




<https://ijpb.ui.ac.ir/?lang=en>  
Journal of Plant Biological Sciences  
E-ISSN: 3041-9603  
Vol. 15, Issue, No. 2, Summer 2023  
Document Type: Research Paper  
Received: 24/08/2023 Accepted: 09/03/2024

## Taxonomic investigation of some Iranian *Myosotis* L. species (Boraginaceae), by using the calyx and nut traits

Bahareh Akbarnejad<sup>1</sup>, Farrokh Ghahremaninejad<sup>1\*</sup> , Mahmoud Bidarlord<sup>2</sup>, Mehrshid Riahi<sup>1</sup>, Ehsan Hoseini<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Watershed Management and Forests and Rangelands Research Department, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

<sup>3</sup>Iranian Biology Society, No. 285, Kalthor Street, Postal Code 1345666856, Tehran, Iran

### Abstract

The genus *Myosotis* (Forget-me-not) is distinct by having ovoid, smooth, and shiny nuts with brown to black color from the other related taxa in the Boraginaceae Family. This study aimed to investigate taxonomic and phylogenetic relations in some Iranian *Myosotis* species based on calyx and nut characters. In this way, dry herbarium specimens were used from T and FAR herbaria at Kharazmi University. Their sepals and achenes were separated under a stereomicroscope, their images were prepared by a digital camera and then were prepared and analyzed using ImageJ 1.5v and Past 4.13v software. It was found that calyx and calyx trichome and nut characteristics such as the shape of the calyx, the shape of the trichome distribution, and the presence of ligulate white appendage in the nut, prove their usefulness in differentiating the species of the genus *Myosotis*. The phylogenetic study of calyx and calyx trichome characteristics and nut characteristics can be used to separate the subgenus *Strophostoma* M.Pop. (Turcz.) from other members of the genus as a monophyletic taxon. In this article, an identification key for the studied species is presented based on the diagnostic traits of the nut and the calyx.

### Introduction

The genus forget-me-not flower (*Myosotis* L.) includes 80 to 100 species in the world (Mabberley, 2008; Weigend *et al.*, 2016), and up until now, 18 species of which were reported from Iran (Akbarnejad, 2023). This genus is considered as a monophyletic taxon (Shrafati *et al.*, 2014) and could be separated from other genera of the family Boraginaceae by having ovoid, smooth, and shiny nuts with brown to black color (Winkworth *et al.*, 2002). Although *Myosotis* could be clearly defined by morphological characteristics, the genus is considered as taxonomically complex (Al-Shehbaz, 1991). So far, numerous research projects have been executed on the morphological, micro-morphological and molecular traits of flowering plants, including family Boraginaceae

\* Corresponding Author: fgh@khu.ac.ir



and genus *Myosotis*, in the world (Akbarnejad, 2023; Noroozi *et al.*, 2022; Akbarnejad *et al.*, in press; Abbasi *et al.*, 2011; Diez, 1994; Metcalfe and Chalk, 1979; Meudt, 2015; Ning *et al.*, 1992; Nyawuame and Gill, 1990; Cohen, 2014; Retief and Van Wyk, 1997; Zamani, 2022; Dylami *et al.*, 2018; Javanmardi, 2015, et cetera) that aimed to determine their proper taxonomic classification. Therefore, the current research was carried out to investigate the phylogenetic relationships among the species of the genus *Myosotis*, and since the *Myosotis* genus has beautiful and fragrant flowers, the exact taxonomic identification of its species may help to breed and reproduce species with ornamental importance and valuable in perfumery industry (see Znajdek-Awiżeń *et al.*, 2014).

### Material and Methods

The samples were collected from the T and FAR herbaria of Kharazmi University, their sepals and nuts were separated under a stereomicroscope, and their images were prepared by a digital camera. Then, the studied traits were measured and coded using ImageJ 1.5v software, and by Past 13.4v software, a phylogenetic tree was reconstructed by UPGMA method (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean).

### Results and Discussion

The trichome length was found to be long in *M. scorpioides* L., *M. olympica* Boiss., *M. asiatica* (Vestergr.) Schischk. & Serg., *M. alpestris* F.W. Schmidt., *M. sylvatica* Hoffm., *M. lithospermifolia* (Willd.) Hornem. and *M. pseudopropinqua* Popov; whereas the trichome length in species *M. ramosissima* Rochel ex. Schultes., *M. stricta* Link ex Roem. & Schult., *M. anomala* Riedl., *M. sparsiflora* J.C. Mikan ex Pohl. and *M. propinqua* Fisch. & C.A.Mey were found to be relatively short. The largest and smallest length and width of the calyx were related to *M. sylvatica* and *M. sparsiflor*, respectively. The inadequate number of variations observed in the calyx and calyx trichome traits was not found to be suitable for the identification of subgeneric taxa in the specific rank but could be useful in the study of taxonomic relationships among the higher taxonomic ranks. Calyx, calyx trichome, and nut traits could be applied in the study of taxonomic relationships among the species of *Myosotis*, as well as to investigate the relationship among and within subgenera of *Myosotis*, e.g., subgenus *Strophostoma* M. Pop. (Turcz.), as the species of this subgenus were found to form the monophyletic subgenus by the criteria applied in the present study. The percentage changes in nut traits were found to be compatible with those in flower and flower trichome traits, in contrast to the previous findings about pollen and stem traits (Akbarnejad *et al.* in press; Akbarnejad, 2023).

### Conclusion

The percentage of changes in the morphological traits studied in genus *Myosotis* was above 60% in nut traits and below 60% in calyx and calyx trichome traits. Calyx and calyx trichome characteristics as well as nut characteristics were found to be useful for the separation of taxa above the specific rank, e.g., the separation of the subgenus *Strophostoma*, as the species of this subgenus were shown to form a monophyletic group by examining the nut, calyx and calyx hair characteristics in the present research.

**Keywords:** Boraginaceae, *Myosotis*, nut, calyx, calyx trichomes

## بررسی آرایه شناختی برخی از گونه‌های ایرانی سرده گل فراموشم مکن از تیره گاو زبانیان بر اساس صفات ریز ریخت‌شناسی کاسه گل و فندقه

بهاره اکبرنژاد<sup>۱</sup>، فرخ قهرمانی‌نژاد<sup>۱\*</sup>، محمود بیدارلرد<sup>۲</sup>، مهرشید ریاحی<sup>۱</sup>، احسان حسینی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

<sup>۲</sup> مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، رشت، ایران

<sup>۳</sup> انجمن زیست‌شناسی ایران، تهران، ایران

### چکیده

گیاهان سرده گل فراموشم مکن با داشتن فندقه‌های تخم مرغی، صاف و براق قهوه‌ای تا سیاه خود از سایر سرده‌های تیره گاو زبانیان قابل تشخیص هستند. بررسی روابط آرایه شناختی گونه‌های این سرده به علت ارزش زینتی و صنعتی و دارا بودن اسانس‌های معطر، مهم است. پژوهش حاضر با هدف بررسی آرایه شناسی گیاهان سرده گل فراموشم مکن به کمک صفات ریخت‌شناسی کاسه و فندقه انجام شده است. نمونه‌های خشک هر بار یومی از هر بار یومی‌های دانشگاه خوارزمی تهیه شدند، کاسه گل و فندقه‌ها در زیر استریومیکروسکوپ جدا و تصاویر آنها تهیه شد و سپس تصاویر توسط نرم‌افزارهای سنجش و اندازه‌گیری تصاویر و تحلیل داده‌ها، از جمله ImageJ 1/5v و Past 4/13v بررسی شدند. نتایج نشان دادند صفات کاسه، کرک‌های کاسه گل و صفات فندقه نظیر شکل دندان کاسه گل، شکل پراکندگی کرک‌ها و همچنین وجود یا عدم وجود زائده سفید در فندقه‌ها در افتراق گونه‌های این سرده مفید هستند. با بررسی آرایه شناسی و تبارشناختی صفات کاسه و کرک‌های کاسه گل و فندقه مشخص شد این صفات می‌توانند تا حدودی جهت جداسازی زیر سرده *Strophostoma* (Turcz.) M. Pop. در این سرده نیز مفید باشند. همچنین نتایج حاصل از تحلیل درخت تبارشناختی بر اساس صفات کاسه گل و فندقه‌ها نشان دادند گونه‌های این زیر سرده تا حدودی تک‌نیا هستند. در این پژوهش بر اساس صفات تشخیصی فندقه و کاسه کلید شناسایی برای گونه‌های مورد بررسی ارائه شده است.

**واژه‌های کلیدی:** تیره گاو زبانیان، گل فراموشم مکن، فندقه، کاسه گل، کرک‌های کاسه گل

\* نگارنده مسئول: نشانی پست الکترونیک: fgh@khu.ac.ir، شماره تماس: ۰۹۱۲۲۷۲۸۳۴۲



## مقدمه

تیره گاوزبانیان (Boraginaceae s.str.) حدوداً ۱۰۰ سرده و ۱۶۰۰ گونه با مرکز پراکنش اوراسیا در دنیا دارد (Weigend et al., 2016). سرده گل فراموشم مکن (*Myosotis* L.) در دنیا دارای ۸۰ تا ۱۰۰ گونه است (Mabberley, 2008; Weigend et al., 2016). براساس کتاب فلور ایرانیکا شماره ۴۸ سرده *Myosotis* دارای دو زیر سرده به نام‌های *Myosotis* و *Strophostoma* است. خود زیر سرده *Myosotis* دارای سه سری به نام‌های *Myosotis* *Sylvatica* و *Arvenses* است. سری *Myosotis* دارای ۴ گونه، سری *Sylvatica* دارای ۸ گونه، سری *Arvenses* دارای ۳ گونه و زیر سرده *Strophostoma* دارای ۴ گونه هستند (Riedl, 1967). براساس فلور ایران جلد ۳۹ سرده *Myosotis* دارای دو زیر سرده *Myosotis* و *Strophostoma* است و زیر سرده *Myosotis* دارای ۱۱ گونه و زیر سرده *Strophostoma* دارای ۴ گونه هستند (Khatamsaz, 2002). این سرده آرایه مونوفیلتیک یا تک‌نیایی است (Shrafati et al., 2014) و ویژگی بارز آن در بین دیگر سرده‌های تیره گاوزبانیان، فندقه‌های تخم مرغی شکل، صاف و براق قهوه‌ای تا سیاه رنگ است. گیاهان گل فراموشم مکن عمدتاً در مناطق معتدله در هر دو نیمکره پراکنده شده‌اند و تعداد معدودی گونه در مناطق آلپی و مناطق استوایی پراکنش دارند (Winkworth et al., 2002). در این توزیع گسترده، این سرده دارای دو مرکز تنوع یکی در غرب اوراسیا، جایی که تقریباً ۶۰ گونه وجود دارد (Al-Shehbaz, 1991) و دیگری در نیوزلند که تقریباً ۳۵ گونه معتبر توصیف شده است (Moore, 1961; Moore & Simpson, 1973). در خارج از این دو منطقه، سرده تنوع اندکی دارد و کمتر از ۱۰ گونه محدود به آمریکای شمالی، آمریکای جنوبی، آفریقا، گینه نو و استرالیا می‌شود (Al-Shehbaz, 1991). در ایران تاکنون ۱۶ گونه از این سرده گزارش شده است (Akbarnejad, 2023). اگرچه *Myosotis* به وضوح توسط صفات ریخت‌شناسی تعریف می‌شود، ولی از نظر طبقه‌بندی پیچیده است (Al-Shehbaz, 1991). در کنار صفاتی که در شرح آرایه‌ها استفاده شدند، از صفات دیگری از جمله ساختار کلاله، غدد شهدی، یا به عبارت دیگر حلقه دیسک مانند زیر تخمدانی می‌توان در تاکسونومی گیاهان این سرده استفاده کرد (Weryszko-Chmielewska, 2003). یافته‌های پژوهش‌های قبلی نشان دادند آناتومی اندام‌های رویشی گیاهان گلدار می‌تواند از نظر طبقه‌بندی در شناسایی اولیه نمونه‌های گیاهی و به عنوان کمکی برای ایجاد روابط متقابل گونه‌ها و در سطح بالاتر از گونه مفید باشد (Metcalf & Chalk, 1983). تاکنون پژوهش‌های زیادی درباره صفات ریخت‌شناسی، ریز ریخت‌شناسی و مولکولی گیاهان گلدار از جمله این سرده انجام شده است (Akbarnejad, 2023; Akbarnejad et al., 2023; Noroozi et al., 2022; Abbasi et al., 2011; Díez, 1994; Metcalfe & Chalk, 1979; Meudt, 2015; Ning et al., 1992; Nyawuame & Gill, 1990; Cohen, 2014; Retief & Van Wyk, 1997; Zamani, 2022; Dylami et al., 2015; Javanmardi, 2018) که به طبقه‌بندی تاکسونومیکی آن‌ها کمک کرده است. از این پژوهش‌ها می‌توان به عنوان نمونه به نتایج Metcalfe و Chalk (۱۹۷۹) که به بررسی برخی از خواص تشریحی تیره گاوزبانیان در بررسی

تیره گاوزبانیان (Boraginaceae s.str.) حدوداً ۱۰۰ سرده و ۱۶۰۰ گونه با مرکز پراکنش اوراسیا در دنیا دارد (Weigend et al., 2016). سرده گل فراموشم مکن (*Myosotis* L.) در دنیا دارای ۸۰ تا ۱۰۰ گونه است (Mabberley, 2008; Weigend et al., 2016). براساس کتاب فلور ایرانیکا شماره ۴۸ سرده *Myosotis* دارای دو زیر سرده به نام‌های *Myosotis* و *Strophostoma* است. خود زیر سرده *Myosotis* دارای سه سری به نام‌های *Myosotis* *Sylvatica* و *Arvenses* است. سری *Myosotis* دارای ۴ گونه، سری *Sylvatica* دارای ۸ گونه، سری *Arvenses* دارای ۳ گونه و زیر سرده *Strophostoma* دارای ۴ گونه هستند (Riedl, 1967). براساس فلور ایران جلد ۳۹ سرده *Myosotis* دارای دو زیر سرده *Myosotis* و *Strophostoma* است و زیر سرده *Myosotis* دارای ۱۱ گونه و زیر سرده *Strophostoma* دارای ۴ گونه هستند (Khatamsaz, 2002). این سرده آرایه مونوفیلتیک یا تک‌نیایی است (Shrafati et al., 2014) و ویژگی بارز آن در بین دیگر سرده‌های تیره گاوزبانیان، فندقه‌های تخم مرغی شکل، صاف و براق قهوه‌ای تا سیاه رنگ است. گیاهان گل فراموشم مکن عمدتاً در مناطق معتدله در هر دو نیمکره پراکنده شده‌اند و تعداد معدودی گونه در مناطق آلپی و مناطق استوایی پراکنش دارند (Winkworth et al., 2002). در این توزیع گسترده، این سرده دارای دو مرکز تنوع یکی در غرب اوراسیا، جایی که تقریباً ۶۰ گونه وجود دارد (Al-Shehbaz, 1991) و دیگری در نیوزلند که تقریباً ۳۵ گونه معتبر توصیف شده است (Moore, 1961; Moore & Simpson, 1973). در خارج از این دو منطقه، سرده تنوع اندکی دارد و کمتر از ۱۰ گونه محدود به آمریکای شمالی، آمریکای جنوبی، آفریقا، گینه نو و استرالیا می‌شود (Al-Shehbaz, 1991). در ایران تاکنون ۱۶ گونه از این سرده گزارش شده است (Akbarnejad, 2023). اگرچه *Myosotis* به وضوح توسط صفات ریخت‌شناسی تعریف می‌شود، ولی از نظر طبقه‌بندی پیچیده است (Al-Shehbaz, 1991). در کنار صفاتی که در شرح آرایه‌ها استفاده شدند، از صفات دیگری از جمله ساختار کلاله، غدد شهدی، یا به عبارت دیگر حلقه دیسک مانند زیر تخمدانی می‌توان در تاکسونومی گیاهان این سرده استفاده کرد (Weryszko-Chmielewska, 2003). یافته‌های پژوهش‌های قبلی نشان دادند آناتومی اندام‌های رویشی گیاهان گلدار می‌تواند از نظر طبقه‌بندی در شناسایی اولیه نمونه‌های گیاهی و به عنوان کمکی برای ایجاد روابط متقابل گونه‌ها و در سطح بالاتر از گونه مفید باشد (Metcalf & Chalk, 1983). تاکنون پژوهش‌های زیادی درباره صفات ریخت‌شناسی، ریز ریخت‌شناسی و مولکولی گیاهان گلدار از جمله این سرده انجام شده است (Akbarnejad, 2023; Akbarnejad et al., 2023; Noroozi et al., 2022; Abbasi et al., 2011; Díez, 1994; Metcalfe & Chalk, 1979; Meudt, 2015; Ning et al., 1992; Nyawuame & Gill, 1990; Cohen, 2014; Retief & Van Wyk, 1997; Zamani, 2022; Dylami et al., 2015; Javanmardi, 2018) که به طبقه‌بندی تاکسونومیکی آن‌ها کمک کرده است. از این پژوهش‌ها می‌توان به عنوان نمونه به نتایج Metcalfe و Chalk (۱۹۷۹) که به بررسی برخی از خواص تشریحی تیره گاوزبانیان در بررسی

زینتی و یا تولید عطر با استخراج اسانس‌های مورد استفاده در صنایع عطرسازی (Znajdek-Awiżeń et al., 2014) حرکت کرد.

### مواد و روش‌ها

نمونه‌های خشک هرباریومی از هرباریوم‌های T و FAR دانشگاه خوارزمی تهیه شده و به آزمایشگاه بیوسیستماتیک و سیستما تیک مولکولی گیاهی دانشگاه خوارزمی انتقال داده شدند. سپس نمونه‌های کاسه گل و فندقه‌ها در زیر استریومیکروسکوپ جدا شده و تصاویر آن‌ها تهیه شد. پس از آن با نرم‌افزار ImageJ 1/5v صفات مورد بررسی اندازه‌گیری و در ادامه کدگذاری شده و توسط نرم‌افزار Past 4/13v در ابتدا استاندارد شدند و درخت فیلوژنتیکی یا تبارشناختی آن‌ها با Unweighted Pair Group Method (UPGMA) با Boot Strap 1000 (with Arithmetic) ترسیم شد.

تبارشناختی این سرده پرداخته‌اند (Metcalf & Chalk, 1979) اشاره کرد. همچنین Akbarnejad et al., (2023) صفات ریخت‌شناسی، ریز ریخت‌شناسی ساقه در برخی از گونه‌های ایرانی سرده *Myosotis* برای بررسی روابط تبارشناختی این سرده در تیره گاو زبانان را بررسی کردند (Akbarnejad, et al., in press). پژوهش حاضر با هدف بررسی روابط آرایه‌شناسی برخی از گیاهان سرده گل فراموشم مکن (*Myosotis*) انجام شده است، تا علاوه بر مشخص نمودن اهمیت و نقش صفات کاسه و فندقه در جدایی گونه‌ها و آرایه‌های بالاتر، روابط تبارشناختی گونه‌های موجود در ایران به کمک این صفات نیز بررسی شوند. از آنجایی که سرده *Myosotis* دارای گل‌های زیبایی هستند و در صورت شناسایی دقیق گونه‌ها و پیدا کردن روابط آرایه‌شناسی آن‌ها، شاید بتوان گونه‌هایی با ارزش زینتی بالا و مهم به لحاظ اقتصادی پیدا نمود. همچنین می‌توان در مسیر تکثیر و پرورش گونه‌های با ارزش

جدول ۱- فهرست گونه‌های استفاده شده در بررسی آرایه‌شناسی صفات کاسه گل و کرک‌های کاسه گل سرده *Myosotis*، همراه با نام هرباریوم، محل جمع‌آوری نمونه‌ها.

Table 1- The species used in the taxonomical study of *Myosotis* calyx and calyx trichome traits, along with the name of herbarium, place of collection.

No.	Species	Herbarium Code	Herbarium No.	Localities
1	<i>M. scorpioides</i> L.	T	24742	Gilan: Lisar protected area, Subatan. 2000 m
2	<i>M. olympica</i> Boiss.	T	24745	Ardabil: Khalkhal, Palangah Mt.
3	<i>M. asiatica</i> (Vestergr.) Schischk. & Serg.	T	24740	Azarbajejan: Kuh-e Khalil, 2800 m
4	<i>M. alpestris</i> F.W.Schmidt.	T	24739	Ardabil: Khalkhal, Sardul, 2800 m
5	<i>M. sylvatica</i> Hoffm.	T	1984	Gilan: Lisar protected area, Bakro Dag, 2700 m
6	<i>M. lithospermifolia</i> (Willd.) Hornem.	FAR	18400	Tehran: Afje Zaygan. 2000 m
7	<i>M. ramosissima</i> Rochel ex. Schultes.	T	4868	Nortern Khorassan: Esfarayen, Saluk National Park, Joz valley, 1472 m
8	<i>M. stricta</i> Link ex Roem. & Schult.	T	24744	Ardabil: Khalkhal, Aq-Dagh Mt., 2300 m
9	<i>M. anomala</i> Riedl.	T	1972	Gilan: Lisar protected area, Subatan, 2200 m
10	<i>M. sparsiflora</i> J.C.Mikan ex Pohl.	T	24743	Ardabil: Khalkhal, Shahroud riverside, 1200 m
11	<i>M. propinqua</i> Fisch. & C.A.Mey.	T	11060	Mazandaran: Sari-Semeskandeh near Velashed, 160 m
12	<i>M. pseudopropinqua</i> Popov	FAR	7994	Golestan: Kord Koi forest

جدول ۲- فهرست گونه‌های استفاده شده در بررسی آرایه شناسی صفات فندقه گل سرده *Myosotis*، همراه با نام هرباریوم، محل جمع آوری نمونه‌ها.

Table 2- The species used in the taxonomical study of *Myosotis* nuts traits, along with the herbarium number, place of collection.

No.	Species	Herbarium Name	Herbarium No.	Localities
1	<i>M. scorpioides</i> L.	T	24742	Gilan: Lisar protected area, Subatan. 2000 m
2	<i>M. olympica</i> Boiss.	T	24745	Ardabil: Khalkhal, Palangah Mt.
3	<i>M. alpestris</i> F.W.Schmidt.	T	24739	Ardabil: Khalkhal, Sardul, 2800 m
4	<i>M. sylvatica</i> Hoffm.	T	1984	Gilan: Lisar protected area, Bakro Dag, 2700 m
5	<i>M. lithospermifolia</i> (Willd.) Hornem.	FAR	18400	Tehran: Afje Zaygan. 2000 m
6	<i>M. ramosissima</i> Rochel ex. Schultes.	T	4868	Northern Khorassan: Esfarayen, Saluk National Park, Joz valley. 1472 m
7	<i>M. stricta</i> Link ex Roem. & Schult.	T	24744	Ardabil: Khalkhal, Aq-Dagh Mt., 2300 m
8	<i>M. anomala</i> Riedl.	T	1972	Gilan: Lisar protected area, Subatan, 2200 m
9	<i>M. sparsiflora</i> J.C.Mikan ex Pohl.	T	24743	Ardabil: Khalkhal, Shahroud riverside, 1200 m
10	<i>M. propinqua</i> Fisch. & C.A.Mey.	T	11060	Mazandaran: Sari-Semeskandeh near Velashed, 160 m
11	<i>M. pseudopropinqua</i> Popov	FAR	7994	Gorgan: Kord Koi forest

## نتایج

دندانه‌ها و شکل پراکندگی کرک‌ها به جدول ۳ مراجعه شود. بزرگترین و کوچکترین طول کاسه به ترتیب مربوط به گونه‌های ۵ و ۱۰ و از لحاظ عرض کاسه بزرگترین و کوچکترین عرض کاسه مربوط به گونه‌های ۵ و ۱۰ است و از لحاظ عرض دندانه کاسه بزرگترین و کوچکترین آن‌ها به گونه‌های ۱ و ۳ مربوط می‌شود (جدول ۱).

جهت مقایسه کاسه گل و کرک‌های کاسه گل گونه‌هایی از سرده *Myosotis* مشخص شد طول کرک گونه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۱۲ بلند است و در سایر گونه‌ها کوتاه است. از لحاظ تراکم کرک‌ها گونه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۶، ۸، ۹ و ۱۰ دارای تراکم زیاد، گونه ۱ دارای تراکم کم و باقی گونه‌ها دارای تراکم کرک متوسط هستند. از لحاظ مقایسه شکل



شکل ۱- کاسه گل و کرک‌های کاسه گل در گونه‌های بررسی شده *Myosotis* ۱- *M. scorpioides*، ۲- *M. olympica*، ۳- *M. asiatica*، ۴- *M. alpestris*، ۵- *M. sylvatica*، ۶- *M. lithospermifolia*، ۷- *M. ramosissima*، ۸- *M. stricta*، ۹- *M. anomala*، ۱۰- *M. sparsiflora*، ۱۱- *M. propinqua* و ۱۲- *M. pseudopropinqua*

Figure 1- Calyx and calyx trichomes in the *Myosotis* species, 1- *M. scorpioides*, 2- *M. olympica*, 3- *M. asiatica*, 4- *M. alpestris*, 5- *M. sylvatica*, 6- *M. lithospermifolia*, 7- *M. ramosissima*, 8- *M. stricta*, 9- *M. anomala*, 10- *M. sparsiflora*, 11- *M. propinqua* and 12- *M. pseudopropinqua*.

جدول ۳- مقایسه صفات کاسه گل و کرک‌های کاسه گل سرده *Myosotis*.Table 3- Comparison of the *Myosotis* calyx and calyx trichomes.

شماره	صفات Species	شکل دندان کاسه گل A	تراکم کرک B	طول کرک C
1	<i>M. scorpioides</i> L.	مثلی پهن نوک تیز	کم	بلند
2	<i>M. olympica</i> Boiss.	مثلی متوسط نوک تیز	زیاد	بلند
3	<i>M. asiatica</i> (Vestergr.) Schischk. & Serg.	مثلی کشیده نازک نوک تیز	زیاد	بلند
4	<i>M. alpestris</i> F.W.Schmidt.	مثلی متوسط نوک تیز	متوسط	بلند
5	<i>M. sylvatica</i> Hoffm.	مثلی پهن رو به متوسط نوک تیز	متوسط	بلند
6	<i>M. lithospermifolia</i> (Willd.) Hornem.	مثلی کشیده متوسط نوک تیز	زیاد	بلند
7	<i>M. ramosissima</i> Rochel ex. Schultes.	مثلی کشیده متوسط نوک تیز	متوسط	کوتاه
8	<i>M. stricta</i> Link ex Roem. & Schult.	مثلی متوسط نوک تیز	زیاد	کوتاه
9	<i>M. anomala</i> Riedl.	مثلی کشیده نوک تیز	زیاد	کوتاه
10	<i>M. sparsiflora</i> J.C.Mikan ex Pohl.	مثلی متوسط نوک تیز	زیاد	کوتاه
11	<i>M. propinqua</i> Fisch. & C.A.Mey.	مثلی پهن رو به متوسط نوک تیز	متوسط	کوتاه
12	<i>M. pseudopropinqua</i> Popov	مثلی پهن رو به متوسط نوک تیز	متوسط	بلند

ادامه جدول ۳- مقایسه صفات کاسه گل و کرک‌های کاسه گل سرده *Myosotis*.Table 3 continues- Comparison of calyx and calyx trichomes traits in the some species of *Myosotis*.

شماره	صفات Species	شکل پراکنندگی کرک (D)
1	<i>M. scorpioides</i> L.	خوابیده و پراکنده، در همه جای کاسه صاف
2	<i>M. olympica</i> Boiss.	خوابیده و پراکنده، از سمت دم گل قلابی و صاف در وسط قلابی و صاف در بالا صاف
3	<i>M. asiatica</i> (Vestergr.) Schischk. & Serg.	خوابیده و پراکنده، از سمت دم گل قلابی در وسط صاف و در بالا صاف
4	<i>M. alpestris</i> F.W.Schmidt.	پراکنده، از سمت دم گل قلابی در وسط قلابی و در بالا صاف
5	<i>M. sylvatica</i> Hoffm.	پراکنده و روی هم خوابیده، از سمت دم گل صاف و قلابی در وسط صاف و قلابی و در بالا صاف
6	<i>M. lithospermifolia</i> (Willd.) Hornem.	پراکنده، از سمت دم گل صاف در وسط صاف و قلابی و در بالا صاف
7	<i>M. ramosissima</i> Rochel ex. Schultes.	پراکنده و خوابیده، از سمت دم گل قلابی در وسط قلابی و در بالا صاف
8	<i>M. stricta</i> Link ex Roem. & Schult.	پراکنده و خوابیده، از سمت دم گل قلابی در وسط قلابی و در بالا صاف
9	<i>M. anomala</i> Riedl.	خوابیده، از سمت دم گل صاف در وسط قلابی و در بالا صاف
10	<i>M. sparsiflora</i> J.C.Mikan ex Pohl.	پراکنده، از سمت دم گل قلابی در وسط صاف و قلابی و در بالا صاف
11	<i>M. propinqua</i> Fisch. & C.A.Mey.	پراکنده و خوابیده، از سمت دم گل قلابی در وسط صاف و در بالا صاف
12	<i>M. pseudopropinqua</i> Popov	پراکنده و خوابیده، از سمت دم گل قلابی و صاف در وسط صاف و در بالا صاف



ادامه جدول ۳- مقایسه کاسه گل و کرک‌های کاسه گل *Myosotis* (واحدها بر حسب میلی‌متر).

Table 3 continues- Comparison of the *Myosotis* calyx and calyx trichomes (Units in mm).

شماره	صفات Species	طول کاسه (mm) E	عرض کاسه (mm) F	عرض دندان (mm) G
1	<i>M. scorpioides</i> L.	3.484	1.716	0.869
2	<i>M. olympica</i> Boiss.	2.435	1.755	0.558
3	<i>M. asiatica</i> (Vesterg.) Schischk. & Serg.	2.446	1.808	0.199
4	<i>M. alpestris</i> F.W.Schmidt.	2.512	1.805	0.485
5	<i>M. sylvatica</i> Hoffm.	4.108	2.488	0.639
6	<i>M. lithospermifolia</i> (Willd.) Hornem.	3.091	1.679	0.368
7	<i>M. ramosissima</i> Rochel ex. Schultes.	3	1.41	0.455
8	<i>M. stricta</i> Link ex Roem. & Schult.	2.758	1.568	0.52
9	<i>M. anomala</i> Riedl.	3.85	1.22	0.644
10	<i>M. sparsiflora</i> J.C.Mikan ex Pohl.	2.313	1.128	0.368
11	<i>M. propinqua</i> Fisch. & C.A.Mey.	2.592	1.835	0.818
12	<i>M. pseudopropinqua</i> Popov	3.531	1.756	0.859

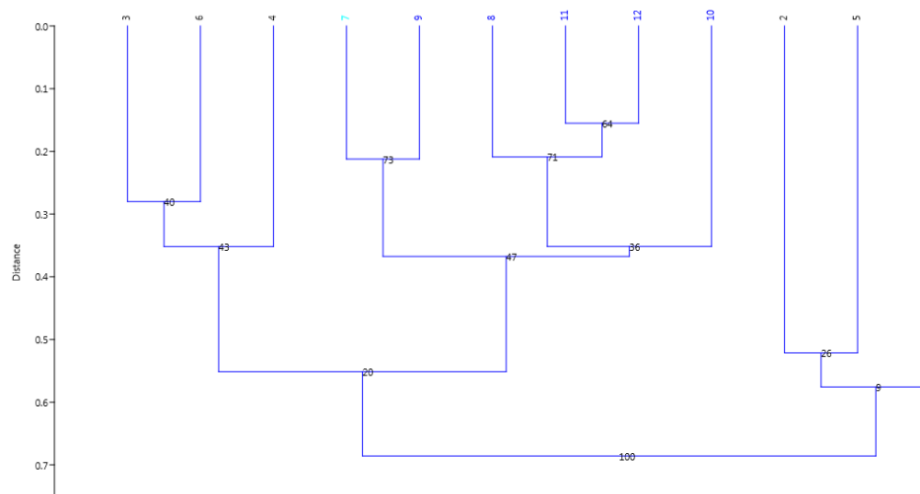
جدول ۴- صفات کیفی و کمی کدگذاری شده کاسه گل و کرک‌های کاسه گل برخی از گونه‌های سرده *Myosotis*

Table 4- Coded qualitative and quantitative traits of some species of *Myosotis* calyx and calyx trichome.

شماره گونه‌ها	شکل دندان کاسه گل	تراکم کرک	طول کرک	شکل پراکندگی کرک	طول کاسه	عرض کاسه	عرض دندان
1	1	1	1	1	3	2	5
2	3	2	1	2	1	2	3
3	4	2	1	4	1	2	1
4	3	3	1	9	2	2	3
5	2	3	1	2	5	3	4
6	5	2	1	8	3	2	2
7	5	3	2	3	3	1	3
8	3	2	2	3	2	2	3
9	6	2	2	6	4	1	4
10	3	2	2	7	1	1	2
11	2	3	2	4	2	2	5
12	2	3	1	5	4	2	5

آرایه شناسی این سرده دارای ارزش چندانی نبوده، اما می‌تواند در بررسی روابط گونه‌ای یا آرایه‌های بالاتر مفید باشد.

در پژوهش‌های انجام شده میزان تغییرات صفات کاسه گل و کرک‌های کاسه گل زیر حد نرمال، ۴۶ درصد بوده است که جهت پژوهش‌های



شکل ۲- درخت فیلوژنتیکی گونه‌های سرده *Myosotis* با بررسی صفات کاسه گل با ترسیم شده با نرم افزار Past. ۱- *M. Scorpioides*، ۲- *M. olympica*، ۳- *M. asiatica*، ۴- *M. alpestris*، ۵- *M. sylvatica*، ۶- *M. lithospermifolia*، ۷- *M. ramosissima*، ۸- *M. stricta*، ۹- *M. anomala*، ۱۰- *M. sparsiflora*، ۱۱- *M. propinqua*، ۱۲- *M. pseudopropinqua*

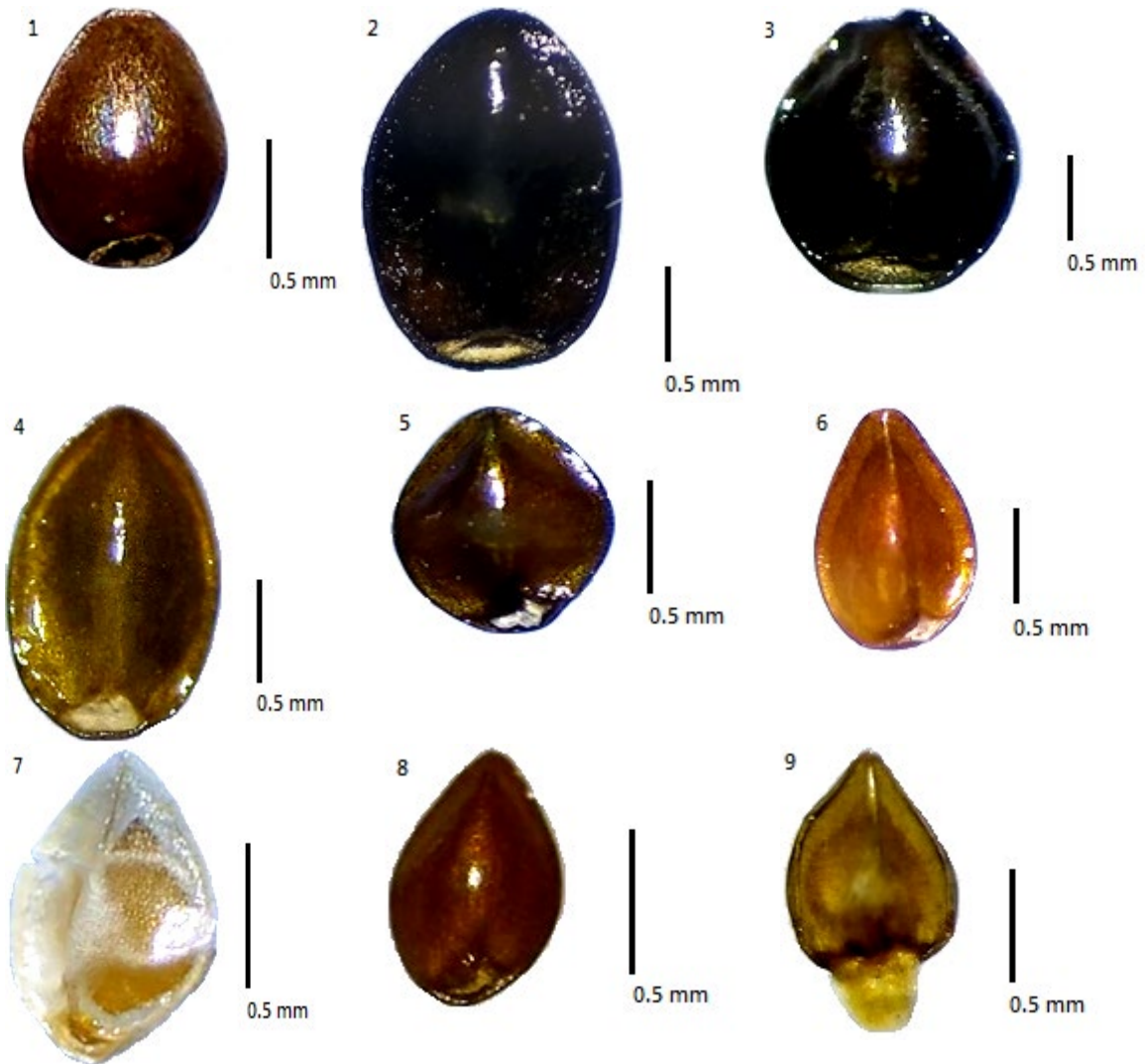
Figure 2- Phylogenetic tree of *Myosotis* species by studying calyx traits drawing by Past software. 1- *M. Scorpioides*, 2- *M. olympica*, 3- *M. asiatica*, 4- *M. alpestris*, 5- *M. sylvatica*, 6- *M. lithospermifolia*, 7- *M. ramosissima*, 8- *M. stricta*, 9- *M. anomala*, 10- *M. sparsiflora*, 11- *M. propinqua*, 12- *M. pseudopropinqua*.

تک نیایی جدا شده و پژوهش‌های قبلی (Riedl, 1967) را تأیید می‌کنند (شماره گونه‌ها بر اساس شماره و اسامی گونه‌های جدول شماره ۱). در مقایسه فندقه‌ها مشخص شد بزرگترین و کوچکترین طول فندقه به ترتیب متعلق به گونه شماره ۲ و ۸ و بزرگترین و کوچکترین عرض فندقه به ترتیب مربوط به گونه‌های شماره ۴ و ۸ است. در خصوص وجود زائده سفید گونه‌های شماره ۱ تا ۸ فاقد زائده سفید و گونه‌های شماره ۹، ۱۰ و ۱۱ دارای زائده هستند. فندقه‌های گونه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ نوک کند و گونه‌های ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ نوک تیز بودند. فندقه‌های گونه‌های ۱، ۴ و ۱۰ فاقد حاشیه و فندقه‌های ۲، ۳، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۱ دارای حاشیه هستند. فندقه‌های گونه‌های ۱، ۳، ۴، ۸ و ۹

در بررسی روابط تاکسونومیکی صفات کاسه و کرک‌های کاسه گل در گونه‌های مورد سرده *Myosotis* براساس جدول‌های شماره ۳ و ۴ و درخت فیلوژنتیکی شکل شماره ۲ می‌توان عنوان داشت که نخستین شاخه پایه با حمایت ۱۰۰ درصدی به دو کلاد پایه جدا شده‌اند، که یک کلاد با حمایت ۲۰ درصدی و کلاد دیگر با حمایت ۹ درصدی خود به دو خوشه جدا می‌شوند. در بررسی مذکور در روابط تاکسون‌های این درخت می‌توان نتیجه گرفت بررسی صفات کاسه و کرک‌های کاسه گل علاوه بر بررسی در سطح گونه‌ایی می‌تواند در بررسی در سطح زیر سرده *M. Pop.* (*Strophiosoma* (Turcz.) که در درخت رسم شده فوق شامل گونه‌های ۸ تا ۱۲ می‌شود به صورت

سطح صاف بوده و از نظر شکل کلی گونه‌های ۱، ۴، ۶، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ فندقه‌ها تخم مرغی شکل و در گونه‌های ۵ و ۷ لوزی شکل و گونه ۲ بیضی کشیده و گونه ۳ فندقه بیضی شکل است. از لحاظ شکل آروئل‌ها به جدول شماره ۵ مراجعه شود (نام گونه‌ها جدول شماره ۲).

فاقد برجستگی ناوی مشخص و فندقه‌های گونه‌های ۲، ۵، ۶، ۷، ۱۰ و ۱۱ با برجستگی ناوی مشخص هستند. رنگ فندقه‌های گونه‌های ۱، ۵، ۶ و ۸ قهوه‌ای و گونه‌های ۲، ۴ و ۱۱ قهوه‌ای سوخته و گونه‌های ۳ و ۱۰ مشکی و گونه‌های ۷ و ۹ قهوه‌ای روشن هستند. از لحاظ نوع سطح در همه گونه‌ها





شکل ۳- فندقه‌های گونه‌های *Myosotis*، ۱- *M. Scorpioides*، ۲- *M. olympica*، ۳- *M. alpestris*، ۴- *M. sylvatica*، ۵- *M. lithospermifolia*، ۶- *M. ramosissima*، ۷- *M. stricta*، ۸- *M. anomala*، ۹- *M. sparsiflora*، ۱۰- *M. propinqua* و ۱۱- *M. pseudopropinqua*

Figure 3- Nuts of *Myosotis* species; 1- *M. Scorpioides*, 2- *M. olympica*, 3- *M. alpestris*, 4- *M. sylvatica*, 5- *M. lithospermifolia*, 6- *M. ramosissima*, 7- *M. stricta*, 8- *M. anomala*, 9- *M. sparsiflora*, 10- *M. propinqua* and 11- *M. pseudopropinqua*.

جدول ۵- مقایسه فندقه‌های سرده *Myosotis*

Table 5- Nuts traits of some species of *Myosotis*.

شماره	صفات Species	طول (mm) A	عرض (mm) B	وجود زائده سفید C	نوک تیز / نوک کند بودن دانه D	حاشیه دار بودن E	دارای برجستگی ناوی مشخص F
-	<i>M. scorpioides</i> L.	1.548	1.021	-	کند	-	-
2	<i>M. olympica</i> Boiss.	2.412	1.172	-	کند	+	+
3	<i>M. alpestris</i> F.W.Schmidt.	1.352	0.87	-	کند	+	-
4	<i>M. sylvatica</i> Hoffm.	1.744	1.179	-	کند	-	-
5	<i>M. lithospermifolia</i> (Willd.) Hornem.	1.057	0.558	-	تیز	+	+
6	<i>M. ramosissima</i> Rochel ex. Schultes.	1.416	0.741	-	تیز	+	+
7	<i>M. stricta</i> Link ex Roem. & Schult.	1.167	0.556	-	تیز	+	+
8	<i>M. anomala</i> Riedl.	0.889	0.503	-	تیز	+	-
9	<i>M. sparsiflora</i> J.C.Mikan ex Pohl.	1.896	1.006	+	تیز	+	-
10	<i>M. propinqua</i> Fisch. & C.A.Mey.	1.509	0.722	+	تیز	-	+
11	<i>M. pseudopropinqua</i> Popov	1.94	1	+	تیز	+	+

+ به معنای وجود یک ویژگی، - به معنای عدم وجود یک ویژگی

. + means the presence of a feature, - means the absence of a feature.

ادامه جدول ۵- مقایسه فندقه‌های سرده *Myosotis*

Continuation of Table 5- Comparison of nuts of the genus *Myosotis*.

شماره	صفات Species	رنگ G	نوع سطح H	نوع شکل I	شکل آرونل
1	<i>M. scorpioides</i> L.	قهوه‌ای	صاف	تخم مرغی	اسکار بزرگ، بیضی شکل پهن، دارای بافت اسفنجی کم در لبه‌ها
2	<i>M. olympica</i> Boiss.	قهوه‌ای سوخته	صاف	بیضی کشیده	اسکار بزرگ، سرتاسری، قایقی شکل کشیده، دارای بافت اسفنجی زیاد بیشتر در لبه‌ها
3	<i>M. alpestris</i> F.W.Schmidt.	مشکی	صاف	بیضی	اسکار بزرگ، سرتاسری، به شکل بیضی پهن، دارای بافت اسفنجی تو پر
4	<i>M. sylvatica</i> Hoffm.	قهوه‌ای سوخته	صاف	تخم مرغی	اسکار بزرگ و به شکل ۵ ضلعی، دارای بافت اسفنجی تو پر
5	<i>M. lithospermifolia</i> (Willd.) Hornem.	قهوه‌ای	صاف	لوزی	اسکار کوچک، دارای بافت اسفنجی تو پر
6	<i>M. ramosissima</i> Rochel ex. Schultes.	قهوه‌ای	صاف	تخم مرغی	اسکار کوچک، ۴ وجهی شکل متمایل به سمت چپ فندقه، دارای بافت تو پر اسفنجی
7	<i>M. stricta</i> Link ex Roem. & Schult.	قهوه‌ای روشن	صاف	لوزی	اسکار بزرگ به شکل قایق، دارای بافت اسفنجی بیشتر در لبه‌ها
8	<i>M. anomala</i> Riedl.	قهوه‌ای	صاف	تخم مرغی	اسکار کوچک دارای بافت اسفنجی
9	<i>M. sparsiflora</i> J.C.Mikan ex Pohl.	قهوه‌ای روشن	صاف	تخم مرغی	اسکار سرتاسری کشیده به شکل قایق با زائده‌ی بندی شکل
10	<i>M. propinqua</i> Fisch. & C.A.Mey.	مشکی	صاف	تخم مرغی	اسکار سرتاسری کشیده به شکل قایق با زائده‌ی بندی شکل
11	<i>M. pseudopropinqua</i> Popov	قهوه‌ای سوخته	صاف	تخم مرغی	اسکار سرتاسری کشیده به شکل قایق با زائده‌ی بندی شکل

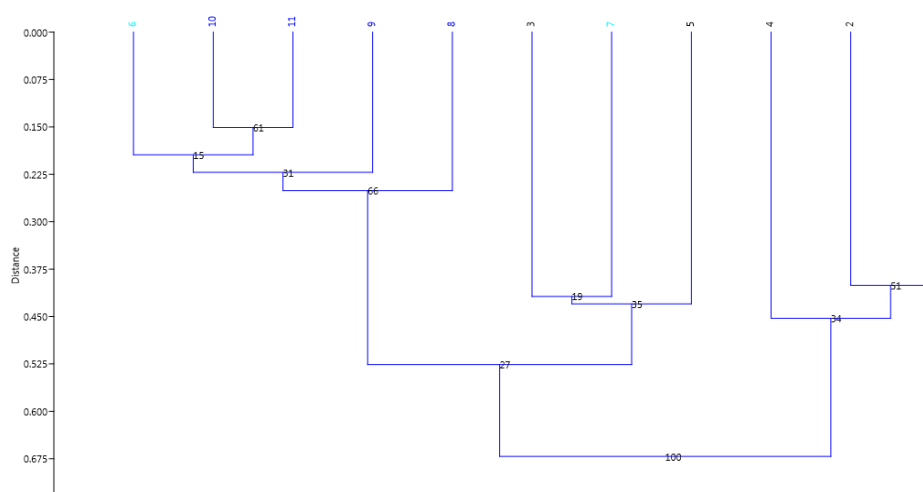
جدول ۶- صفات کمی و کیفی فندقه‌های برخی از گونه‌های سرده *Myosotis* همراه با کدهای آن‌ها

Table 6- Nuts qualitative and quantitative traits of some species of *Myosotis* and their codes

شماره گونه‌ها	طول	عر ض	وجود زائده سفید	نوک تیز یا نوک کند بودن دانه	حاشیه دار بودن	دارای برجستگی ناوی مشخص	رنگ	نوع سطح	نوع شکل	شکل آرونل
1	3	2	1	1	2	2	1	1	1	1
2	4	2	1	1	1	1	2	1	2	1
3	2	1	1	1	2	1	3	1	3	2
4	3	2	1	1	2	2	2	1	1	2
5	2	1	1	2	1	1	1	1	4	3
6	2	1	1	2	1	1	1	1	1	3
7	2	1	1	2	1	1	4	1	4	1
8	1	1	1	2	1	2	1	1	1	3
9	3	2	2	2	1	2	4	1	4	4
10	3	1	2	2	1	2	3	1	1	4
11	3	2	2	2	1	1	2	1	1	4

درصد بوده که در بررسی تاکسونومیک این سرده با ارزش هستند.

در پژوهش‌های انجام شده در صفات فندقه درصد تغییرات صفات بالاتر از حد نرمال، ۶۲



شکل ۴- درخت فیلوژنتیک بر اساس ویژگی‌های صفات فندقه‌ها در برخی از گونه‌های سرده *Myosotis*؛ ۱- *M. Scorpioides*، ۲- *M. olympica*، ۳- *M. alpestris*، ۴- *M. sylvatica*، ۵- *M. lithospermifolia*، ۶- *M. ramosissima*، ۷- *M. stricta*، ۸- *M. anomala*، ۹- *M. sparsiflora*، ۱۰- *M. propinqua* و ۱۱- *M. pseudopropinqua*

Figure 4- Phylogenetic tree based on the traits of nuts in the *Myosotis* species; 1-*M. Scorpioides*, 2- *M. olympica*, 3- *M. alpestris*, 4- *M. sylvatica*, 5- *M. lithospermifolia*, 6- *M. ramosissima*, 7- *M. stricta*, 8 - *M. anomala*, 9- *M. sparsiflora*, 10- *M. propinqua*, 11- *M. pseudopropinqua*.

- کلید شناسایی گونه‌های مشترک کار شده در صفات فندقه، کاسه و کرک‌های کاسه گل:
- ۱- الف - فندقه با زائده سفید ..... ۲  
 ب- فندقه بدون زائده سفید ..... ۳  
 ۲- الف - فندقه نوک کند ..... ۵  
 ب- فندقه نوک تیز ..... ۶  
 ۳- الف - فندقه قهوه‌ای ..... ۴  
 ب- فندقه مشکی ..... *M. propinqua*  
 ۴- الف - فندقه دارای برجستگی ناوی مشخص و با حاشیه، شکل دندان کاسه گل پهن رو به متوسط نوک تیز ..... *M.pseudopropinqua*  
 ب- فندقه بدون برجستگی ناوی مشخص و با حاشیه، شکل دانه کاسه گل مثلی متوسط نوک تیز ..... *M. sparsiflora*  
 ۵- الف - فندقه تخم مرغی ..... ۷

در بررسی روابط تاکسونومیکی صفات فندقه در گونه‌های مورد پژوهش سرده *Myosotis* بر اساس جداول شماره ۵ و ۶ و درخت فیلوژنتیکی شکل شماره ۴ مشاهده می‌شود، نخستین شاخه پایه با حمایت ۱۰۰ درصدی به دو کلاد پایه جدا شده که هر کلاد با حمایت‌های ۲۷ و ۳۴ درصدی به دو خوشه جدا می‌شوند. همچنین در بررسی‌های صورت گرفته در روابط تاکسون‌های این درخت می‌توان عنوان داشت که این صفات علاوه بر بررسی در سطح گونه‌ای می‌تواند در بررسی زیر سرده *Strophostoma* که در درخت رسم شده فوق شامل گونه‌های ۸ تا ۱۱ می‌شود به صورت تک نیایی جدا شده و پژوهش‌های قبلی (Riedl, 1967) را تایید می‌کنند (شماره گونه‌ها بر اساس شماره و اسامی گونه‌های جدول شماره ۲).

و *M. anomala*، *M. propinqua sparsiflora* و *M. pseudopropinqua* مشخص شد. نتایج حاصل با یافته‌های Meudt در سال ۲۰۲۱ در بازننگری تاکسونومیکی ۵ گروه از سرده *Myosotis* بومی نیوزلند بر اساس برخی صفات ماکرومورفولوژیکی از جمله صفات کاسه گل، از حیث استفاده از صفات کاسه گل در بررسی تاکسونومیکی برخی از گونه‌های ایرانی این سرده هم خوانی دارد (Meudt, 2021). Nikzat & Ebadi در سال ۲۰۲۱ با بررسی صفات ماکرومورفولوژیکی فندقه در ۱۱ گونه از تیره گاوزبانان از جمله فندقه *Myosotis sylvatica* Ehrh. توسط استریومیکروسکوپ و میکروسکوپ الکترونی روبشی نشان دادند شکل فندقه *Rochelieae* از بیضی (تخم مرغی، بیضی-مثلثی و بیضی-مستطیلی شکل) تا هرمی متغیر است و شش الگوی اصلی بر اساس صفات فراساختاری فندقه را شناسایی کردند و بیان کردند *Rochelieae* با تغییر فندقه‌ها از "بدون زائده" به "با غده و خار" و نیز "بدون خار" به "خارهای براق" مشخص می‌شود. آن‌ها بیان داشتند الگوی فراساختاری فندقه‌ها در *Rochelieae* به طور سیستماتیک در سطح سرده مناسب است، اما نه در سطح گونه که برخلاف پژوهش حاضر است که ما عنوان داشتیم بررسی صفات فندقه در سطح گونه و نیز در سطح زیر سرده *Strophostoma* در سرده *Myosotis* می‌تواند مفید باشد (Ebadi & Nikzat, 2021). Cohen در سال ۲۰۱۴ که به تجزیه و تحلیل فیلوژنتیکی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و مولکولی گاوزبانان در بررسی روابط تکاملی، طبقه‌بندی و الگوهای تکامل صفات پرداخت بیان داشت که

- ب- فندقه بیضی ..... ۸  
 ۶- الف- برجستگی ناوی مشخص ..... ۹  
 ب- برجستگی ناوی نامشخص..... *M. anomala*  
 ۷- الف- فندقه با اسکار بزرگ دارای بافت اسفنجی کم در لبه‌ها..... *M. scorpioides*  
 ب- فندقه با اسکار بزرگ دارای بافت اسفنجی تو پر ..... *M. sylvatica*  
 ۸- الف- فندقه با اسکار بزرگ و سرتاسری دارای بافت اسفنجی زیاد در لبه‌ها، کرک‌های کاسه گل خوابیده و پراکنده از سمت دم گل قلابی و صاف در وسط قلابی و صاف و در بالا صاف ..... *M. olympica*  
 ب- فندقه با اسکار سرتاسری و بزرگ دارای بافت اسفنجی تو پر، کرک‌های کاسه گل پراکنده، از سمت دم گل قلابی در وسط قلابی و در بالا صاف ..... *M. alpestris*  
 ۹- الف- فندقه قهوه‌ای ..... ۱۰  
 ب- فندقه قهوه‌ای روشن ..... *M. stricta*  
 ۱۰- الف- فندقه لوزی، کرک‌های کاسه گل پراکنده از سمت دم گل صاف در وسط صاف و قلابی و در بالا صاف ..... *M. lithospermifolia*  
 ب- فندقه تخم مرغی، کرک‌های کاسه گل پراکنده و خوابیده از سمت دم گل قلابی در وسط قلابی و در بالا صاف ..... *M. ramosissima*

## بحث

در پژوهش حاضر برخی از گونه‌های ایرانی سرده *Myosotis* از لحاظ ویژگی‌های ریخت‌شناسی کاسه گل، کرک‌های کاسه گل و فندقه بررسی شدند و تک‌نیایی بودن گونه‌های متعلق زیر سرده *Strophostoma* از قبیل گونه‌های *M.*

### نتیجه گیری

در بررسی صفات ریخت‌شناسی این سرده صفات کاسه و کرک‌های کاسه گل و صفات فندقه علاوه بر افتراق گونه‌های این سرده، برای جداسازی بالاتر از سطح گونه نیز در سطح زیر سرده *Strophiosoma* مفید بوده و گونه‌های این زیر سرده تا حدودی تک‌نیا یا مونوفیلیتیک هستند.

### سپاسگزاری

نویسندگان از هرباریوم‌های دانشگاه خوارزمی (T, FAR)، آزمایشگاه بیوسیستماتیک و سیستماتیک مولکولی گیاهی دانشگاه خوارزمی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان تشکر و قدردانی را ابراز می‌نمایند.

### References

- Abbasi, M., Attar, F. & Ghahremaninejad, F. (2011). Anatomical studies on several species of *Heliotropium* L. in Iran. *Notulae Scientia Biologicae*, 3(4), 35.  
<https://doi.org/10.15835/nsb34631>.
- Akbarnejad, B., Ghahremaninejad., F., Bidarlord, M., Hoseini, E., Riahi, M. & Shirkhani, Z. (2023). Comparative investigation of stem anatomy in some Irania species of genus *Myosotis* L. (Boraginaceae). *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*. (Accepted).
- Akbarnejad, B. (2023). Taxonomic study of some species of *Myosotis* using morphological and molecular characters. Master's thesis. Kharazmi University. Tehran. 221 pp.
- Al-Shehbaz, I.A. (1991). The genera of Boraginaceae in the southeastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum. Supplementary Series*, 1, 1-169.

ترئیانات فندقه در Cynoglosseae و Trichodesmeae و نیز ویژگی‌های گل‌گرده و گل در Boraginaceae و Lithospermeae بسیار متنوع است که می‌تواند در بررسی روابط فیلوژنتیکی و الگوهای تکاملی برای ایجاد یک سیستم طبقه‌بندی به روز شده Boraginaceae استفاده شود و با پژوهش حاضر که از یک‌سری صفات ریخت‌شناسی فندقه و کاسه گل جهت درک بهتر روابط تاکسونومیکی گونه‌های ایرانی سرده *Myosotis* استفاده شد مطابقت دارد (Cohen, 2014). نتایج بررسی صفات کاسه و فندقه با نتایج بدست آمده از بررسی صفات ریخت‌شناسی و زیر ریخت‌شناسی ساقه *Myosotis* همسواست، به طوری که صفات ساقه‌ای برای جدا کردن آرایه‌ها در سطح گونه‌ها کار آمد هستند (Akbarnejad et al., in press). از سوی دیگر، صفات مورد بررسی در پژوهش حاضر علاوه بر جدا کردن آرایه‌ها در سطح گونه‌ها در سطح فراتر از گونه‌ای در حدبندی این سرده مناسب است. Akbarnejad در سال ۲۰۲۳ با بررسی تاکسونومیکی گل‌گرده این سرده درصد تغییرات صفات مورد پژوهش زیر ۶۰ درصد بود که بیان داشتند درصد این تغییرات زیر حد نرمال است. برای جدا کردن این سرده در سطح فراتر از گونه مناسب نبوده و همانند بررسی صفات کاسه و کرک‌های کاسه گل پژوهش حاضر است، که میزان تغییرات صفات نتایج مشاهده شده زیر ۶۰ درصد بود و با یافته‌های پژوهش حاضر که درصد تغییرات صفات فندقه بالای ۶۰ درصد یا بالاتر از حد نرمال بودند مطابقت ندارد (Akbarnejad, 2023).



- Metcalf, C.R. & Chalk, L. (1979). *Anatomy of dicotyledons I*. Oxford University Press, London, England.
- Metcalf, C.R. & Chalk, L. (1983). *Anatomy of the dicotyledons. II. Wood structure and conclusions*. Oxford University Press, London, England.
- Meudt, H.M., Prebble, J.M. & Lehnbach, C.A. (2015). Native New Zealand forget-me-nots (*Myosotis*, Boraginaceae) comprise a Pleistocene species radiation with very low genetic divergence. *Plant Systematics and Evolution*, 301, 1455-1471.  
<https://doi.org/10.1007/s00606-014-1166-x>.
- Meudt, H.M. (2021). Taxonomic revision of five species groups of ebracteate-erect *Myosotis* (Boraginaceae) endemic to New Zealand, based on morphology, and description of new subspecies. *Australian Systematic Botany*, 34(3), 252-304.  
<https://doi.org/10.1071/SB20028>.
- Moore, L. B. (1961). Boraginaceae. In H.H. Allan (Ed.), *Flora of New Zealand* (Vol. 1, pp. 806-833) Government Printer: Wellington, New Zealand.
- Moore, L.B. & Simpson, M.J.A. (1973). A new *Myosotis* from north-west Nelson. *New Zealand Journal of Botany*, 11(1), 163-170.  
<https://doi.org/10.1080/0028825X.1973.10430270>.
- Ning, J.C., Xi, Y.Z. & Zhang, Y.L. (1992). Pollen morphology of the tribe Anchuseae DC. and its taxonomic significance. *Cathaya*, 4, 79-90.
- Noroozi, M., Ghahremaninejad, F., Bogler, D., Witherspoon, J. M., Ryan, G. L., Miller, J. S., Riahi, M. & Cohen, J.I. (2022). Parsing a plethora of pollen: the role of pollen size and shape in the evolution of Boraginaceae. *Cladistics*, 38(2), 204-226.  
<https://doi.org/10.1111/cla.12488>.
- Nyawuame, H.G.K., & Gill, L.S. (1990). Cohen, J.I. (2014). A phylogenetic analysis of morphological and molecular characters of Boraginaceae: evolutionary relationships, taxonomy, and patterns of character evolution. *Cladistics*, 30(2), 139-169.  
<https://doi.org/10.1111/cla.12036>.
- Díez, M.J. (1994). A general survey of pollen types in *Anchusa* L. (Boraginaceae) in relation to taxonomy. *Acta Botanica Gallica*, 141(2), 233-242.  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/12538078.1994.10515155>.
- Dylami Moezi, A., Faghir, M. B., & Shahi Shavan, R. (2018). Flower and fruit micro-macro morphological characters of the genus *Sanguisorba* L. (Rosaceae) from Iran. *Iranian Journal of Plant Biology*, 10(4), 53-68.  
[https://ijpb.ui.ac.ir/article\\_23539.html?lang=en](https://ijpb.ui.ac.ir/article_23539.html?lang=en).
- Ebadi, M. & Nikzat, S. (2021). Nutlet micromorphology and character evolution of *Lappula* species (Boraginaceae) and its systematic implications. *Botanical Studies (Online)*, 62(1).  
<https://doi.org/10.1186/s40529-021-00325-6>.
- Javanmardi, F. (2015). Evolutionary trend of morphological characters of *Astragalus tawilicus*, *Astragalus dictyolobus* and *Astragalus victoriae* based on phylogeny of cpDNA matK sequences. *Iranian Journal of Plant Biology*, 7(26), 13-26.  
[https://ijpb.ui.ac.ir/article\\_20688\\_en.html?lang=fa](https://ijpb.ui.ac.ir/article_20688_en.html?lang=fa).
- Khatamsaz, M. (2002). *Myosotis*. In: M.Assadi(Chief Ed.). *Flora of Iran* (Vol. 39, pp. 244-272). Research Institute of Forests and Rangelands. Tehran. (In Persian).
- Mabberley, D.J. (2008). *Mabberley's Plantbook: a portable dictionary of plants, their classifications and uses* (3th ed.). Cambridge University Press.

- nectary and corolla outgrowths of *Myosotis sylvatica* Hoffm. (Boraginaceae). *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 45(1), 43-48.
- Winkworth, R. C., Grau, J., Robertson, A. W. & Lockhart, P. J. (2002). The origins and evolution of the genus *Myosotis* L. (Boraginaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 24(2), 180-193.
- [https://doi.org/10.1016/S1055-7903\(02\)00210-5](https://doi.org/10.1016/S1055-7903(02)00210-5).
- Zamani, A. (2022). Micromorphological study on the seeds of wild species of *Pyrus* (Rosaceae) in Iran and their taxonomic implication. *Nova Biologica Reperta*, 9(3), 236-245.
- <https://doi.org/10.52547/nbr.9.3.236>.
- Znajdek-Awizeń, P., Bylka, W., Gawenda-Kempczyńska, D., & Paszek, I. (2014). Comparative study on the essential oils of *Myosotis arvensis* and *Myosotis palustris* herbs (Boraginaceae). *Acta Physiologiae Plantarum*, 36, 2283-2286.
- <https://doi.org/10.1007/s11738-014-1562-4>.
- Structure and ontogeny of stomata in some tropical ornamental plants (monocotyledons). *Plant Biosystem*, 124(2-3), 249-258.
- <https://doi.org/10.1080/11263509009428146>.
- Retief, E., & Van Wyk, A. E. (1997). Palynology of southern African Boraginaceae: the genera *Lobostemon*, *Echiostachys* and *Echium*. *Grana*, 36(5), 271-278.
- <https://doi.org/10.1080/00173139709362616>.
- Riedl, H. (1967). *Myosotis*. In K.H. Rechinger (Ed.), *Flora Iranica* (no. 48, pp. 255-266). *Akademische Druck- u. Verlagsanstalt, Graz*.
- Shrafati, M., Kazempour Osaloo, S., Khoshokhan Mozaffar, M., Esmailbagi, S. & Saadati, N. (2014). Molecular phylogeny of the genus *Myosotis* (Boraginaceae) based on nrDNA ITS sequences. *Taxonomy and Biosystematics*, 6(19), 85-96.
- <https://doi.org/20.1001.1.20088906.1393.6.19.8.9>.
- Weigend, M., Selvi, F., Thomas, D.C. & Hilger, H.H. (2016). Boraginaceae. In: J.W. Kadereit & V. Bittrich. *The Families and Genera of Vascular Plants* (vol. 14, pp. 41-102). -Springer, Cham.
- Weryszko-Chmielewska, E. (2003). Morphology and anatomy of floral