phytochemical constituents and antioxidant activity of 19 garlic (*Allium sativum* L.) parental lines and cultivars. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, *55*, 138-147.
9. Borhani, M., & Sadeghzade, R. (2019). Investigation of vegetative characteristics of *Allium hirtifolium* in Isfahan province using logistic regression. *Journal of Range and Watershed Managment, 72*(2), 329-341. (In Persia).
10. Brand-Williams, M.E., Cuvelier, W., & Berset., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebenson Wiss Technology 28*: 25-30.
11. Costache, M. A., Campeanu, G., & Neata, G. (2012). Studies concerning the extraction of chlorophyll and total carotenoids from vegetables. *Romanian Biotechnological Letters, 17*(5), 7702-7708.

12. Ebrahimi, R., Zamani, Z. ,& Kashi, A.,(2009). Genetic diversity evaluation of wild Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss.) using morphological and RAPD Markers. *Scientia Horticulturae, 119* (4), 345–351. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.032**.**
13. Eisapoor, M., Hemmati, Kh., & Hemmati., N. (2020). Study of the effect of habitat on morphological and phytochemical traits of horsemint (*Mentha longifolia* L.). *Journal of Horticultural Science, 33* (4), 698-710. https://doi.org/10.22067/jhorts4.v33i4.79019. (In Persian with English abstract).
14. Fritsch, R. M., & Abbasi, M. (2013). A taxonomic review of *Allium subg*. *Melanocrommyum* in Iran. Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben (IPK), *Gatersleben*, 240pp.
15. Ghafarifarsani, H., Yousefi, M., Hoseinifar, S. H., Paolucci, M., Lumsangkul, C., Jaturasitha, S., & Van Doan, H. (2022). Beneficial effects of Persian shallot (*Allium hirtifolium*) extract on growth performance, biochemical, immunological and antioxidant responses of rainbow trout Oncorhynchus mykiss fingerlings. *Aquaculture*, *555*, 738162.
16. Ghahremani-Majd, H., Dashti, F., Dastan, D., Mumivand, H., Hadian, J., & Esna-Ashari, M. (2012). Antioxidant and antimicrobial activities of Iranian mooseer (*Allium hirtifolium* Boiss) populations. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, *53*, 116-122.
17. Ghasemi Pirbalouti, A., Ahmadzadeh, Y., & Malekpoor, F. (2015). Variation in antioxidant, and antibacterial activities and total phenolic content of the bulbs of mooseer *(Allium hirtifolium* Boiss.). *Acta Agriculturae Slovenica*, *105*(1), 15-22.
18. Graves, J. D., & Taylor, K. (1988). A comparative study of *Geum rivale* L. and *G. urbanum* L. to determine those factors controlling their altitudinal distribution II. Photosynthesis and respiration: II. Photosynthesis and respiration. *New Phytologist*, *108*(3), 297-304.
19. Hejaze, A., Shahroodi, M., & Forush, M. (2004). The methods index on plant analysis. *Edition University of Tehran*, *98*, 20-27. (In Persian).
20. Hosseini, S. M., Ghasemi, H., Moradi, Y., & Ranjbar, A. (2022). Comparison of the effects of Persian shallot and garlic hydroalcoholic extracts on albumin glycation. *Novelty in Clinical Medicine, 1*(4), 197-203.
21. Howes, M. J. R., Quave, C. L., Collemare, J., Tatsis, E. C., Twilley, D., Lulekal, E., ... & Nic Lughadha, E. (2020). Molecules from nature: Reconciling biodiversity conservation and global healthcare imperatives for sustainable use of medicinal plants and fungi. *Plants, People, Planet*, *2*(5), 463-481.
22. Jellin J.M., Batz, F., & Hitchens, K. (2000). Natural Medicines Comprehensive Data Base. 3rd ed. Stockton press. *California* p, 1310 p.
23. Kashfi Bonab, A. 2011. The relative economic advantage the cultivation and trade of medicinal plants in Iran and its value in world markets. *Commercial Surveys, 44*(8): 78-67. (In Persion).
24. Mohammadi-Motlagh, H. R., Shokohinia, Y., Mojarrab, M., Rasouli, H., & Mostafaie, A. (2017). 2-Methylpyridine-1-ium-1-sulfonate from Allium hirtifolium: An anti-angiogenic compound which inhibits growth of MCF-7 and MDA-MB-231 cells through cell cycle arrest and apoptosis induction. *Biomedicine and Pharmacotherapy, 93*, 117-129.

25. Moradi, Y., Moradi-Sardareh, H., Ghasemi, H., Mohamadi, N., Moradi, M. N., & Hosseini-Zijoud, S. M. (2013). Medicinal properties of Persian shallot. *European Journal of Experimental Biology*, *3*(1), 371-379.
26. Niklas, K. J., Cobb, E. D., & Spatz, H. C. (2009). Predicting the allometry of leaf surface area and dry mass. *American Journal of Botany*, *96*(2), 531-536.
27. Okubo, H., Sugiharto, A. N., & Miho, N. (1999). Bulbing response of Shallot (*Allium cepa* L. var. ascalonicum Backer) and Allium× wakegi Araki to daylength and temperature. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, *68*(2), 283-285.
28. Omidbaigi, R. (2000). Production and Processing of Medicinal Plants. 5th edition Astan Quds Publication, Tehran,348pp**.** (In Persian).
29. Panahandeh, J., Farhadi, N., Motallebi Azar, A., & Alizadeh Salteh, S. (2016). Evaluation of Persian shallot (*Allium hirtifolium*) ecotypes for phytochemical components and antioxidant activity. *Journal of Medicinal plants and By-product*, *5*(2), 217-226. https://doi.org/10.22092/jmpb.2016.109399.
30. Rasekh jahromi, E., & Norani Azad, S., (2023). Investigating the market structure and comparative advantage of medicinal plants export in Iran and world selected countries. *Journal of Agricultural Economics Research, 15* (1), 56-71. (in Persian with English abstract)
31. Rechinger, K. H. (1984). Flora Iranica, Alliaceae. Akademische Druck, Univ. Verlagsanstalt Graz, Austria, 76, 85.
32. Roux, D., Alnaser, O., Garayev, E., Baghdikian, B., Elias, R., Chiffolleau, P., Ollivier, E., Laurent, S., El Maataoui, M., & Sallanon, H. (2017). Ecophysiological and phytochemical characterization of wild populations of *Inula montana* L.(Asteraceae) in Southeastern France. *Flora*, *236*, 67-75.
33. Sabzevari, S., Kafi, M., Bannayan, M., & Khazaie, H. (2015). Investigation of thermal requirement, growth and yield characteristics of two species of Persian shallot (*Allium altissimum* and *A. hertifulium*) in different density, bulb weight and flowering stem removing. *Agroecology 6*, 836-847. (In Persian).
34. Saleh, A. I., & Elatroush, H. (2020). Impact of Different Geographical Locations on Genetic Variation and Phytochemical Constituents of Two Medicinal Marine Algae. *Taeckholmia*, *40*(1), 12-26.
35. Salehi, F., Arouiee, H., Naghdi Badi, H., Nemati, S. H., & Tolyat Abulhassani, S. M. (2017). Evaluation of morphophysiological and phytochemical traits of different ecotypes of *Salvia multicaulis* Vahl. in Hamedan province, Iran. *Journal of Medicinal Plants 16* (64) :123-136. (in Persian with English abstract).
36. Schippmann, U., Leaman, D. J., & Cunningham, A. B. (2002). Impact of cultivation and gathering of medicinal plants on biodiversity: global trends and issues. Biodiversity and the ecosystem approach in agriculture, forestry and fisheries. *Ninth Regular Session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rome, 12-13 October 2002.
37. Tajali A., and Khazaeipoor M. 2002. Effect of height and organs on flavonoids of *Crataegus microphylla*. *International Journal of Biosciences*. *7*:54-58. (in Persian with English abstract)

38. Taran, M., Rezaeian, M., & Izaddoost, M. (2006). In vitro antitrichomonas activity of *Allium hirtifloium* (Persian Shallot) in comparison with metronidazole. *Iranian Journal of Public Health, 35*(1), 92-94.
39. Tarang, A., Kordrostami, M., Shahdi Kumleh, A., Hosseini Chaleshtori, M., Forghani Saravani, A., Ghanbarzadeh, M., & Sattari, M. (2020). Study of genetic diversity in rice (*Oryza sativa* L.) cultivars of Central and Western Asia using microsatellite markers tightly linked to important quality and yield related traits. *Genetic Resources and Crop Evolution*, *67*, 1537-1550. https://doi.org/10.1007/s10722-020-00927-2.
40. Tatanyi, P. (2001, July). Chemical variation (chemo differentiation) in medicinal and aromatic plants. In International Conference on Medicinal and Aromatic Plants. *Possibilities and Limitations of Medicinal and Aromatic Plant 576* (pp. 15-23). https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.576.1.
41. Tomas-Barberan, F.A., & Espin, J.C. (2001). Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 81*, 853-879. https://doi.org/10.1002/jsfa.885
42. Vu, Q. H., Hang, T. T. M., Yaguchi, S., Ono, Y., Pham, T. M. P., Yamauchi, N., & Shigyo, M. (2013). Assessment of biochemical and antioxidant diversities in a shallot germplasm collection from Vietnam and its surrounding countries. *Genetic Resources and Crop Evolution, 60*, 1297- 1312. https://doi.org/10.1007/s10722-012-9920-9.
43. Zeinali Aghdam, S., Minaeian, S., Sadeghpour Karimi, M., & Tabatabaee Bafroee, A. S. (2019). The antibacterial effects of the mixture of silver nanoparticles with the shallot and nettle alcoholic extracts. *Journal of Applied Biotechnology Reports, 6*(4), 158-164. https://doi.org/10.29252/JABR.06.04.05