

DOI: 10.22092/BOTANY.2021.354631.1248

مطالعه بیوسیستماتیک خزهای جنس *Plagiomnium* در شمال ایران*

دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۰۳ / پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۶

زهرا کریمی: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، سیستماتیک گیاهی و بوم‌شناسی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
 آرمان محمودی اطاقوری✉: دانشیار گروه علوم گیاهی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران (botany1347@gmail.com)
 حبیب زارع: استادیار پژوهش مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، باغ گیاه‌شناسی نوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
 پیروز عزیزی: استاد گروه خاک‌شناسی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

چکیده

جنس *Plagiomnium* از تیره *Mniaceae* شامل حدود ۳۴ گونه در جهان است که هفت گونه آن عمدتاً در نواحی جنگلی شمال ایران پراکنش دارند. هدف از انجام این تحقیق، مطالعه بیوسیستماتیک با روش‌های تاکسونومی عددی و گرده‌شناسی جنس *Plagiomnium* در رویشگاه‌های منطقه هیرکانی در محدوده سه استان شمالی گیلان، مازندران و گلستان است. پس از جمع‌آوری، نمونه‌ها از رویشگاه‌های طبیعی به آزمایشگاه منتقل شده و مورد بررسی قرار گرفتند. در این پژوهش، ۳۸ صفت کمی و کیفی ریخت‌شناسی مربوط به سه گونه خز مورد مطالعه برای بررسی‌های تاکسونومی عددی در نظر گرفته شد که پس از اندازه‌گیری و کددهی صفات، مورد آنالیز قرار گرفتند. همچنین، با بررسی هاگ‌های گونه‌های این جنس، با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نگاره، مشخص گردید که هاگ‌ها کروی، دارای گرانول در سطح آگزین و تزئینات سطح آگزین از نوع جوانه‌ای بود. با استفاده از آنالیزهای آماری تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مولفه‌های اصلی، روابط بین گونه‌های جنس *Plagiomnium* مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که نتایج حاصل از مطالعات تاکسونومی عددی و گرده‌شناسی می‌تواند گونه‌های جنس *Plagiomnium* را به خوبی از هم تفکیک نماید.

واژه‌های کلیدی: آگزین، تاکسونومی عددی، تزئینات سطحی، صفات ریخت‌شناسی، گرده‌شناسی

Biosystematics study of *Plagiomnium* in North of Iran

Received: 24.05.2021 / Accepted: 07.08.2021

Zahra Karimi: MSc Graduate in Plant Systematics & Ecology, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

Arman Mahmoudi Otaghvari✉: Associate Prof., Department of Plant Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran (botany1347@gmail.com)

Habib Zare: Assistant Prof., Nowshahr Botanical Garden, Research Institute of Forest and Rangelands, Agricultural Resources, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Piruz Azizi: Prof., Department of Soil Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Summary

The genus *Plagiomnium* (*Mniaceae*) of mosses embraces about 34 species in the world out of which seven species are mainly distributed in the northern forest areas of Iran. The aim of this study is biosystematics survey on this genus by the help of numerical taxonomy as well as palynological methods within the natural habitats of the Hyrcanian regions in Guilan, Mazandaran and Golestan provinces (north of Iran). After collection of samples from natural habitats, they were transferred to the laboratory, and were examined and analyzed. In this research, 38 qualitative and quantitative morphometrical traits belonging to three species of *Plagiomnium* were studied. Also, by investigated spores of Scanning Electron Microscope (SEM), it was determined that, spores were spherical, exine surface granulated, and sculptures were gemmate type. By using Cluster Analysis (CA), and Principle Component Analysis (PCA), the relationships between the *Plagiomnium* species were studied and it was determined that, the numerical taxonomy as well as palynological study are able to classify *Plagiomnium* species.

Keywords: Exine, numerical taxonomy, morphology, palynology, sculptures

* مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده نخست به راهنمایی دکتر آرمان محمودی و دکتر حبیب زارع ارائه شده به دانشگاه مازندران

مقدمه

گونه‌های *Plagiomnium* نسبت به سایر اعضای تیره *Mniaceae*، به دلیل داشتن یک ردیف دندان در امتداد حاشیه برگ و همچنین دوشکلی بودن آن (رشد عمودی و افقی)، کاملاً متمایز می‌باشد. اعضای این جنس، معمولاً در مناطق مرطوب یا نمناک از کف جنگل، در مناطق معتدل شمالی رشد می‌کنند. گونه‌های این جنس همچنین، در جنگل‌ها، چمنزارها و خاک‌ها، به طور وسیع از مناطق گرم و مرطوب تا مناطق قطبی در سراسر هلالرکتیت می‌رویند. در توزیع جهانی، این جنس در همه قاره‌ها به جز قطب جنوب حضور دارد. بعضی از گونه‌های آن به مناطق نیمه‌گرمسیری و گرمسیری، به ویژه در جنوب آسیا نفوذ کرده و تا مناطق سرد مجمع‌الجزایر جنوبی آمریکا و نیوزیلند نیز گسترش می‌یابند (Harris 2008, Ochyra et al. 2017). این جنس، یکی از معدود خزهای شناخته شده در جهان است که مطالعه و استفاده از موارد کاربردی آن از طریق دانش سنتی از فرهنگ محلی بومیان آمریکا و شرق آسیا انجام شده است. ملت‌های نخستین بریتیش کلمبیا در کانادا، از این جنس برای کاهش تورم و عفونت استفاده می‌کردند. همچنین، گیاه‌شناسان چینی از *Plagiomnium acutum* (Lindb.) T.J. Kop. مردمان هند از *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T.J. Kop. برای متوقف کردن خونریزی استفاده می‌کردند (هریس ۲۰۰۸).

روش بررسی

در این تحقیق، جمعیت‌های مختلف گونه‌های *Plagiomnium* از رویشگاه‌های طبیعی منطقه هیرکانی، از سه استان شمالی گیلان، مازندران و گلستان جمع‌آوری شد. ایستگاه‌های جمع‌آوری گونه‌ها و کدهای استفاده شده به کمک نرم‌افزار SPSS در جدول ۱ نشان داده است. در هر استان، به طور میانگین سه ایستگاه انتخاب گردید. کلیه جمع‌آوری‌ها در فصل بهار انجام شد. همچنین برای کم کردن تاثیر بوم‌شناسی روی صفات ریخت‌شناسی، سعی شد کلیه نمونه‌های جمع‌آوری شده از ارتفاع ۵۰۰ تا ۶۲۵ متر مورد آنالیز قرار گیرند. برای انجام مطالعات تاکسونومی عددی، ۲۹ صفت کمی و ۹ صفت کیفی (جدول ۲) برای ۲۵ جمعیت جنس *Plagiomnium* جمع‌آوری شده از استان‌های شمالی کشور در نظر گرفته شد. پس از بررسی و مطالعه دقیق نمونه‌ها زیر میکروسکوپ، اجزای مختلف آن‌ها اندازه‌گیری شد. میکروسکوپ استفاده شده در این مطالعه، از نوع میکروسکوپ سه چشمی با

یکی از گروه‌های مهم گیاهی و تأثیرگذار در اکوسیستم‌ها، خزها هستند که بخش اعظم تنوع زیستی جنگل‌ها را تشکیل می‌دهند و با توجه به شکل زیستی و بوم‌شناسی منحصر به فرد خود، از طریق عملکردهای مختلف ایفای نقش می‌کنند. فلور خزهای ایران از نظر تعداد و اهمیت تنوع زیستی، جایگاه دوم را در خاورمیانه دارد. مشکل شناسایی نسبتاً سخت این گروه از گیاهان، همواره باعث شده تا کمتر به اهمیت آن‌ها در اکوسیستم‌ها پی برده شود (Zare et al. 2017). تیره *Mniaceae* دارای حدود ۱۰ جنس و ۷۰ گونه می‌باشد. جنس‌های این تیره عبارتند از: *Mnium* Hedw.، *Cinclidium* Sw.، *Leucolepis* Lindb.، *Trachycystis* Lindb.، *Cyrtomnium* Holmen.، *Rizomnium* (Broth.) T. Kop.، *Plagiomnium* T.J.، *Orthomniopsis* Broth.، *Orthomnion* Wils.، *Pseudobryum* (Kindb.) T. Kop.، *Kop.* در چک لیست فلور خزهای ایران (Akhanian & Kürschner 2004)، گونه‌های متعددی از جنس *Mnium*، *Plagiomnium* و *Rhizomnium* در استان‌های گیلان، گلستان، مازندران، تهران و کردستان گزارش شده است. *Plagiomnium* T. Kop. یک جنس متداول از خزها در جهان می‌باشد که شامل حدود ۲۷ گونه است (Hariss 2008). طبق چک لیست آخانی و کورشنر (۲۰۰۴)، گونه‌های *P. affine*، *P. cuspidatum* (Hedw.) (Blandow ex Funck) T.J. Kop.، *P. elatum* (Bruch & Schimp.) T.J. Kop.، T.G. Kop.، *P. rostratum* (Schrad.) T.J.، *P. ellipticum* (Brid.) T.J. Kop.، *P. undulatum* (Hedw.) T.J. Kop.، *Kop.* کشور یافت می‌شوند (Akhanian & Kürschner 2004). طبق تحقیقات نسبتاً اخیر توسط زارع (Zare et al. 2017)، گونه *P. confertidense* نیز در استان مازندران یافت شده است. جنس *Plagiomnium* نخستین بار توسط کوپونن در سال ۱۹۶۸ (Koponen 1968) معرفی گردید. وی در ابتدا گروه *Plagiomnium* را به پنج بخش *Rostrata*، *Plagiomnium*، *Undulata*، *Rosulata* و *Venusta* تقسیم نمود. این بخش‌ها با توجه به ویژگی‌های اسپوروفیت (به عنوان مثال در گونه *P. rostratum* درپوش هاگدان rostrate است که به معنی برآمدگی منقار مانند می‌باشد) و گامتوفیت (مثل فقدان ساقه‌های افقی در بخش *Venusta* و حضور دندان‌های حاشیه‌ای تنها در نیمکره بالایی برگ‌ها در بخش *Plagiomnium*)، نام‌گذاری شده است.

به طول ۱/۴ تا ۴ سانتی‌متر؛ برگ‌های بالایی متراکم و برگ‌های پایینی فاصله‌دار، در حالت خشک چروکیده و جمع شده و در حالت مرطوب پهن و باز، تخم‌مرغی شکل، نوک‌دار و حاشیه‌دار؛ حاشیه برگ صاف، از میانه برگ تا نوک دندان‌دار، دندان‌ها منفرد؛ رگبرگ یا به زیر راس منتهی می‌شود یا به نوک برگ می‌رسد، ولی از نوک برگ بیرون نمی‌رود؛ سلول‌های میانی به طور منظم شش‌وجهی، غیرردیفی، دارای پهنای ۲۰ تا ۲۴ میکرومتر؛ تار قرمز؛ هاگدان افقی تا نیمه‌آویخته، تخم‌مرغی شکل؛ درپوش مخروطی کوتاه؛ هاگ‌ها به قطر ۱۸ تا ۳۶ میکرومتر.

نمونه بررسی شده: استان گیلان، رضوانشهر، جنگل‌های پونل به خلخال، ۶۲۵ متر، کریمی و زارع (TARI-22).
زیستگاه: روی خاک‌های مرطوب، دیوارها، صخره‌ها و تنه درختان در زیستگاه‌های سایه‌دار (Nyhholm 1954-1969, Kürschner & Frey 2011).

P. elatum (Bruch & Schimp.) T.J. Kop.-

گیاهانی به رنگ سبز مایل به زرد؛ طول ساقه‌ها تا ۱۰ سانتی‌متر، ساقه‌های نازا راست؛ برگ‌ها حدودا به طول ۴ میلی‌متر؛ سلول‌های میانی در ردیف‌های متقابل، شش‌وجهی مستطیلی شکل، دارای پهنای ۲ تا ۳ برابر؛ دندان‌ها تا قاعده، دندان‌ها دارای ۱ تا ۳ سلول؛ دارای رگبرگ ضخیم. گامتوفیت در این گونه تنها سلول جنسی نر یا سلول جنسی ماده تولید می‌کند (هر دو را هرگز).

نمونه بررسی شده: استان گلستان، کردکوی، جنگل‌های درازنو، ۶۰۰ متر، کریمی و محمودی (TARI-23).
زیستگاه: در زمین‌های آبگیر، چشمه‌ها و مناطق زه‌کشی شده (Nyhholm 1954-1969, Kürschner & Frey 2011).

- ویژگی‌های ریخت‌شناسی

تشخیص صفات ریخت‌شناسی، برای شناسایی گیاهان مختلف جهت طبقه‌بندی، امری ضروری است. جهت شناسایی و تفکیک گونه‌ها به طور دقیق‌تر می‌توان از صفات دیگر نیز استفاده کرد. بررسی و مطالعه ویژگی‌های هاگ در خزها یکی از صفات مهم می‌باشد. تزئینات اگزین در دانه گرده گیاهان عالی، مشابه هاگ در خزها است. ریخت‌شناسی هاگ دارای ارزش طبقه‌بندی، زیست محیطی و دیرینه‌شناسی گیاهی است. به دلیل نقش مشابه هاگ در جلوگیری از خشک شدن، ترکیب شیمیایی در اگزین، قابل مقایسه با اگزین دانه گرده است. همان طور که در گیاهان دانه‌دار، اگزین نقش مهمی در حفاظت از گامتوفیت نر، هنگام طی مسافت بین بساک و کلاله، ایفا می‌کند،

نام JENOUS مدل IS500 و دوربین ۵ مگاپیکسلی استفاده گردید.

ایستگاه‌های جمع‌آوری نمونه‌ها طی نقشه به دست آمده از ماهواره در شکل ۱ آورده شده است. نمونه‌های مورد مطالعه، در هرباریوم مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (TARI) نگهداری می‌شوند.

مشخصات آرایه‌های مورد بررسی به شرح زیر است:

Plagiomnium T. Kop.-

گیاهی با ساقه‌های زایا و افراشته؛ ساقه‌های نازا قوسی شکل و روی زمین خوابیده؛ اپیدرم ساقه دو یا چندردیفی با دیواره سلولی کم و بیش ضخیم؛ دارای میکرونماتا؛ برگ‌های زبانه‌ای، پهن، گرد تا تخم‌مرغی شکل؛ حاشیه‌های برگ دارای یک ردیف سلول؛ با دندان‌های منفرد؛ رگبرگ ضخیم یا باریک، بدون دندان، سلول‌های میانی منظم یا نامنظم، گرد تا شش-ضلعی، در ردیف‌های مجزا یا به هم پیوسته، هم‌قطر یا غیرهم‌قطر (Nyhholm 1954-1969, Kürschner & Frey 2011).

P. undulatum (Hedw.) T.J. Kop.-

برگ‌ها در حالت خشک موج‌دار، در حالت مرطوب پهن، برگ‌ها بزرگ، به طول ۱ سانتی‌متر، تخم‌مرغی-مستطیلی، برگ‌های بالایی‌ها متراکم و نزدیک به زبانه‌ای؛ راس برگ دارای نوک گرد؛ ساقه‌های زایا افراشته، به طول ۱۰ سانتی‌متر؛ ساقه‌های نازا افراشته یا خمیده و غالبا فشرده، به طول ۱۵ سانتی‌متر؛ حاشیه برگ ۳ تا ۵ سلولی، پهن و تک‌لایه، دندان‌دار، برگ در قاعده کم و بیش دندان‌دار، دارای ۱ تا ۲ سلول کشیده؛ رگبرگ ضخیم؛ سلول‌ها شش‌وجهی، دارای پهنای ۱۰ تا ۱۶ میکرومتر، در ردیف‌های نامنظم؛ تار افراشته؛ هاگدان آویخته، بیضوی؛ درپوش مخروطی؛ هاگ‌ها کروی، دارای سطحی صاف، به قطر ۲۴ تا ۳۲ میکرومتر (Nyhholm 1954-1969, Kürschner & Frey 2011).

نمونه بررسی شده: استان مازندران، نکا، جنگل‌های هزارجریب، ۶۱۵ متر، کریمی و زارع (TARI-24).

زیستگاه: روی خاک قلیایی مرطوب یا خنثی در جنگل‌ها، علف‌زارها، زمین‌های باتلاقی، حاشیه رودها، روی تنه درختان، سواحل شنی و روی صخره‌های مرطوب (Nyhholm 1954-1969, Kürschner & Frey 2011).

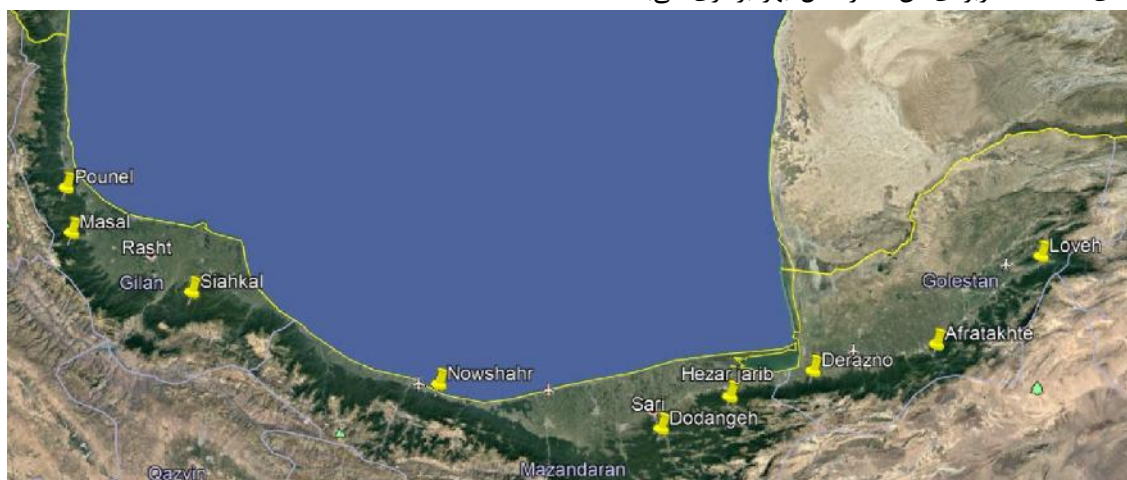
P. cuspidatum (Hedw.) T.J. Kop.-

گیاهی به رنگ سبز تیره با بخش‌های جوان روشن‌تر؛ ساقه‌های زایا راست و ساقه‌های نازا قوسی شکل تا راست،

از آنجایی که مطالعات جامعی تا به حال در زمینه تاکسونومی عددی و گرده‌شناسی روی جنس *Plagiomnium* در ایران انجام نشده، لذا این مطالعه می‌تواند پایه و مبنای مهمی برای انجام سایر مطالعات بیوسیستماتیکی روی این جنس در ایران باشد و به رده‌بندی دقیق‌تر و صحیح‌تر آن کمک شایانی نماید.

در بریوفیت‌ها نیز از بافت گامتوفیت محافظت می‌کند (Khoshravesh & Kazempour Osaloo 2007). لذا می‌توان از تزیینات سطحی هاگ‌ها و نحوه قرارگیری آن‌ها برای تفکیک گونه‌های خزه استفاده کرد.

خزه‌ها دارای ویژگی‌های جالب توجه‌ای هستند که تاکنون در بسیاری از کشورهای جهان شناخته شده و از جنبه‌های مختلف کاربردی آن‌ها در حال بهره‌برداری می‌باشند.



شکل ۱- مناطق جمع‌آوری نمونه‌ها در استان‌های شمالی ایران.

Fig. 1. Specimen's collection areas in the northern provinces of Iran.

جدول ۱- ایستگاه‌های جمع‌آوری گونه‌های *Plagiomnium* همراه با اطلاعات مربوطه

Table 1. Sampling stations of *Plagiomnium* spp. along with their related data

Province	Population	<i>P. elatum</i>		<i>P. undulatum</i>		<i>P. cuspidatum</i>	
		Altitude (m)	Code	Altitude (m)	Code	Altitude (m)	Code
Golestan	Loveh	-	-	620	1	500	11
	Afratakhteh	520	18	577	2	577	13
	Derazno	600	19	545	3	600	12
Mazandaran	Hezarjarib	511	21	615	4	615	11
	Dodangeh	607	20	607	5	-	-
	Nowshahr	570	23	610	6	525	14
Guilan	Siahkal	506	22	547	7	520	15
	Masal	594	24	614	8	545	16
	Punel	550	25	625	9	625	17

جدول ۲- صفات استفاده شده در روش تاکسونومی عددی

Table 2. Characteristics used in numerical taxonomy method

Qualitative trait	No.	Quantitative trait	No.	Quantitative trait	No.
Plant color	30	Leaf tip length	16	Plant length	1
Upper costa thickness (thin or thick)	31	Leaf tip width	17	Leaf length	2
Medium costa thickness (thin or thick)	32	No. of leaf tip cells	18	Upper leaf width	3

Table 2 (contd)		جدول ۲ (ادامه)			
Thickness of the end costa (thin or thick)	33	No. of teeth	19	Middle leaf width	4
Tooth length (long or short)	34	Tooth length	20	Terminal leaf width	5
Upper marginal cell (thin or thick)	35	Tooth width	21	Costa length	6
Middle marginal cell (thin or thick)	36	No. of cells per tooth	22	Upper costa width	7
terminal marginal cell (thin or thick)	37	The distance between the teeth	23	Middle costa width	8
Leaf tip length (long or short)	38	Upper marginal cell width	24	Terminal costa width	9
-	-	Middle marginal cell width	25	Upper laminal cell length	10
-	-	Terminal marginal cell width	26	Upper laminal cell width	11
-	-	Costa distance from upper marginal cell	27	Middle laminal cell length	12
-	-	Costa distance from middle marginal cell	28	Middle laminal cell width	13
-	-	Costa distance from terminal marginal cell	29	Terminal laminal cell length	14
-	-	-	-	Terminal laminal cell width	15

الکترونی نگاره، در دانشگاه الزهرا (تهران) انجام شد. سپس هاگ‌ها با استفاده از ۱۰ صفت کمی و هفت صفت کیفی تعیین شده، مورد آنالیز قرار گرفتند (جدول ۳). حالات و اندازه‌های مختلف صفات مربوط به تاکسونومی عددی و هاگ‌شناسی (به طور جداگانه)، پس از ثبت داده‌های اندازه‌گیری شده، به شکل عددی در نرم‌افزار SPSS کدهی شدند.

مطالعات هاگ‌شناسی - برای مطالعات هاگ‌شناسی، هاگ گونه‌های مختلف جنس *Plagiomnium* مربوط به ۹ منطقه در سه استان شمالی کشور نیز جمع‌آوری شد. به منظور بررسی دقیق‌تر هاگ‌ها، هاگدان‌ها درون اتانول ۹۶٪ سه هفته قبل از آزمایش قرار گرفتند. مراحل کار عکس‌برداری هاگ‌ها با میکروسکوپ

جدول ۳- صفات استفاده شده در روش هاگ‌شناسی

Table 3. Characteristics used in palynology method

Qualitative trait	No.	Quantitative trait	No.
Spore unit	11	Polar axis	1
Spore class	12	Equatorial diameter	2
Spore shape	13	P/E ratio	3
Aperture	14	Distance between culpis	4
Aperture type	15	Culpi length	5
Aperture position	16	Culpi width	6
Exine surface sculptures	17	Granul length	7
-	-	Distance between granules	8
-	-	No. of culpis	9
-	-	Spore size	10

نتیجه

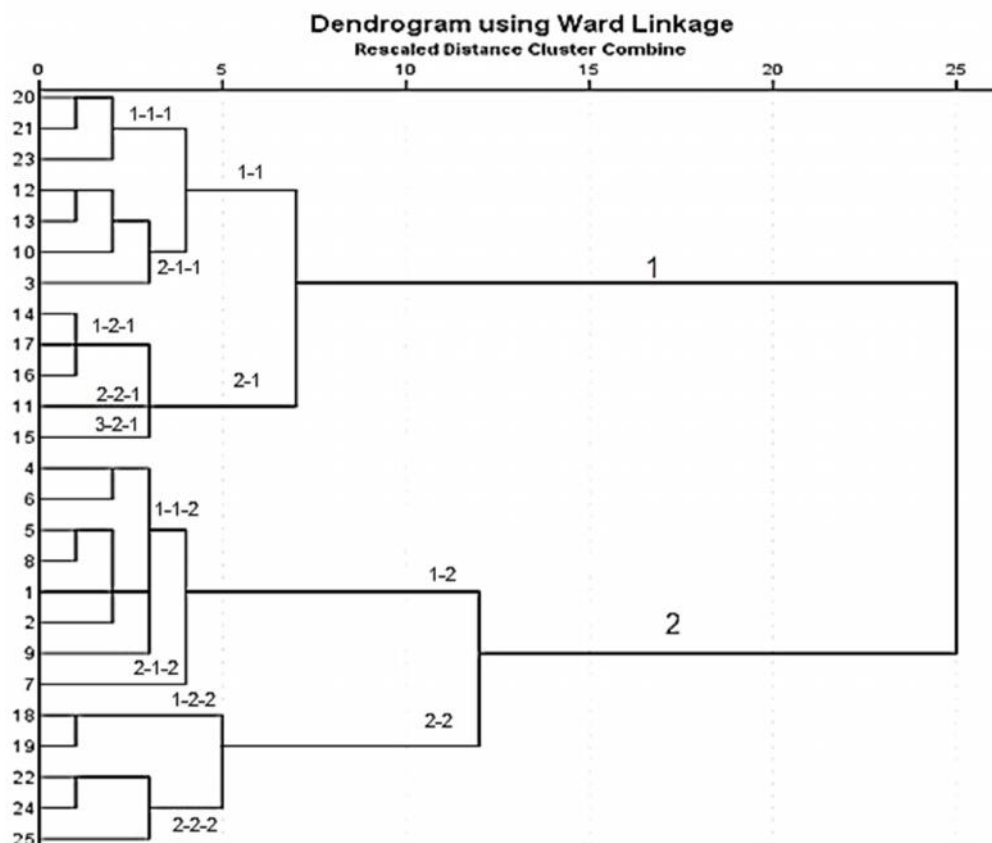
- نتایج حاصل از مطالعات تاکسونومی عددی

مجموعاً، ۳۸ صفت کمی و کیفی قابل اندازه‌گیری در سه گونه نام برده شده از جنس *Plagiomnium*، پس از اندازه‌گیری و کددهی، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نمودار خوشه‌بندی سلسله مراتبی آن‌ها با استفاده از روش Ward ترسیم گردید.

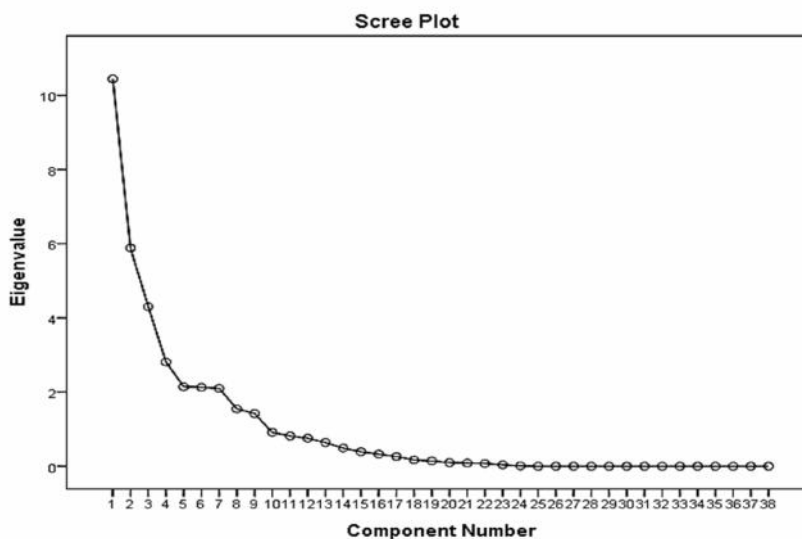
دندروگرام به دست آمده در سطح ۲۵٪، به دو خوشه اصلی تقسیم شد (شکل ۲). این سطح، ۷۵٪ از شباهت بین خوشه‌ها را نشان می‌دهد. هر یک از این خوشه‌های اصلی، دارای زیر خوشه‌های فرعی هستند. شاخه اصلی ۱ به دو شاخه فرعی ۱-۱ و ۲-۱ تقسیم می‌شود که در سطح ۷٪ از هم جدا شده و دارای ۹۳٪ شباهت می‌باشند. شاخه اصلی ۲ به دو شاخه فرعی ۱-۲ و ۲-۲ تقسیم می‌شود که در سطح ۱۲٪ از هم جدا شده و دارای ۸۸٪ شباهت می‌باشند.

شاخه فرعی ۱-۱ به نوبه خود دارای زیرشاخه‌های فرعی ۱-۱-۱ و ۲-۱-۱ می‌باشد. زیرشاخه فرعی ۱-۱-۱ دارای ۲ انشعاب است که هر دو مربوط به گونه *P. elatum* می‌باشند. انشعاب اول شامل جمعیت‌های کد ۲۰ و ۲۱ (دودانگه و هزارجریب) است و انشعاب دوم مربوط به جمعیت‌های کد ۲۳ (نوشهر) است. زیرشاخه فرعی ۱-۱-۲ دارای انشعابات ۱-۲-۱-۱ و ۲-۲-۱-۱ است. انشعاب ۱-۲-۱-۱ دارای ۲ انشعاب دیگر است که اولی جمعیت‌های کدهای ۱۲ و ۱۳ (درازنو و افراخته) و دومی جمعیت‌های کد ۱۰ (لوه) را در برمی‌گیرد. همه جمعیت‌های این زیرشاخه فرعی مربوط به گونه *P. cuspidatum* می‌باشند. انشعاب ۲-۲-۱-۱ به تنهایی جمعیت مربوط به گونه *P. undulatum* کد ۳ (درازنو) را شامل می‌شود. شاخه فرعی ۲-۱ خود شامل ۳ زیر شاخه فرعی است. زیرشاخه فرعی اول که جمعیت‌های کدهای ۱۴، ۱۷ و ۱۶ (نوشهر، پونل و ماسال) را در خود جای داده است. زیرشاخه

فرعی دوم به جمعیت کد ۱۱ (هزارجریب) و زیرشاخه فرعی سوم متعلق به جمعیت کد ۱۵ (سیاهکل) است. شاخه فرعی ۲-۱ جمعیت‌های گونه *P. cuspidatum* را شامل می‌شوند. شاخه فرعی ۱-۲ دارای دو زیر شاخه فرعی ۱-۱-۲ و ۲-۱-۲ است. زیرشاخه فرعی ۲-۱-۲ فقط جمعیت کد ۷ (سیاهکل) را شامل می‌شود. زیرشاخه فرعی ۱-۱-۲ به ۳ شاخه ۱-۱-۱-۱ و ۲-۱-۱-۲ و ۳-۱-۱-۲ تقسیم می‌شود. انشعاب ۱-۱-۱-۱ شامل جمعیت‌های کدهای ۴ و ۶ (هزارجریب و نوشهر) است. انشعاب ۲-۱-۱-۲ خود به ۳ انشعاب فرعی تقسیم می‌شود. انشعاب فرعی اول جمعیت‌های کدهای ۵ و ۸ (دودانگه و ماسال)، انشعاب فرعی دوم جمعیت کد ۱ (لوه) و انشعاب فرعی سوم جمعیت کد ۲ (افراخته) را شامل می‌شود. شاخه ۳-۱-۱-۲ به جمعیت کد ۹ (پونل) ختم می‌شود. شاخه فرعی ۱-۲ جمعیت‌های گونه *P. undulatum* را در خود دارد. شاخه فرعی ۲-۲ به دو زیرشاخه فرعی ۱-۲-۲ و ۲-۲-۲ تقسیم می‌شود. زیرشاخه فرعی ۲-۲-۱ جمعیت‌های کدهای ۱۸ و ۱۹ (افراخته و درازنو) را شامل می‌شود. زیرشاخه فرعی ۲-۲-۲ خود به دو انشعاب تقسیم می‌شود که انشعاب اول جمعیت‌های کدهای ۲۲ و ۲۴ (سیاهکل و ماسال)، انشعاب دوم جمعیت کد ۲۵ (پونل) را در بر می‌گیرد. جمعیت‌های شاخه فرعی ۲-۲ مربوط به گونه *P. elatum* است. طبق اطلاعات این نمودار، جمعیت‌هایی که به هم شباهت بیشتری دارند، در کنار هم قرار گرفته و آن‌هایی که از هم فاصله بیشتری دارند، دارای تفاوت بیشتری بوده و در گروه‌های مجزا قرار گرفته‌اند. به منظور تعیین صفات و عوامل مهمی که در جداسازی جمعیت‌های مورد مطالعه براساس صفات ریخت‌شناسی و دارای بیشترین تاثیر بوده و همچنین باعث تفکیک گونه‌ها و جمعیت‌ها از هم گردیدند، نمودار اسکری پلات برای آن‌ها ترسیم گردید.



شکل ۲- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای Ward به دست آمده از داده‌های تاکسونومی عددی.
Fig. 2. Ward cluster analysis dendrogram obtained from numerical taxonomy data.



شکل ۳- نمودار اسکری پلات حاصل از داده‌های تاکسونومی عددی جمعیت‌های جنس *Plagiomnium*.
Fig. 3. Scree plot diagram obtained from numerical taxonomy data of *Plagiomnium* populations.

جدول ۴- توصیف واریانس‌های به دست آمده از داده‌های تاکسونومی عددی

Table 4. Description of variances obtained from numerical taxonomy data

Component	Total variance			Extraction sums of squared loading		
	Eigen value	Percentage of justification variance	Percentage of cumulative variance	Eigen value	Percentage of justification variance	Percentage of cumulative variance
1	10.449	27.496	27.496	10.449	27.496	27.496
2	5.885	15.487	42.983	5.885	15.487	42.983
3	4.302	11.321	54.304	4.302	11.321	54.304
4	2.811	7.398	61.702	2.811	7.398	61.702
5	2.144	5.642	67.344	2.144	5.642	67.344
6	2.130	5.605	72.949	2.130	5.605	72.949
7	2.098	5.522	78.471	2.098	5.522	78.471
8	1.548	4.074	82.545	1.548	4.074	82.545
9	1.422	3.742	86.287	1.422	3.742	86.287
10	0.912	2.400	88.687	-	-	-
11	0.816	2.147	90.834	-	-	-
12	0.757	1.991	92.825	-	-	-
13	0.639	1.682	94.507	-	-	-
14	0.490	1.289	95.796	-	-	-
15	0.389	1.024	96.820	-	-	-
16	0.327	0.862	97.681	-	-	-
17	0.260	0.685	98.367	-	-	-
18	0.171	0.449	98.816	-	-	-
19	0.143	0.376	99.191	-	-	-
20	0.097	0.256	99.447	-	-	-
21	0.087	0.229	99.676	-	-	-
22	0.073	0.191	99.867	-	-	-
23	0.040	0.105	99.973	-	-	-
24	0.010	0.027	100.000	-	-	-

از بین ۹ مولفه اصلی، سه مولفه اول بیشترین تاثیر را در ایجاد واریانس کل داشته و شش مولفه دیگر کمترین نقش را در ایجاد واریانس کل داشته‌اند. مولفه اصلی اول با ۲۷/۴۹٪، بیشترین مقدار واریانس را به خود اختصاص داده است. صفاتی مثل طول برگ، عرض بالای برگ، عرض میانی برگ، عرض انتهایی برگ، طول رگبرگ (costa) و عرض بالای رگبرگ در ایجاد این مولفه، بیشترین نقش را داشته‌اند. این مولفه مجموعاً در برگ‌گیرنده ۳۲ صفت کمی و کیفی بوده است. مولفه اصلی دوم شامل ۲۷ صفت کمی و کیفی است. مقدار واریانس ایجاد شده توسط این مولفه، ۱۵/۴۸ می‌باشد. در این مولفه صفاتی مثل طول نوک برگ، عرض نوک برگ، تعداد سلول‌های نوک برگ و تعداد دندانه‌ها بیشترین نقش را ایفا نموده‌اند. مولفه اصلی سوم که حدود ۱۱/۳۲٪ از واریانس کل را به خود اختصاص داده است، شامل ۱۹ صفت کمی و کیفی است. صفات طول گیاه، طول دندانه، عرض دندانه، تعداد سلول در دندانه و عرض سلول‌های کناری در قسمت میانی، از اهمیت بیشتری برخوردار بودند. بقیه مولفه‌ها تاثیر خود را نشان داده اما مقادیر بسیار

براساس نمودار اسکری پلات (شکل ۳) و جدول واریانس به دست آمده از داده‌های تاکسونومی عددی (جدول ۴)، ۹ مولفه اصلی اول، بیشترین مقدار واریانس را ایجاد نموده (۸۶/۲۸٪ از واریانس کل) و صفات تشکیل‌دهنده این مولفه‌ها، مهم‌ترین عامل تفکیک جمعیت‌ها و گونه‌های جنس *Plagiomnium* در این مطالعه هستند. سایر مولفه‌ها با اختصاص مقادیر بسیار کم از واریانس کل، نقش و تاثیر بسیار ناچیزی در تفکیک جمعیت‌های مورد مطالعه داشته‌اند. مقدار واریانس ایجاد شده توسط ۹ مولفه اصلی به ترتیب زیر است:

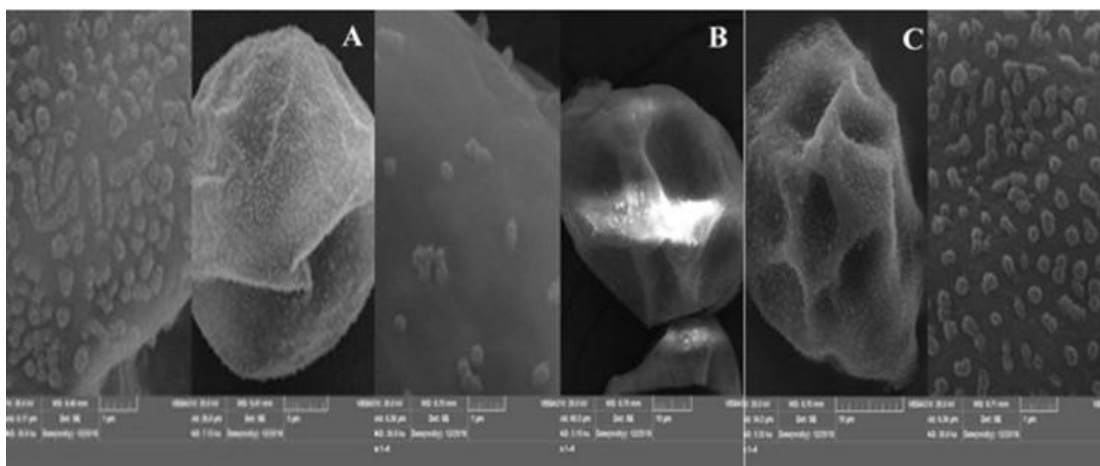
مولفه اصلی اول، ۲۷/۴۹٪ از واریانس کل، مولفه اصلی دوم، ۱۵/۴۸٪ از واریانس کل، مولفه اصلی سوم، ۱۱/۳۲٪ از واریانس کل، مولفه اصلی چهارم، ۷/۳۹٪ از واریانس کل، مولفه اصلی پنجم، ۵/۶۴٪ از واریانس کل، مولفه اصلی ششم، ۵/۶۰٪ از واریانس کل، مولفه اصلی هفتم، ۵/۵۲٪ از واریانس کل، مولفه اصلی هشتم، ۴/۰۷٪ از واریانس کل و مولفه اصلی نهم، ۳/۷۴٪ از واریانس کل را به خود اختصاص داده‌اند.

هر استان به طور تصادفی انتخاب شد، به کمک میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) عکس‌برداری به عمل آمد (شکل‌های ۴-۶).

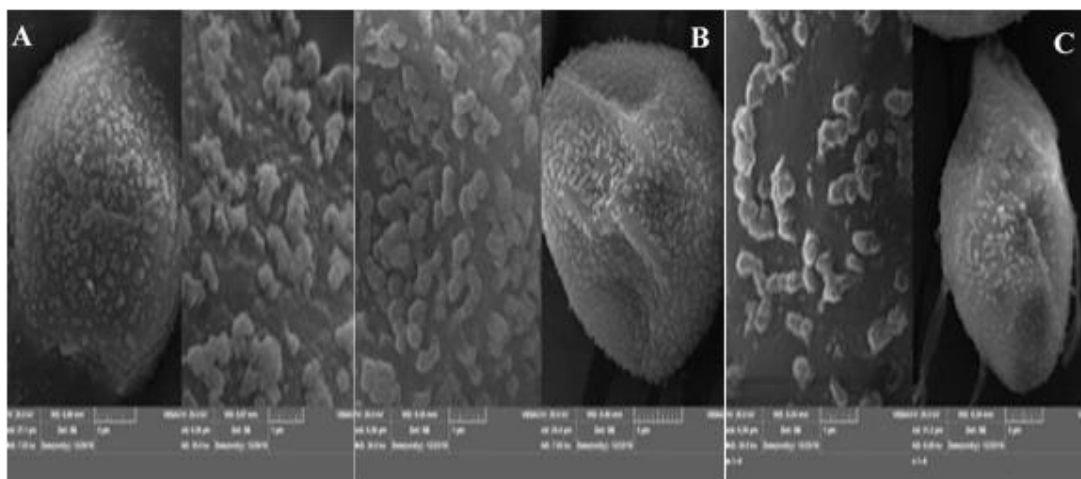
پس از تعیین ۱۷ صفت کمی و کیفی و اندازه‌گیری‌های مربوطه که توسط ریزنگاره‌های الکترونی به دست آمد، دندروگرام تجزیه خوشه‌ای به روش Ward تهیه گردید (شکل ۷).

ناچیزی از واریانس کل را به خود اختصاص داده و در نتیجه تاثیر بسیار کمی در تفکیک گونه‌ها و جمعیت‌های مورد مطالعه داشته‌اند.

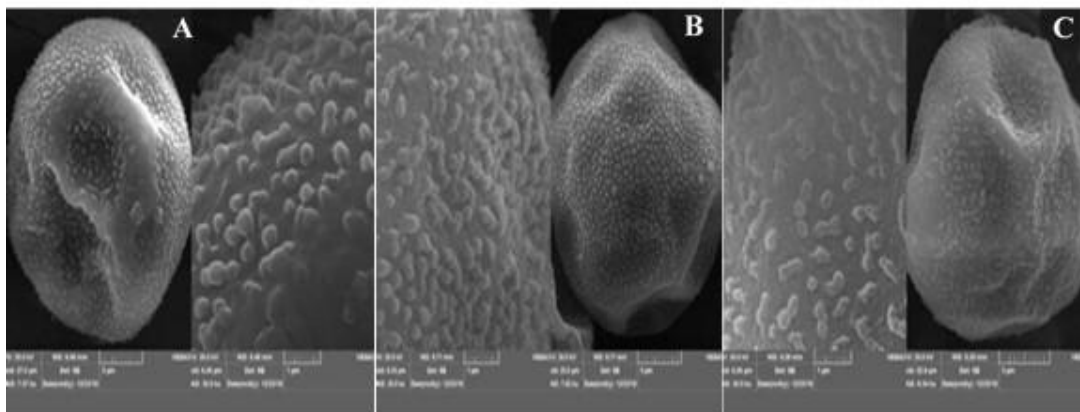
- نتایج حاصل از مطالعات گرده(هاگ)شناسی به منظور درک میزان شباهت‌ها و ارتباط میان جمعیت‌ها و گونه‌های مورد مطالعه از هاگ‌های ۹ جمعیت که از



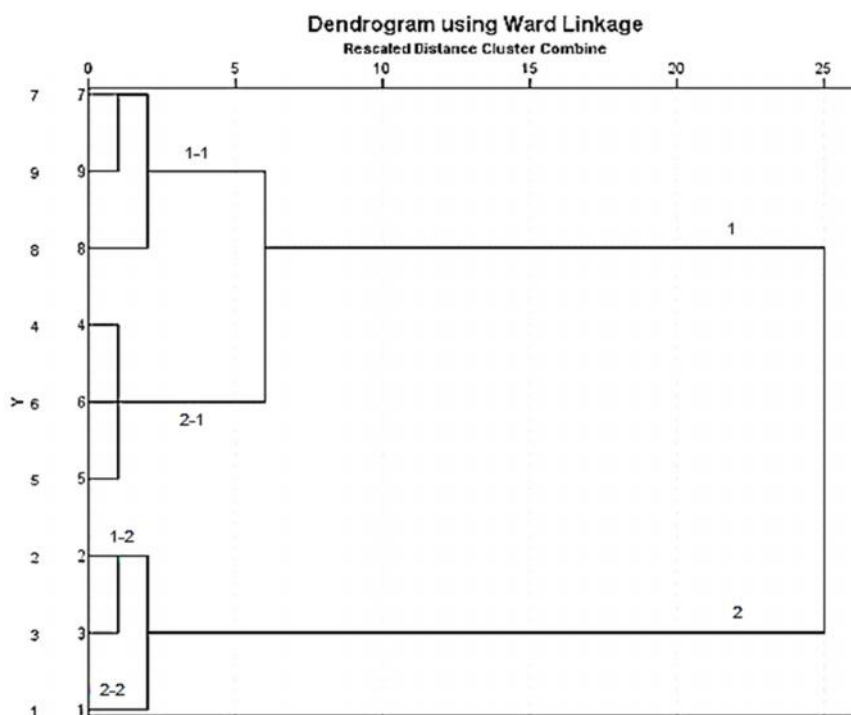
شکل ۴- هاگ‌های مربوط به گونه *Plagiomnium undulatum* در جمعیت‌های ماسال (A)، هزارجریب (B)، افراخته (C).
Fig. 4. Spores of *Plagiomnium undulatum* in Masal, Hezarjarib and Afratakhteh populations (from left to right, respectively).



شکل ۵- هاگ‌های مربوط به گونه *Plagiomnium cuspidatum* در جمعیت‌های ماسال (A)، هزارجریب (B)، افراخته (C).
Fig. 5. Spores of *Plagiomnium cuspidatum* in Masal, Hezarjarib and Afratakhteh populations (from left to right, respectively).



شکل ۶- هاگ‌های مربوط به گونه *Plagiomnium elatum* در جمعیت‌های ماسال (A)، هزارجریب (B)، افراخته (C).
Fig. 6. Spores of *Plagiomnium elatum* in Masal, Hezarjarib and Afratakhteh populations (from left to right, respectively).

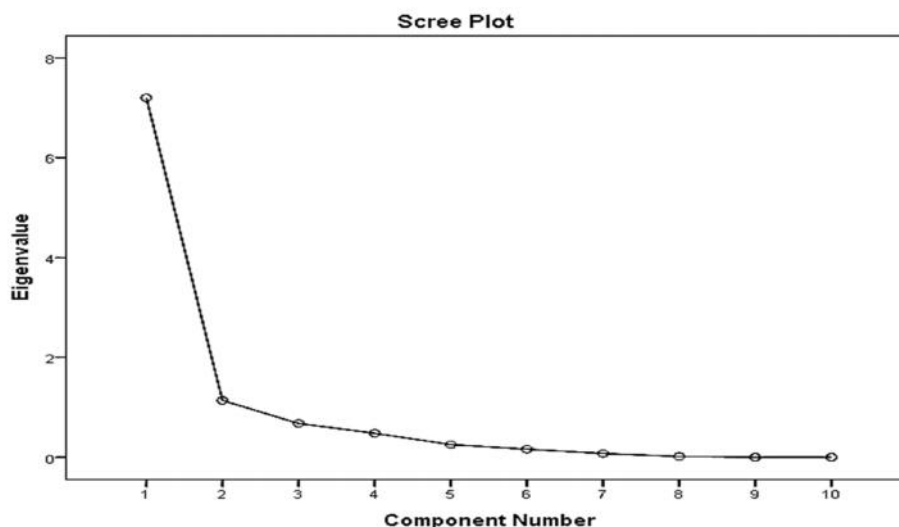


شکل ۷- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای Ward به دست آمده از داده‌های هاگ‌شناسی.
Fig. 7. Ward cluster analysis dendrogram obtained from palynological data.

زیرشاخه فرعی ۲-۱-۱ فقط جمعیت کد ۸ (دودانگه) را شامل می‌شود. شاخه فرعی ۱-۱ شامل جمعیت‌های گونه *P. elatum* است. شاخه فرعی ۲-۱ به جمعیت‌های کدهای ۴ تا ۶ (افراخته، ماسال و دودانگه) منتهی می‌شود که مربوط به همه جمعیت‌های گونه *P. cuspidatum* است.
 شاخه اصلی ۲، فقط جمعیت‌های گونه *P. undulatum* را شامل می‌شود. این شاخه به دو شاخه فرعی ۱-۲ و ۲-۲

دندروگرام به دست آمده در شکل ۷ نشان می‌دهد که نمونه‌ها در سطح ۲۵ به دو خوشه اصلی ۱ و ۲ تقسیم می‌شوند و در حدود ۷۵٪ مشابهت صفات را در بر می‌گیرد. شاخه اصلی ۱ به دو شاخه فرعی ۱-۱ و ۲-۱ تقسیم شد.
 شاخه فرعی ۱-۱ به سهم خود دارای زیرشاخه فرعی ۱-۱-۱ و زیرشاخه فرعی ۲-۱-۱ است. زیرشاخه فرعی ۱-۱-۱ شامل جمعیت‌های کدهای ۷ و ۸ (افراخته و ماسال) است.

تقسیم شد. جمعیت‌های کدهای ۲ و ۳ (دودانگه و ماسال) در شاخه فرعی ۱-۲ و جمعیت کد ۱ (افراخته) در شاخه فرعی ۲-۲ قرار گرفتند. طبق این دندروگرام، همه گونه‌ها و جمعیت‌ها به وضوح و روشنی از هم تفکیک شده‌اند. برای تعیین مولفه‌های اصلی و صفات موثر در شکل‌گیری این مولفه‌ها، نمودار اسکری پلات حاصل از داده‌های هاگ‌شناسی ترسیم گردید (شکل ۸).



شکل ۸- نمودار اسکری پلات حاصل از داده‌های هاگ‌شناسی جمعیت‌های جنس *Plagiomnium*

Fig. 8. Scree plot diagram obtained from palynological populations of *Plagiomnium*.

جدول ۵- توصیف واریانس‌های به دست آمده از داده‌های هاگ‌شناسی

Table 5. Description of variances obtained from palynological data

Component	Total variance			Extraction sums of squared loading		
	Eigen value	Percentage of justification variance	Percentage of cumulative variance	Eigen value	Percentage of justification variance	Percentage of cumulative variance
1	7.199	71.989	71.989	7.199	71.989	71.989
2	1.138	11.381	83.370	1.138	11.381	83.370
3	0.676	6.764	90.134	-	-	-
4	0.480	4.801	94.935	-	-	-
5	0.254	2.537	97.472	-	-	-
6	0.161	1.611	99.083	-	-	-
7	0.075	0.750	99.833	-	-	-
8	0.017	0.167	100.000	-	-	-

این دو مولفه اصلی در مجموع ۸۳/۳۷٪ از واریانس کل را به خود اختصاص دادند و بقیه مولفه‌ها نقش بسیار کمی در تفکیک گونه‌ها داشتند.

با توجه به اطلاعات جدول ماتریکس عوامل (جدول ۶) مشخص می‌شود که در تشکیل مولفه اصلی اول همه صفات نقش داشته‌اند؛ به عبارتی صفاتی مانند طول محور قطبی، عرض محور استوایی، نسبت طول محور قطبی به عرض محور استوایی،

با توجه به نمودار بالا (شکل ۸) و جدول شرح واریانس‌ها (جدول ۵)، درمی‌یابیم که ۲ مولفه اصلی اول بیش‌ترین تاثیر و نقش را در تفکیک این گونه‌ها داشته‌اند. مولفه اصلی اول با مجموع ۷۱/۹۸٪ از واریانس کل، موثرترین مولفه بوده و مولفه اصلی دوم، مقدار ۱۱/۳۸٪ از واریانس کل را به خود اختصاص داده است.

فاصله بین شیارها، طول شیار، بیشترین عرض شیار، طول گرانول، فاصله بین گرانولها، تعداد شیار و اندازه هاگ در شکل گیری مولفه اصلی اول نقش به سزایی داشته‌اند. برای مولفه اصلی دوم نیز صفاتی چون عرض محور استوایی، نسبت طول محور قطبی به عرض محور استوایی، بیشترین عرض شیار و اندازه هاگ بیشترین اهمیت را داشته‌اند.

جدول ۶- عوامل ماتریس واریانس‌های به دست آمده از داده‌های هاگ‌شناسی

Table 6. Matrix factors of variances obtained from palynological data

Trait	Matrix factor	
	1	2
Polar axis	0.908	-0.173
Equatorial diameter	0.378	0.889
P/E ratio	0.939	0.066
Distance between culpis	0.861	-0.104
Culpi length	0.864	-0.406
Culpi width	0.857	0.271
Granule length	0.839	-0.138
Distance between granules	0.924	-0.055
Culpi number	0.842	-0.057
Spore size	0.929	0.196

بحث

جمعیت‌های استان گلستان در شاخه فرعی ۱-۱ و جمعیت‌های استان‌های گیلان و مازندران در شاخه فرعی ۱-۲ قرار گرفتند. جمعیت‌های استان گلستان در سطح ۷ از جمعیت‌های استان‌های گیلان و مازندران جدا شدند که ۹۳٪ از شباهت بین این جمعیت‌ها را نشان می‌دهد. جمعیت‌های گونه *P. elatum* در استان مازندران کاملاً از جمعیت‌های استان‌های گیلان و گلستان جدا شدند؛ به این صورت که جمعیت‌های استان‌های مازندران در شاخه اصلی ۱ و جمعیت‌های استان‌های گیلان و گلستان در شاخه اصلی ۲ قرار گرفتند. جمعیت‌های استان‌های گیلان و گلستان در سطح ۵ از هم جدا شدند که نشان‌دهنده ۹۵٪ شباهت موجود در بین آن‌ها است. به طور کلی نتایج به دست آمده از دندروگرام، به صورتی است که طبقه‌بندی بخش‌های ذکر شده توسط کوپون (۱۹۶۸) را تایید نموده و سه گونه جنس *Plagiomnium* به جز یک مورد را که مربوط به جمعیت کد ۳ (گونه *P. undulatum* متعلق به درازنو) است، به خوبی از یکدیگر تفکیک می‌نماید.

نتایج تحقیقات کوپون (۱۹۶۸) راجع به طبقه‌بندی گونه‌های جنس *Plagiomnium*، تنها مطالعه معتبر موجود در دنیا در خصوص بیوسیستماتیک خزده جنس *Plagiomnium* می‌باشد و هیچ بررسی و پژوهش دیگری در این زمینه صورت نگرفته است.

کانو و همکاران (Cano et al. 2005)، *Tortula subulata* را مورد بررسی مورفومتری قرار دادند. نتایج PCA نشان داد ۷۰٪ از تغییرات کل مربوط به سه مولفه اصلی اول است.

طبق بررسی‌های گسترده‌ای که کوپون در سال ۱۹۶۸ (Koponen 1968) روی جنس *Plagiomnium* انجام داد، این جنس را براساس ویژگی‌های ظاهری و ریخت‌شناسی به پنج بخش *Rosulata*، *Undulata*، *Venusta*، *Rostrata* و *Plagiomnium* تقسیم‌بندی کرد. در این تقسیم‌بندی، گونه *P. undulatum* را در بخش *Undulata*، گونه *P. cuspidatum* را در بخش *Plagiomnium* و گونه *P. elatum* را در بخش *Rosulata* قرار داد.

نتایج حاصل از نمودار خوشه‌ای Ward، نشان می‌دهد، دسته‌بندی گونه‌های مختلف جنس *Plagiomnium* در جمعیت‌های متفاوت به گونه‌ای است که جمعیت‌ها و گونه‌های مشابه در یک دسته و جمعیت و گونه‌های متفاوت در دسته‌های جداگانه قرار گرفته‌اند. طبق این دندروگرام، تمام جمعیت‌های *P. undulatum* در شاخه اصلی ۲ و در شاخه فرعی ۱-۲ قرار گرفتند، به جز جمعیت درازنو که در شاخه اصلی ۱ و در کنار گونه *P. cuspidatum* قرار گرفت. این گونه در سطح ۳ از گونه *P. cuspidatum* جدا شد که نشان‌دهنده مقدار شباهت ۹۷٪ بین آن‌ها می‌باشد. این نمونه در برخی از صفات ریخت‌شناختی با سایر جمعیت‌ها تفاوت داشت. در این نمونه، طول گیاه و طول برگ، کوتاه‌تر و عرض برگ، بیشتر از سایر جمعیت‌ها بود. همچنین تعداد دندانه‌ها، کمتر و طول دندانه‌ها نسبت به سایر جمعیت‌ها بیشتر بوده است. تمام جمعیت‌های مربوط به *P. cuspidatum* در شاخه اصلی ۱ قرار گرفتند، با این تفاوت که

اختلاف معنی‌داری به لحاظ ویژگی‌های ریخت‌شناختی در بین جمعیت‌های مورد مطالعه مشاهده می‌شود.

ایگناتوف و همکاران (Ignatov et al. 2012) بیان کردند، یک صفت تشخیصی مهم در بسیاری از گونه‌های خز پلوروکارپوس، منظم و نامنظم بودن برگ‌های شاخه جانبی اول است، اما به دلیل تغییرپذیری زیاد، تاثیر چندانی ندارد. در این مطالعه نیز طول شاخه جانبی اول اندازه‌گیری شد، اما این صفت در جداسازی جمعیت‌ها مؤثر نبوده است.

تنها تحقیقات روی ریخت‌شناسی هاگ‌های تیره *Mniaceae* توسط کوپونن و سورسا در سال ۱۹۷۳ (Koponen & Sorsa 1973) صورت گرفت که براساس اندازه هاگ و ضخامت اگزین، جنس‌های مختلف تیره مذکور از هم تفکیک شدند. طبق مطالعات کوپونن (۱۹۶۸)، بزرگ‌ترین هاگ‌ها متعلق به *Orthomnion loheri* (حدود ۵۷×۴۳ میکرومتر) و *Orthomniopsis dilatata* (حدود ۵۳×۴۴ میکرومتر) می‌باشد. هاگ‌های نسبتاً کوچک متعلق به *Mnium blyttii* (حدود ۱۹×۱۶ میکرومتر)، *Plagiomnium drummondii* (حدود ۱۷×۱۴ میکرومتر) و جنس *Trachycystis* (حدود ۲۰×۱۶ میکرومتر) است. همچنین، هاگ جنس *Plagiomnium* دارای اندازه کمتر از ۳۰ میکرومتر است. ویژگی‌های مشترک همه هاگ‌های این تیره، گرانول‌های کوتاه (نانوگرانول) است. گرانول‌ها کروی بوده و کم و بیش به صورت محکم به یکدیگر متصل می‌باشند.

در این پژوهش، بیشترین اندازه هاگ مربوط به گونه *P. undulatum* از جمعیت دوانگه (حدود ۵۰×۳۷ میکرومتر) و کمترین اندازه هاگ مربوط به گونه *P. cuspidatum* از جمعیت ماسال (حدود ۸×۵ میکرومتر) بود. طبق بررسی‌های صورت گرفته در این تحقیق، همه هاگ‌های جنس *Plagiomnium* دارای گرانول‌های کروی بودند که این امر تحقیقات کوپونن (۱۹۶۸) را تایید می‌نماید.

طبق تحقیقات خوش‌روش و اوصالو در سال ۲۰۰۷ (Khoshravesh & Osaloo 2007)، اندازه هاگ در جنس *Melichhopheria melichhoferiana* حدود ۱۳×۱۲ میکرومتر گزارش گردید. همچنین، هنگام قرار دادن نمونه در محلول اتانول ۹۶٪، همه نمونه‌ها از بین رفتند، اما با مطالعه توسط میکروسکوپ نوری، ساختار میله مانندی (مشابه تزیینات gemmate) روی سطح اگزین مشاهده شد. در مطالعه حاضر، مشاهده گردید که اندازه هاگ‌ها متغیر می‌باشند. همچنین، نمونه‌ها با قرار گرفتن در اتانول ۹۶٪ از بین رفتند و توسط

صفتی مثل نسبت عرض سلول میانی حاشیه میانی به طول سلول میانی حاشیه میانی، طول برگ، طول سلول میانی حاشیه پایینی، نسبت عرض سلول کناری بالایی به طول سلول کناری بالایی، عرض سلول میانی بالایی، تعداد لایه‌های سلول میانی حاشیه‌ای، غشای پایه‌ای پرستوم و تعداد پاپیلاها روی سلول‌های میانی، در ایجاد این مولفه‌ها بیشترین تاثیر و نقش را داشته‌اند. در مطالعه حاضر، ۹ مولفه اصلی اول، بیشترین تغییرات را ایجاد نمودند. صفاتی مانند طول برگ، عرض بالای رگبرگ، عرض میانی برگ، عرض انتهای برگ، طول رگبرگ، عرض سلول‌های نوک برگ، عرض نوک برگ، تعداد سلول‌های نوک برگ، طول گیاه، تعداد، طول و عرض دندانها، تعداد سلول‌ها در دندان و عرض سلول کناری میانی، بیشترین نقش و تاثیر را در ایجاد این مولفه‌ها داشتند.

تحقیقات کانو و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که صفات کمی عامل موثرتری در جدایی گونه‌ها و جمعیت‌های خزگیان می‌باشد. در این مطالعه، تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) نشان داد، صفات کمی دارای واریانس بالاتری نسبت به سایر صفات هستند. این صفات همچنین می‌توانند باعث طبقه‌بندی بهتر سایر گونه‌های جنس *Plagiomnium* شوند. در نمودار اسکری پلات حاصل از داده‌های مورفومتری، مقادیر ویژه‌ای برای مولفه‌های انتخابی از بزرگ‌ترین تا کوچک‌ترین مقدار نشان داده می‌شود. هرچه مقدار ویژه یک مولفه بیشتر باشد، آن مولفه واریانس بیشتری ایجاد می‌نماید و در تفکیک گونه‌ها و جمعیت‌ها تاثیر بیشتری دارد.

طبق نمودار اسکری پلات شکل ۳ (در قسمت نتیجه)، ۹ مولفه اصلی اول، بیشترین مقدار واریانس را ایجاد کردند و سایر مولفه‌ها تاثیر کمی داشتند. در ایجاد مولفه اصلی اول، صفاتی مانند طول برگ، عرض بالایی برگ، عرض میانی برگ، عرض انتهای برگ، طول رگبرگ و عرض بالای رگبرگ نقش موثر و به سزایی داشتند و ۲۷/۴۹٪ از واریانس کل را به خود اختصاص دادند. با توجه به مقدار ویژه هر مولفه در نمودار اسکری پلات، ارزش آن در تفکیک گونه‌ها و جمعیت‌ها مشخص می‌شود. این مقدار برای مولفه اصلی اول حدود ۱۱، برای مولفه اصلی دوم حدود ۶، برای مولفه اصلی سوم حدود ۴، برای مولفه اصلی چهارم حدود ۳ و برای مولفه اصلی پنجم حدود ۲ در نظر گرفته می‌شود.

همچنین، روش PCA یا تجزیه به مولفه‌های اصلی، در دسته‌بندی جمعیت‌ها به لحاظ آماری تایید نمود که

مورد مطالعه با نظریه یو و پروکتور (۱۹۷۳)، کلارک (۱۹۷۹) همسو باشد.

در این پژوهش، برای تفکیک گونه‌های مورد مطالعه، ۱۷ صفت کمی و کیفی قابل تشخیص و اندازه‌گیری انتخاب گردید. بیشتر این صفات اغلب توسط محققان برای مطالعات گرده‌شناسی استفاده می‌شوند. با توجه به نمودار Ward درمی‌یابیم که گونه‌های مورد مطالعه در این نمودار در سطح ۲۵٪ به دو شاخه اصلی ۱ و ۲ تقسیم شدند. شاخه اصلی ۱ حاوی دو گونه *P. elatum* و *P. cuspidatum* می‌باشد. این دو گونه در سطح ۶٪ از هم جدا می‌شوند که ۹۴٪ شباهت را دارا می‌باشند. شاخه اصلی دوم، جمعیت‌های گونه *P. undulatum* را شامل می‌شود. این نتایج تا حدود زیادی با نتایج به دست آمده از مطالعات تاکسونومی عددی در تفکیک گونه‌ها مطابقت داشته و طبقه‌بندی این سه گونه را به سه بخش *Plagiomnium Undulata* و *Rosulata*، توسط کوپون (۱۹۶۸) تایید می‌نماید. با نگاهی به نمودار اسکری پلات حاصل از داده‌های هاگ‌شناسی، در می‌یابیم که دو مولفه اصلی اول در تفکیک گونه‌ها نقش موثر و تعیین‌کننده داشته‌اند. این دو مولفه مجموعاً ۸۳/۳۷٪ از واریانس کل را به خود اختصاص داده‌اند. مولفه اصلی اول که بیشترین مقدار ویژه (۷/۵) را در نمودار اسکری پلات به خود اختصاص داده است، ۷۱/۹۸٪ از واریانس را شامل می‌شود و همه صفات مورد مطالعه در ایجاد این مولفه نقش داشتند. مولفه اصلی دوم نیز دارای مقدار ویژه حدوداً یک است که چهار صفت طول محور استوایی، نسبت طول محور قطبی/استوایی، عرض گرانول‌ها و شکل هاگ دارای اهمیت فراوان بودند.

بنابراین، نتیجه می‌گیریم که همه صفات در ایجاد واریانس مولفه‌های اصلی موثر بودند. همچنین، طبق جدول ماتریکس عوامل، چهار صفت، بیشترین نقش را روی مولفه اول داشتند. این چهار صفت شامل طول محور قطبی، نسبت طول محور قطبی/استوایی، عرض گرانول‌ها و اندازه هاگ می‌باشند. در بین صفات، طول محور قطبی بیشترین تاثیر را روی مولفه اصلی دوم داشته است. مطالعات صفات هاگ سه گونه جنس *Plagiomnium* نشان داد که هاگ‌های گونه‌های این جنس در سطح خود دارای گرانول، کروی و اندازه آن‌ها حدود 22×20 بودند. این نتایج با یافته‌های کوپون (۱۹۶۸) در مورد ریخت‌شناسی هاگ تیره *Mniaceae* و هاگ جنس *Plagiomnium* (تنها منبع موجود)، تا حدود زیادی مطابقت داشته و آن را تایید می‌نماید.

نتایج به دست آمده از داده‌های ریخت‌شناسی با نتایج

میکروسکوپ الکترونی، تزیینات آگزين از نوع gemmate، روی سطح آگزين گونه‌های مورد مطالعه در جنس *Plagiomnium* کاملاً مشهود بود.

نتایج مطالعات ریخت‌شناسی هاگ‌ها روی رده *Bryidae* نشان داد که بیشتر هاگ‌ها دارای منافذی از نوع تک‌شیار طولی منفرد یا یک سوراخ سه‌شعاعی هستند (Brubaker et al. 1998). در مطالعه حاضر، همه جمعیت‌های افراخته، هزارجریب و ماسال در گونه *P. undulatum* هاگ‌ها دارای چند منفذ بوده و بدون شیار می‌باشند. در گونه *P. cuspidatum* مربوط به جمعیت‌های هزارجریب و ماسال، هاگ‌ها دارای چند منفذ و یک شیار بودند. همچنین، جمعیت افراخته مربوط به گونه *P. cuspidatum* نیز تک منفذ است که نسبت به سایر جمعیت‌ها از لحاظ شکل بسیار متفاوت و ساده‌تر است. در مطالعات مورفومتری نیز این جمعیت در شاخه جدا نسبت به جمعیت دودانگه و ماسال از گونه *P. cuspidatum* قرار گرفت.

براساس مطالعات هاگ‌شناسی پوتوغلو و ساباروغلو (Potoglu & Sabaroglu 2007)، اندازه هاگ‌ها در محدوده ۰-۲۵ میکرومتر به اندازه کوچک، ۵۰-۲۵ میکرومتر متوسط و بیشتر از ۵۰ میکرومتر، بزرگ در نظر گرفته می‌شوند. در مطالعه حاضر، جمعیت‌های افراخته، هزارجریب و ماسال در گونه *P. elatum* به ترتیب در اندازه‌های ۷۵/۴۵، ۷۱/۸۸۴ و ۴۹/۱۹۲ میکرومتر، جمعیت‌های افراخته، هزارجریب و ماسال در گونه *P. cuspidatum* به ترتیب در اندازه‌های ۷۳/۶۴۹، ۴۴/۶۸۴ و ۲۲/۹۷۰ میکرومتر و جمعیت‌های افراخته، هزارجریب و ماسال در گونه *P. undulatum* به ترتیب در اندازه‌های ۷۶/۶۲۰، ۱۴۸/۵۲۵ و ۹۶/۲۷۸ میکرومتر بود. نتایج مطالعات هاگ‌شناسی نشان داد که جمعیت افراخته در هر سه گونه، دارای اندازه هاگ بزرگ بودند. همچنین اندازه هاگ در جمعیت هزارجریب در گونه‌های *P. elatum* و *P. undulatum* بزرگ، اما در گونه *P. cuspidatum* متوسط بود. در جمعیت ماسال، اندازه هاگ‌ها متغیر بود، به طوری که در گونه *P. elatum* دارای اندازه متوسط، در گونه *P. cuspidatum* دارای اندازه کوچک و در گونه *P. undulatum* دارای اندازه بزرگ بود. تغییر در اندازه هاگ گونه‌های مختلف *Plagiomnium*، خود می‌تواند یک صفت تشخیصی مهم در شناسایی گونه‌های مختلف این جنس محسوب گردد.

یو و پروکتور (Yeo & Proctor 1973) و کلارک (Clark 1979) بیان کردند که اندازه بزرگ هاگ می‌تواند به دلیل سازگاری با استراتژی پراکندگی از طریق حشرات باشد. به نظر می‌رسد که دلیل بزرگ شدن اندازه هاگ در جمعیت‌های

مطالعه خزه جنس *Plagiomnium* در شمال ایران را به خوبی از هم تفکیک نمایند.

به دست آمده از داده‌های هاگ‌شناسی پیشین تا حدود زیادی همسو و هر دو روش توانستند گونه‌ها و جمعیت‌های مورد

References

- Akhani, H. & Kürschner, H. 2004. An annotated and updated checklist of the Iranian bryoflora. *Cryptogamie, Bryologie* 25(4): 315–347.
- Brubaker, L.B., Anderson, P.M., Murray, B.M. & Koon, D. 1998. A palynological investigation of true-moss (Bryidae) spores: Morphology and occurrence in modern and late quaternary lake sediments of Alaska. *Canadian Journal of Botany* 76(12): 2145–2157.
- Cano, M.J., Werner, O. & Guerra, J. 2005. A morphometric and molecular study in *Tortula subulata* complex (Pottiaceae, Bryophyta). *Botanical Journal of the Linnean Society* 149(3): 333–350.
- Clarke, G.C.S. 1979. Spore Morphology and Bryophyte Systematics. Pp. 231–250. *In*: G.C.S. Clarke & G.J. Duckett (eds). *Bryophyte Systematics, Systematics Association Vol. 14*. Academic Press, London.
- Harris, E.S. 2008. Ethnobryology: traditional uses and folk classification of bryophytes. *The Bryologist* 111(2): 169–218.
- Ignatov, M.S. & Spirina, U.N. 2012. Morphogenesis of proximal branch leaves in mosses. *Russian Journal of Developmental Biology* 43(3): 148–156.
- Khoshravesh, R. & Osaloo, S.K. 2007. Spore morphology of certain mosses of northern Tehran, Iran: taxonomical and ecological implications. *The Iranian Journal of Botany* 13(2): 150–159.
- Koponen, T. 1968. Generic revision of Mniaceae Mitt. (Bryophyta). *Annales Botanici Fennici* 5: 117–151.
- Kürschner, H. & Frey, W. 2011. *Liverworts, Mosses and Hornworts of Southwest Asia (Marchantiophyta, Bryophyta, Anthocerotophyta)*. Freie Universität Berlin. 240 pp.
- Koponen, T. 1974. A guide to the Mniaceae in Canada. *Lindbergia* 160–184.
- Nyholm, E. 1975. *Illustrated Moss Flora of Fennoscandia. II. Musci*. Swedish: Swedish Natural Science Research Council.
- Ochyra, R., Bednarek-Ochyra, H. & Plášek, V. 2017. Proposal to conserve the name *Plagiomnium* against *Orthomnion* and *Orthomniopsis* (Bryophyta: Mniaceae). *Taxon* 66(5): 1218–1220.
- Potoglu Erkara, I. & Sabaroglu, F. 2007. Spore morphology of some Brachytheciaceae Schimp. species (Bryophyta) from Turkey. *Nordic Journal of Botany* 25(3–4): 194–198.
- Proctor, M.C.F. & Yeo, P. 1973. *The Pollination of Flowers*. Collins, London.
- Sorsa, P. & Koponen, T. 1973. Spore morphology of Mniaceae Mitt. (Bryophyta) and its taxonomic significance. *Annales Botanici Fennici* 10(3): 187–200.
- Zare, H., Akbarinia, M., Hedenäs, L. & Maassumi, A.A. 2011. Eighteen mosses from the Hyrcanian forest region new to Iran. *Journal of Bryology* 33(1): 62–65.
- Zare, H., Hedenäs, L., Akbarinia, M. & Amini, T. 2017. The Importance of Moss Biodiversity Conservation in Iran. *Iran Nature* 2(4): 56–69 (In Persian).