دانشگاه اصفهان

تاکسونومی و سیستماتیک

مجله علمی پژوهشی دانشگاه اصفهان

سال چهارم - شماره دهم - بهار ۱۳۹۱

شاپا: ۲۰۰۸-۸۹۰۶

شناسایی گونه‌های جدیدی از دی‌ازوتروف‌های اندوفیت همیار برنج و گندم با استفاده از آنالیز ژن 16S rDNA و FTIR ۱-۱۰

محمدجواد مهدی‌پور مقدم، گیتی امتیازی، مجید بوذری و زیور صالحی

ریخت‌شناسی برگ، روزنه و کرک در گونه‌های جنس ممرز (*Carpinus* L.) ۱۱-۲۶

ایمان چاپلاق پریندری، سید غلامعلی جلالی، علی سنبلی و مهرداد زرافشار

مطالعه فیلوژنتیکی بخش‌هایی از گون‌های کُرک دو شاخه‌ای با تأکید بر موقعیت *Astragalus* L. sect. *Ornithopodium* با استفاده داده‌های ریخت‌شناختی و مولکولی در ایران ۲۷-۴۰

عباس سعیدی، رضا شیخ اکبری مهر، شاهرخ کاظم‌پور اوصالو، علی اصغر معصومی و مجید قربانی نهوجی

بررسی فلوریستیک، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان اراضی ماندابی (wetlands) دامنه‌های شمالی و شرقی سبلان ۴۱-۵۲

جابر شریفی، عادل جلیلی، شاکر قاسم اُف، علیرضا نقی‌نژاد و فرزانه عظیمی مطعم

بررسی ویژگی‌های ماکروسکوپی، خرده‌نگاری، شیمیایی و استفاده از آنها در مطالعات سیستماتیک شیمیایی زالزالک گرجی (*Crataegus pontica* C. Koch) ۵۳-۶۲

نصرالله قاسمی دهکردی، علیرضا قنادی و علیرضا خباز مهرجردی

بررسی تاکسونومیک گونه *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas در ایران با تأکید بر نشانگر فلوریستیک و استفاده از روش تعیین زیستگاه ویژه ۶۳-۷۶

رمضان کلوندی، مرتضی عطری، زیبا جمزاد و کیوان صفی‌حاتی

مطالعه مورفومتریک گونه‌های جنس *Erysimum* L. (Brassicaceae) در استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی ۷۷-۹۴

سمیه فائم‌پناه، جمیل واعظی، حمید اجتهادی، محمد فارسی و محمدرضا جوهرچی

تاکسونومی و سیستماتیک

علمی پژوهشی

سال چهارم - شماره دهم - بهار ۱۳۹۱

Taxonomy and Biosystematics

4th Year, No. 10

Spring 2012

ISSN: 2008-8906

Identification of novel spp. of rice and wheat endophytic diazotrophs by 16S rDNA gene and FTIR analysis 1
Mohammad Javad Mehdipour Moghaddam, Giti Emtiazi, Majid Bouzari and Zivar Salehi

Leaf, Stomata and Trichome Morphology of the species in *Carpinus* Genus 2
Iman Chapolagh Paridari, Gholam ali Jalali, Ali Sonboli and Mehrdad Zarafshar

Phylogenetic study of some bifurcate hairy sections belonging to *Astragalus* L. with emphasis on sect. *Ornithopodium*, based on morphological and molecular data in Iran 3
Abbas Saidi, Reza Sheikh Akbari Mehr, Shahrokh Kazempour Osaloo, Ali Asghar Maassoumi and Majid Ghorbani Nahooji

Study on floristic, life form and plant chorology of wetlands in northern and eastern slopes of Sabalan mountains 4
Jaber Sharifi, Adel Jalili, Shakir Gasimov, Alireza Naqhinezhad and Farzaneh Azimi Motem

Microscopical, macroscopical and chemical investigations and their uses in chemotaxonomy of *Crataegus pontica* C. Koch 5
Nasrollah Ghassemi Dehkordi, Alireza Ghannadi and Alireza Khabbaz Mehrjardi

Taxonomic study of *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas in Iran with emphasis on Floristic marker and using special station method 6
Ramazan Kalvandi, Morteza Atri, Ziba Jamzad and Keivan Safikhani

Morphometric study of the genus *Erysimum* L. (Brassicaceae) in Shomali, Razavi and Jonoubi Khorasan provinces 7
Somayeh Ghaempanah, Jamil Vaezi, Hamid Ejtehadi, Mohammad Farsi and Mohammad Reza Joharchi

بسم الله الرحمن الرحیم

تاکسونومی و سیستماتیک

علمی - پژوهشی

سال چهارم - شماره دهم - بهار ۱۳۹۱

مجلـــهٔ تاکســـونومی و بیوسیســـتماتیک بـــر اســـاس ابلاغیـــه شـــماره **۳/۱۱/۹۵۵** مـــورخ **۱۳۸۸/۰۶/۳۱** کمیســـیون بررســـی نشـــریات علمـــی وزارت علـــوم تحقیقـــات و فنـــاوری، دارای درجـــه **علمـــی-پژوهشـــی** و شـــماره اســـتاندارد بـــین‌المللـــی **۸۹۰۶-۲۰۰۸** از ســـازمان اســـناد و کتابخانـــه ملـــی جمهـــوری اسلامی ایران می‌باشد.

متن کامل مجله در پایگاه‌های اطلاع‌رسانی زیر نمایه می‌شود:

پایگاه اختصاصی مجله	**http://uijs.ui.ac.ir/tbj**
بانک اطلاعات نشریات کشور	**http://www.magiran.com**
پایگاه اینترنتی جهاد دانشگاهی	**http://www.SID.ir**
پایگاه استنادی علوم جهان اسلام	**http://www.ISC.gov.ir**

چاپ و لیتوگرافی: انتشارات دانشگاه اصفهان

ناشر: دانشگاه اصفهان

قیمت: ۴۰۰۰۰ ریال

انتشار: بهار ۱۳۹۱

تاکسونومی و بیوسیستماتیک

سال چهارم - شماره دهم - بهار ۱۳۹۱

شمـــــاره استـــاندارد بیـن‌المللـــی: ۸۹۰۶-۲۰۰۸

علمی- پژوهشی

صاحب امتیاز: معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه اصفهان

سردبیر: دکتر محمدرضا رحیمی‌نژاد رنجبر دانشگاه اصفهان

اعضای هیأت تحریریه

دکتر حمید اجتهادی	استاد - دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر علی اکبر احسانپور	استاد - دانشگاه اصفهان
دکتر جمشید درویش	استاد - دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر هما رجایی	دانشیار - دانشگاه شیراز
دکتر محمدرضا رحیمی‌نژاد رنجبر	استاد - دانشگاه اصفهان
دکتر بدرالدین ابراهیم سید طباطبایی	استاد - دانشگاه صنعتی اصفهان
دکتر مهرداد عباسی	دانشیار - مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور
دکتر حسین فتح‌پور	دانشیار - دانشگاه اصفهان
دکتر علی اصغر معصومی	استاد - مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور
دکتر ایرج نحوی	استاد - دانشگاه اصفهان
دکتر صادق ولیان بروجنی	دانشیار - دانشگاه اصفهان

مدیر اجرایی: فریبا هادیان (کارشناس ارشد)

ویراستار انگلیسی علمی - تخصصی: فریدون پرویزیان

ویراستار فارسی ادبی: ناصر کریم‌پور

صفحه‌آرا: فریبا هادیان

صفحه‌آرای تخصصی: فریبا هادیان

ناشر: انتشارات دانشگاه اصفهان

نشانی پستی

اصفهان- خیابان هزار جریب - دانشگاه اصفهان- ساختمان کتابخانه مرکزی- معاونت پژوهشی و فناوری- طبقه دوم اداره چاپ، انتشارات و مجلات- دفتر مجله تاکسونومی و بیوسیستماتیک- کد پستی: ۸۱۷۴۶۷۳۴۴۱

نشانی پست الکترونیک: TBJ@ui.ac.ir، نشانی پایگاه اختصاصی: http://uijs.ui.ac.ir/tbj

معرفی مجله تاکسونومی و بیوسیستماتیک

مجله تاکسونومی و بیوسیستماتیک به صورت فصلنامه و هر سه ماه یکبار توسط دانشگاهِ اصفهان منتشر می‌شود. هدف از انتشار این مجله معرفی آخرین یافته‌های علمی استادان و پژوهشگران در زمینهٔ تاکسونومی و بیوسیستماتیک، به ویژه با تأکید بر خزانهٔ وراثتی جانداران (یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها) در ایران می‌باشد.

مجلهٔ علمی - پژوهشی تاکسونومی و بیوسیستماتیک در زمینه‌های معرفی تاکسون‌های جدید، مرور نامگذاری تاکسون‌ها، طبقه‌بندی تاکسون‌ها، معرفی روش‌های جدیدِ ایجاد و تحلیل داده‌ها، ژن‌اکولوژی، ژنتیک جمعیت‌ها و تنوع وراثتی، تنوع زیستی و فیلوژنی تاکسون‌ها، مقاله‌های اصیل پژوهشی را به صورت مقاله کامل (Full Paper) و مقاله کوتاه (Short Paper) پس از داوری دقیق به چاپ می‌رساند.

پیش از ارسال مقاله، روش تدوین و نگارش مقاله خود را به دقت با مطالب زیر مطابقت فرمایید.

نکات قابل توجه

۱- در مقاله، قواعد دستور زبان فارسی و رسا بودن جملات مورد توجه ویژه قرار گیرد.

۲- مقالاتی که برای چاپ در این مجله ارسال می‌گردد نباید قبلاً چاپ شده باشد (مگر در شکل خلاصه در گردهمایی‌ها) همچنین نباید به طور همزمان برای چاپ به مجلات دیگر ارایه شده باشد.

۳- مسؤولیت مطالب مندرج در مقاله بر عهده نویسنده یا نویسندگان مقاله است.

٤- مجله در قبول، رد و اصلاح مقاله‌ها آزاد است.

٥- استفاده از مندرجات مجله با ذکر مآخذ آزاد است.

٦- مقاله‌های دریافتی توسط هیأت تحریریه با همکاری متخصصان امر داوری می‌گردد و در صورت تصویب با رعایت نوبت به چاپ می‌رسد. تصمیم نهایی برای چاپ مقاله توسط هیأت تحریریه صورت می‌گیرد.

نحوهٔ تدوین مقاله

۱- مقاله بایستی به زبان فارسی تهیه شود (به استثناء مقاله‌های پژوهشگران خارجی که باید به زبان انگلیسی باشد) و هر مقاله باید یک چکیده به زبان انگلیسی داشته باشد؛ این شرط تا زمانی که زبان مجله تغییر نکرده است پا برجا خواهد بود.

۲- هر مقاله علمی - پژوهشی بایستی به ترتیب دارای قسمت‌های: عنوان، مشخصات مؤلف یا مؤلفان و نشانی دقیق همراه با شماره تلفن و نشانی پست الکترونیک فرستنده (مسؤول مکاتبات)، چکیده فارسی، واژه‌های کلیدی، مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج، بحث، جمع‌بندی، قدردانی، منابع، Abstract و Key words باشد.

۳- تایپ مقاله با نرم‌افزار Microsoft Office Word 2003، به صورت یک رو، در کاغذ A4، با حاشیه‌های متن ۳ سانتی‌متر و به صورت یک ستونی و با فاصله خطوط ۱ سانتی‌متر (single) انجام شود.

٤- مقاله نباید از ۱۵ صفحه چاپ شده در مجله (حدود ٦ هزار کلمه) تجاوز کند.

٥- از درج پاورقی برای بیان توضیحات انگلیسی و فارسی و بالعکس خودداری شود و در صورت نیاز در درون پرانتز و در متن مقاله آورده شود.

٦- شکل‌ها، نمودارها و جدول‌ها شماره‌گذاری شده و به همراه زیرنویس آنها در متن مقاله آورده شود؛ در نرم‌افزار Word، فرمت شکل‌ها در بخش Text Wrapping، به صورت In line with text انتخاب شود؛ از ارسال شکل‌های گروه‌بندی شده (Group) اکیداً خودداری شود؛ نمودارها به صورت دو بعدی و سیاه و سفید طراحی شوند و الزاماً از حالت سه بعدی خارج شوند.

عنوان: شامل کوتاه‌ترین عبارتی خواهد بود که بطور کلی گویای محتوای مقاله باشد، خط فارسی عنوان 16 B Lotus Bold و انگلیسی 14 Times New Roman Bold است.

نام و نشانی نگارندگان: مسؤولیت ترتیب نام نگارندگان بر عهدهٔ نویسندهٔ مسؤول خواهد بود. درج شماره مربوط به نشانی هر نگارنده بعد از نام نگارنده به صورت بالا نویس (Superscript) است؛ علاوه بر درج شماره مربوط، یک ستاره برای نام نویسندهٔ مسؤول (Corresponding Author) درج شود. نشانی‌ها به ترتیب و با خط 12 B Lotus Bold و 11 Times New Roman Bold در زیر نام نویسندگان ذکر می‌گردد. نشانی پست الکترونیک مسؤول مکاتبات با خط 10 B Lotus Bold و 10 Times New Roman Bold نوشته شود.

نمونه فارسی

معرفی گونه‌ای جدید در جنس *Centaurea* از ایران

علیرضا اسدی[1*]، محمد کیانی[2] و شهریار نظری [2]

[1*] دانشگاه اصفهان گروه زیست‌شناسی، [2] مرکز تحقیقات زیستی

asadi-a.r@ui.ac.ir [*]

چکیده: خط 11 B Lotus و 10 Times New Roman شامل ۱۰۰ تا ۲۵۰ کلمه و بدون هر گونه کلمه اختصاری

کلمات کلیدی: حداکثر حاوی شش کلمه مرتب شده بر اساس حروف الفبا

مقدمه، مشاهدات، مواد و روش‌ها، نتایج، بحث و نتیجه‌گیری، قدردانی و منابع: 13 B Lotus، 11 Times New Roman

Abstract و Key words: 12 Times New Roman

عنوان جدول در بالای جدول و عنوان نمودار و شکل در زیر آنها با خط 11 B Lotus و 9 Times New Roman نوشته شود.

نمونه: شکل ۱- ، شکل ۲- ، جدول ۱- ، جدول ۲-

نحوهٔ مرجع‌دهی:

الف) مرجع‌دهی در متن (References in text): در متن به صورت نام نویسنده و یا نویسندگان (بدون نام کوچک) و سال انتشار نوشته شود.

نمونه فارسی: یک نویسنده: (بهارلو، ۱۳۸۸)، **دو نویسنده:** (قاسم‌زاده و اشتری، ۱۳٦۵)، **سه نویسنده و بیشتر:** (شریعت‌مدار و همکاران، ۱۳۷٦)

نمونه انگلیسی: یک نویسنده: (Davis, 1985)، **دو نویسنده:** (Dagan and Zohary, 1970)، **سه نویسنده و بیشتر:** (Johnson *et al*., 2000)

کلمه *et al*., بایستی به صورت مورب باشد (این کلمه لاتین است.)

ب) مرجع‌دهی در بخش منابع (References list): فهرست منابع بایستی به ترتیب حروف الفبا مرتب شده ابتدا منابع فارسی و سپس منابع خارجی آورده شود.

ب-۱) مرجع‌دهی به مقاله (Paper): به ترتیب شامل: نام نویسنده یا نویسندگان، سال، عنوان، نام کامل مجله، شمارهٔ مجلد، شمارهٔ صفحات.

ب-۱-۱) مقاله با یک نگارنده

نمونه فارسی: بحرائی، ص. (۱۳۷۵) بررسی گوناگونی ژنتیکی در گونه‌های وحشی (*T. urartu* and *T. boeoticum*) با استفاده از الکترفورز پروتئین بذر. مجلهٔ بذر و نهال ۲: ۱ تا ۹.

نمونه انگلیسی:

- Noda, K. (1981) C-banding technique for Wheat chromosomes. Wheat Information Service 52(8): 29-31.

ب-۱-۲) مقاله با دو نگارنده:

نمونه فارسی: ولی‌پور، ع. و حسینی، ا. (۱۳۷٦) بررسی پراکنش گیاهان مقاوم به شوری در ایران، مجلهٔ زیست‌شناسی ۳ (۵) : ۷۵ تا ۹۱.

نمونه مثالی انگلیسی:

- Baum, B. R. and Appels, R. (1992) Evolutionary change at the 5s DNA loci of species in the Triticaceae. Plant Systematics and Evolution 183: 195-208.

ب-۱-۳) مقاله با سه نگارنده و بیشتر:

نمونه فارسی: ولی‌پور، ع.، حسینی، ا. و امینی، ا. ر. (۱۳۷٦) بررسی پراکنش گیاهان مقاوم به شوری در ایران، مجلهٔ زیست‌شناسی ۳ : ۷۵ تا ۹۱.

نمونه انگلیسی:

- Jain, S. K., Qualset, C. O., Bhatt, G. M. and Wu, K. K. (1975) Geographical patterns of phenotypic diversity in a world collection of durum wheats. Crop Science 15: 404-700.

ب-۲) مرجع‌دهی به کتاب (Book): به ترتیب شامل: نام نویسنده یا نویسندگان، سال، عنوان کتاب، شمارهٔ Edition در صورت وجود، نام مؤسسهٔ انتشاراتی، نام اولین شهری که انتشار در آن انجام گرفته است.

نمونه فارسی: مظفریان، و. (۱۳۷۳) کورموفیت‌های ایران. جلد ٤، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

نمونه انگلیسی:

- Stace, C. A. (1989) Plant Taxonomy and Biosystematics. Edward Arnold, London.
- Rice, E. L. (1984) An Introduction to Microbiology. 2nd ed., Academic Press, New York.

مرجع‌دهی به ترجمه فارسی کتاب:

استیس، سی. اِی. (۱۳۷۵) تاکسونومی گیاهی و سیستماتیک زیستی، ترجمه خسروی، الف.، انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز.

ب-۳) مرجع‌دهی به بخشی از کتاب (Chapter in Book) که هر بخش دارای نویسنده جداگانه باشد:

نمونه انگلیسی:

- Morrison, L. A. (1993) *Triticum-Aegilops* systemaics: taking an integrative approach. In: Biodiversity and Wheat Improvement (ed. Damania, A. B.) 59-66. John Willey & Sons, New York.
- Sears, E. R. (1956) The systematic, cytology and genetics of wheat. In: Handbuch der Pflazenzuchtung. (eds. Kapparet, H. and Rudorf, W.) 2: 164-187. Paul Parey, Berlin and Humburg.

ب-٤) مرجع‌دهی به پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد یا دکترا: نام نویسنده، سال، عنوان پایان‌نامه، مقطع تحصیلی، نام دانشگاه، نام شهر، نام کشور.

نمونه فارسی: حسین‌پور، م. (۱۳٦۵) تاکسونومی و بیوسیستماتیک جنس *Cardaria* L. در ایران. پایان‌نامه دکتری، دانشگاه اصفهان، اصفهان.

نمونه مثالی انگلیسی:

- Hassanpour, S. M. (2006) Study of Biosystematic of the genus *Rhamnus*. Ms.c. Thesis, University of Isfahan, Isfahan.

ب-۵) مرجع‌دهی به Patent:

- Suzuki, T., Ohishi, N. and Yagi, K. (2000) Methods of obtaining a composition *9-cis β-Carotene* in high purity. US Patent 6057484.

ب-٦) مرجع‌دهی به همایش‌ها (سمینارها، سمپوزیوم‌ها، کنگره‌ها، میتینگ‌ها و ...): به ترتیب شامل: نام نویسندگان، سال انتشار، عنوان مقاله، دوره و نام همایش، محل برگزاری، شهر، کشور.

نمونه فارسی: رنگی‌پور، ا.، افشارزاده، س.، بلالی‌دهکردی، غ. ر. و صاحبی، ج. (۱۳۸۷) مطالعه جنس لویی در رودخانه زاینده‌رود. اولین همایش ملی زیست‌شناسی گیاهی، دانشگاه پیام نور، تالش.

نمونه انگلیسی:

- Mason-Gamer, R. J. and Helfgott, D. M. (2002) Molecular phylogenetic investigation of allopolyploid *Elymus* in North America. 4th International Triticeae Symposium, Prague, Czech Republic.

ب-۷) مرجع‌دهی به مقاله‌های کامل همایش‌ها (سمینارها، سمپوزیوم‌ها، کنگره‌ها، میتینگ‌ها و ...) (Proceedings):

به ترتیب شامل: نام نویسندگان، سال انتشار، عنوان مقاله، دوره و نام همایش، محل برگزاری، شهر، کشور.

نمونه فارسی: صفوی، و. و شریعتی، م. (۱۳۸٦) تأثیر الیسیتور متیل جاسمونات بر سنتز بتاکاروتن در جلبک سبز تک سلولی *Dunaliella salina*. مجموعه مقالات دومین همایش ملی زیست‌شناسی سلولی و ملکولی، کرمان، ایران.

نمونه انگلیسی:

- Mohsenzadeh, S. (1996) Study of nitrogen fertilizer time and amount on seed production and other characterizations of Sorgum. In: Proceeding of the 4th Iranian Congress of Agriculture and Plant Breeding, Isfahan, Iran.
- Shariati, M. and Lilley, R. McC. (1993) Triggering of glycerol synthesis in *Dunaliella tertiolecta* at constant osmotic pressure. 33rd Annual General Meeting of Australian Society of Plant Physiologist. Perth, Australia.

ب-۸) مرجع‌دهی به اینترنت: مرجع‌دهی به نشانی‌های اینترنتی تقریباً فاقد اعتبار بوده و پیشنهاد می‌شود استفاده نگردد. در مواقعی که ناگزیر از استفادهٔ محدود از آن باشد نام نویسنده، زمان چاپ و در انتها نیز زمان استخراج از اینترنت درج گردد.

نمونه:

- Rotblat, J. (2000) Fifty Pugwash conferences: a tribute to Eugene Rabinowitch. Retrieved from http://www.pugwash.org/reports/pac/pac256/otblat.htm. On: 22 June 2001.

پ) شکل‌ها و جدول‌ها: شکل‌ها و جدول‌ها به ترتیب ذکر شده درون متن قرار بگیرند، توضیحات شکل‌ها در پایین و توضیحات جدول‌ها در بالای آنها نوشته شود.

تذکر بسیار مهم: درستی نام علمی گونه‌های گیاهی از لحاظ صفت گونه‌ای و نام آتور در سایت اینترنتی www.ipni.org بررسی شود.

نحوه ارسال مقاله

مقالات به صورت فایل word نسخه ۲۰۰۳ (با نام و نشانی نویسندگان، بدون نام و نشانی نویسندگان، فرم کپی‌رایت) به پایگاه اختصاصی مجله http://uijs.ui.ac.ir/tbj ارسال گردد.

تماس با ما

نشانی پستی: اصفهان- خیابان هزار جریب- دانشگاه اصفهان- ساختمان کتابخانه مرکزی- طبقه دوم اداره چاپ، انتشارات و مجلات- دفتر مجله تاکسونومی و بیوسیستماتیک، کدپستی: ۸۱۷٤٦۷۳٤٤۱

شماره تماس: ۷۹۳٤۱٦٤- ۰۳۱۱، دورنگار: ۷۹۳۲۱۷۷- ۰۳۱۱

نشانی پست الکترونیک: tbj@ui.ac.ir.

داوران علمی این شماره (سال چهارم - شماره دهم – بهار ۱۳۹۱)

اعضای محترم هیأت علمی دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی کشور که در داوری و ارزیابی مقالات این شماره از مجله علمی- پژوهشی تاکسونومی و بیوسیستماتیک همکاری داشته‌اند، معرفی شده و از خدمات علمی آنها تقدیر می‌گردد:

دکتر حمید اجتهادی	دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر فیروزه بردبار	مرکز بین‌المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی
دکتر محمد حسن‌شاهیان	دانشگاه شهید باهنر کرمان
دکتر اباصلت حسین‌زاده کلاگر	دانشگاه مازندران
مهندس بهنام حمزه‌ای	مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور
دکتر نواز خرازیان	دانشگاه شهرکرد
دکتر بهزاد ذوالفقاری	دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی اصفهان
دکتر مسعود رنجبر	دانشگاه بوعلی سینا
دکتر حبیب زارع	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران
دکتر علی ستاریان	دانشگاه گنبد کاووس
دکتر سید ابراهیم سجادی جزی	دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی اصفهان
دکتر مجید شریفی تهرانی	دانشگاه شهرکرد
دکتر ریحانه عموآقایی	دانشگاه شهرکرد
دکتر مرضیه‌بیگم فقیر	دانشگاه گیلان
دکتر فرخ قهرمانی‌نژاد	دانشگاه خوارزمی تهران (تربیت معلم سابق)
دکتر سید ابوالقاسم محمدی	دانشگاه تبریز
دکتر علیرضا نقی‌نژاد	دانشگاه مازندران

مجله علمی - پژوهشی تاکسونومی و بیوسیستماتیک
سال چهارم - شماره دهم – بهار ۱۳۹۱
شماره استاندارد بین‌المللی: ۸۹۰۶-۲۰۰۸

فهرست

■ **شناسایی گونه‌های جدیدی از دی‌ازوتروف‌های اندوفیت همیار برنج و گندم با استفاده از آنالیز ژن 16S rDNA و FTIR** ۱۰-۱
محمدجواد مهدی‌پور مقدم، گیتی امتیازی، مجید بوذری و زیور صالحی

■ **ریخت‌شناسی برگ، روزنه و کرک در گونه‌های جنس ممرز (*Carpinus* L.)** ۲۶-۱۱
ایمان چاپلاق پریدری، سید غلامعلی جلالی، علی سنبلی و مهرداد زرافشار

■ **مطالعه فیلوژنتیکی بخش‌هایی از گون‌های کُرک دو شاخه‌ای با تأکید بر موقعیت *Astragalus* L. sect. *Ornithopodium* با استفاده داده‌های ریخت‌شناختی و مولکولی در ایران** ۴۰-۲۷
عباس سعیدی، رضا شیخ اکبری مهر، شاهرخ کاظم‌پور اوصالو، علی اصغر معصومی و مجید قربانی نهوجی

■ **بررسی فلوریستیک، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان اراضی مانداب (wetlands)، دامنه‌های شمالی و شرقی سبلان** ۵۲-۴۱
جابر شریفی، عادل جلیلی، شاکر قاسم اُف، علیرضا نقی‌نژاد و فرزانه عظیمی مطعم

■ **بررسی ویژگی‌های ماکروسکوپی، خرده‌نگاری، شیمیایی و استفاده از آنها در مطالعات سیستماتیک شیمیایی زالزالک گرجی (*Crataegus pontica* C. Koch)** ۶۲-۵۳
نصراله قاسمی دهکردی، علیرضا قنادی و علیرضا خباز مهرجردی

■ **بررسی تاکسونومیک گونه *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas در ایران با تأکید بر نشانگر فلوریستیک و استفاده از روش تعیین زیستگاه ویژه** ۷۶-۶۳
رمضان کلوندی، مرتضی عطری، زیبا جمزاد و کیوان صفی‌خانی

■ **مطالعه مورفومتریک گونه‌های جنس *Erysimum* L. (Brassicaceae) در استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی** ۹۴-۷۷
سمیه قائم‌پناه، جمیل واعظی، حمید اجتهادی، محمد فارسی و محمدرضا جوهرچی

تاکسونومی و بیوسیستماتیک، سال چهارم، شماره دهم، بهار ۱۳۹۱، صفحه ۱-۱۰
دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۸/۰۸ پذیرش نهایی: ۱۳۹۰/۱۲/۰۳

شناسایی گونه‌های جدیدی از دی‌ازوتروف‌های اندوفیت همیار برنج و گندم با استفاده از آنالیز ژن 16S rDNA و FTIR

محمدجواد مهدی‌پور مقدم [1*]، گیتی امتیازی [2]، مجید بوذری [2] و زیور صالحی [1]
[1] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
[2] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

در این مطالعه شش جدایه اندوفیت، شامل سه جدایه از ریشه سه رقم برنج (جدایه‌های PxR_1، PxR_2 و StR_1) و سه جدایه از ریشه سه رقم گندم (جدایه‌های PxW_1، PxW_2 و PxW_3) جداسازی و با استفاده از آزمایش فنوتیپی، شامل طیف‌سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FTIR) و همچنین، آنالیز ژنوتیپی نظیر PCR ژن 16S rDNA، تمام جدایه‌ها به غیر از جدایه StR_1 *Pseudoxanthomonas* شناسایی شدند. مقایسه روش‌های یاد شده نشان داد که دو جدایه برنج (PxR_1 و PxR_2) و همچنین دو جدایه گندم (PxW_1 و PxW_2) به یکدیگر شبیه و جزو یک گونه و آن هم گونه جدیدی از *Pseudoxanthomonas* محسوب می‌شوند، در حالی که به نظر می‌رسد جدایه PxW_3 جزو گونه‌ای دیگر از این جنس باشد. جدایه StR_1 نیز گونه جدیدی از *Stenotrophomonas* است. در ابتدا تصور بر این بود که جدایه‌های مزبور جزو جنس *Azospirillum* هستند، لذا دو سویه Sp7 *Azospirillum Brasilense* (S_1) و *Azospirillum lipoferum* (S_2) به عنوان سویه‌های استاندارد انتخاب و با جدایه‌های مورد مطالعه مقایسه شدند، اما آنالیزهای فنوتیپی و ژنوتیپی تأیید کرد که این باکتری‌ها *Azospirillum* نیستند. برای نخستین بار در این مطالعه نشان داده شد که *Pseudoxanthomonas* به صورت اندوفیت در ریشه برنج وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: اندوفیت، برنج، گندم، *Azospirillum*، *Pseudoxanthomonas*، *Stenotrophomonas*

مقدمه

دو جنس *Pseudoxanthomonas* و *Stenotrophomonas* به خانواده Xanthomonadaceae تعلق دارند. اعضای جنس *Pseudoxanthomonas*، شامل باسیل‌های هوازی، گرم منفی، غیراسپوردار بوده، از لحاظ رده‌بندی بر اساس خصوصیات شیمیایی، دارای اسیدهای چرب غیراشباع و شاخه‌دار از نوع ایزو/آنتی و نیز اسیدهای چرب 3-OH هستند و همچنین، دارای یوبی‌کوئینون با ۸ واحد ایزوپرن (Q-8) هستند. اطلاعات اندکی در ارتباط با این جنس وجود دارد و تا سال ۲۰۱۱

* mj_mehdipour@guilan.ac.ir

اکثر مطالعات مربوط به گونه‌های این جنس در حیطه بررسی خصوصیات فنوتیپی و رده‌بندی بر اساس خصوصیات شیمیایی و همچنین فیلوژنتیکی (بر اساس آنالیز توالی 16S rRNA) است (Young *et al*., 2007).

جنس *Stenotrophomonas* نیز نخستین بار همراه با *Pseudoxanthomonas maltophiila* در سال ۱۹۶۱ معرفی شده است. در مطالعه اخیر تمام *Pseudomonas*ها به ۵ گروه از لحاظ تشابه rRNA بر اساس هیبریداسیون DNA یا rRNA تقسیم‌بندی شده‌اند. تاکنون ۸ گونه *Stenotrophomonas* شناسایی شده است (Hayward *et al*., 2009). این باکتری‌ها گرم‌منفی، میله‌ای‌شکل، با مقدار G+C بالا در DNA هستند. یوبی کوئینون‌ها با ۸ واحد ایزوپرنی در تمام گونه‌های این جنس وجود دارد (Hayward *et al*., 2009).

باکتری‌های جنس *Azospirillum* نیز متعلق به خانواده Spirillaceae، زیررده آلفاپروتئوباکتری‌ها هستند. گونه‌های *Azospirillum*، باکتری‌های هتروتروف هوازی (حدود یک درصد از هتروتروف‌های هوازی خاک)، گرم‌منفی تا گرم‌متغیر، کوتاه، میله‌ای و کمی خمیده بوده که تحت شرایط میکروآئروفیلیک، ازت مولکولی را تثبیت می‌کنند. مطالعات فیلوژنتیک مولکولی 16S rDNA نشان داده است که تاکنون ۱۱ گونه از این جنس وجود دارد (Young *et al*., 2008).

در طیف‌سنجی مادون قرمز، طول موج و شدت جذب نور مادون قرمز توسط نمونه اندازه‌گیری می‌شود. فرکانس تشعشع الکترومغناطیس در ناحیه مادون قرمز مطابق با فرکانس ارتعاش طبیعی اتم‌های یک پیوند است و پس از جذب امواج مادون قرمز در یک مولکول، باعث ایجاد یک سری حرکات ارتعاشی در آن می‌شود که اساس و مبنای طیف‌سنجی مادون قرمز را تشکیل می‌دهد. نخستین بار Naumann و همکاران (۱۹۹۴) از روش طیف‌سنجی مادون قرمز برای شناسایی میکروارگانیسم‌ها استفاده نمودند. از این روش برای شناسایی بسیاری از باکتری‌ها در سطح جنس نظیر *Listeria* و *Staphylococcus* و همچنین، در سطح گونه برای باکتری‌هایی نظیر *Pseudomonas* و *Bacillus* و همچنین، برای شناسایی مخمرها و قارچ‌ها نیز استفاده شده است. همچنین، از این روش برای شناسایی باکتری‌ها در سطح سویه نیز استفاده شده است (Goodacre *et al*., 1998; Kummerle *et al*., 1998; Tindall *et al*., 2000).

هدف از این مطالعه، جداسازی و شناسایی باکتری‌های دی‌ازوتروف (باکتری‌های تثبیت‌کننده ازت) اندوفیت بومی از دو گیاه برنج و گندم و شناسایی آنها با استفاده از روش‌های فنوتیپی مثل طیف‌سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه و روش‌های ژنوتیپی مثل PCR ژن 16S rDNA بوده است.

مواد و روش‌ها

جداسازی اندوفیت‌های بومی از ریشه‌های برنج و گندم

نمونه‌های ریشه تازه از سه رقم گندم (گلستان، شیرازی و سفیدمحلی) و سه رقم برنج (طارم، خزر و هاشمی) در استان گیلان فراهم شدند. نمونه‌های ریشه (تارهای کشنده) به منظور جداکردن ذرات خاک متصل به سطح ریشه به مدت ۲۰ دقیقه با آب شیر شستشو شدند. ریشه‌های شسته شده با محلول

هیپوکلریت‌سدیم ۰/۵ درصد به مدت ۳۰ دقیقه استریل سطحی شدند. ریشه‌ها حداقل ۳ بار با آب مقطر استریل آبکشی و سپس به قطعات ۵ تا ۸ میلی‌متری بریده شدند. قطعات پس از فشرده‌شدن با پنس استریل، به لوله‌های حاوی محیط نیمه‌جامد فاقد ازت انتقال و در درجه حرارت ۳۰ درجه سانتی‌گراد درون انکوباتور قرار داده شدند. اجزای این محیط عبارتند از: مالیک اسید ۵ گرم، فسفات هیدروژن دی پتاسیم ۰/۵گرم، سولفات منیزیم ۰/۲ گرم، کلرید سدیم ۰/۱ گرم، کلرید کلسیم ۰/۰۲ گرم، محلول عناصر کمیاب ۲ میلی‌لیتر، محلول الکلی بروموتیمول‌بلو ۲ میلی‌لیتر (۵ درصد)، اتیلن دی آمین تترا استات ۴ میلی‌لیتر، محلول ویتامین ۱ میلی‌لیتر، هیدروکسید پتاسیم ۴ گرم، آگار ۱/۷۵ گرم و آب مقطر ۱۰۰۰ میلی‌لیتر (محلول سود برای تنظیم اسیدیته تا ۶/۸). اجزای محلول عناصر کمیاب عبارتند از: مولیبدات سدیم ۰/۲ گرم، سولفات منگنز ۰/۲۳۵گرم، بوریک اسید ۰/۲۸گرم، سولفات مس ۰/۰۰۸گرم، سولفات روی ۰/۰۲۴ گرم و آب مقطر ۲۰۰ میلی‌لیتر.

محلول ویتامین شامل: بیوتین ۰/۰۱ گرم، پیرودوکسین ۰/۰۲ گرم و آب مقطر ۱۰۰ میلی‌لیتر است. پس از گذشت ۳ تا ۵ روز که دیسک رشد (پلیکل) نزدیک به سطح محیط‌کشت تشکیل شد، این باکتری‌ها به محیط جامد NFb منتقل شدند. هنگامی که برخی باکتری‌های اندوفیت تثبیت‌کننده ازت در محیط نیمه‌جامد تکثیر شوند، یک دیسک رشدی تشکیل می‌گردد که با گذشت زمان ممکن است تا نزدیک سطح محیط مهاجرت نماید و در اصطلاح به آن « دیسک رشد » گفته می‌شود. پس از رشد در سطح محیط جامد NFb، باکتری‌ها دوباره به محیط نیمه‌جامد NFb منتقل شده، در صورت تشکیل مجدد دیسک رشد، این نتیجه حاصل می‌شود که باکتری‌های جداسازی شده تثبیت‌کننده ازت هستند (Martin-Didonet *et al*., 2000).

تکثیر ژن 16S rDNA با استفاده از PCR

پس از جداسازی باکتری‌ها، به منظور شناسایی و تأیید نهایی جدایه‌ها، روش PCR ژن 16S rDNA به کار گرفته شد. استخراج DNA در جدایه‌های *Pseudoxanthomonas*، *Stenotrophomonas* و *Azospirillum* به روش استات سدیم انجام شد. در این روش سلول باکتری با استفاده از بافر لیز کننده (شامل EDTA، لیزوزیم، SDS، پروتئیناز K) شکسته شده و پروتئین‌های آن تغییر ماهیت داده، سپس با استفاده از فنل و کلروفرم تمام اجزا به غیر از اسیدهای نوکلئیک رسوب داده می‌شود و در پایان، با استفاده از استات سدیم و اتانول، DNA موجود در محلول را رسوب می‌دهند (Maciel *et al*., 2009).

به منظور تکثیر ژن 16S rDNA با استفاده از PCR، از پرایمر رفت (نوکلئوتید ۳۷ تا ۶۴ از 16S rDNA *Azospirillum*) و پرایمر برگشت (نوکلئوتید ۴۰۷ تا ۴۳۶ از *Azospirillum* 16S rDNA) با توالی زیر استفاده شد:

PFAZO: 5'-AGA GGG GCC CGC GTC CGA TTA GGT AGT T-3'

PRAZO: 5'-CCC GAC AGT ATC AAA TGC AGT TCC CAG GTT-3'

طراحی پرایمرها برای منطقه 16S rDNA با استفاده از ژن بانک http://www.ncbi.nem.nih.gov انجام شد. طول محصول PCR ۴۰۰ جفت باز بود.

همچنین برای یکی از جدایه‌ها (StR_1) نیز از

پرایمرهای عمومی 16S rDNA به نام‌های 27F و 1492R استفاده شد. طول محصول PCR ۱۵۰۰ جفت باز است و به عبارتی، با استفاده از این پرایمرها کل طول 16S rRNA طی PCR سنتز می‌شود. توالی آنها عبارتند از:

PF (27F):
5′-AGTTTGATCCTGGCTCAG-3′
PR (1492R):
5′-GGCTTACCTTGTTACGACTT-3′

هر ۲۵ میکرولیتر محلول واکنش PCR شامل پرایمرها هر کدام ۲ میکرولیتر (۱۰ میکرومولار)، DNA الگو ۲ میکرولیتر، dNTPs (dATP، dCTP، dGTP و dTTP) ۰/۵ میکرولیتر (۱۰ میلی‌مولار)، Taq DNA Pol ۰/۵ میکرولیتر (۰/۲۵ واحد) (از ژن فن‌آوران، ایران)، بافر PCR 10X ۲/۵ میکرولیتر، کلرید منیزیم ۰/۵ میکرولیتر (۵۰ میلی‌مولار) و آب مقطر استریل ۱۵ میکرولیتر بود. مراحل PCR با استفاده از پرایمرهای *Azospirillum* 16S rDNA در دستگاه ترموسایکلر (Bio Rad, USA) انجام شد. برنامه شامل واسرشت شدن اولیه در ۹۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴ دقیقه، ۳۰ سیکل شامل ۹۴ درجه سانتیگراد به مدت ۱ دقیقه، ۵۵ درجه سانتیگراد به مدت یک دقیقه، ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۱ دقیقه و یک سیکل نهایی سنتز ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت یک دقیقه بود. مراحل PCR با استفاده از پرایمرهای عمومی 16S rDNA شامل واسرشت شدن اولیه در ۹۳ درجه سانتیگراد به مدت ۵ دقیقه، ۳۵ سیکل شامل ۹۳ درجه سانتیگراد به مدت ۴۵ ثانیه، ۵۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۵ ثانیه، ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۱/۵ دقیقه و یک سیکل نهایی سنتز شامل ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۷ دقیقه بود.

تعیین توالی محصول PCR ژن 16S rDNA و ترسیم درخت فیلوژنتیک

با توجه به الگوی کل پروتئین سلول جدایه‌ها و مشابهت برخی جدایه‌ها با یکدیگر، توالی‌های ۴۰۰ bp مربوط به جدایه‌های PxR_1، StR_1، PxW_2 و PxW_3 برای توالی‌یابی انتخاب شدند. همچنین، باند ۱۵۰۰ bp مربوط به 16S rRNA جدایه StR_1 نیز انتخاب شد. توالی‌ها با استفاده از یک DNA sequencer (Sanger *et al.*, 1977) به صورت خودکار (SEQLAB, Germany) و بر اساس روش اتمام زنجیره (روش Sanger) و به سفارش شرکت فزاپژوه (Faza Biotech) تعیین توالی شدند. برای ترسیم درخت فیلوژنتیک بر اساس توالی 16S rRNA از روش اتصال مجاور (neighbour-joining) (Saitou and Nei, 1987) و نرم‌افزار MEGA نسخه ۴ استفاده شد.

طیف‌سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه

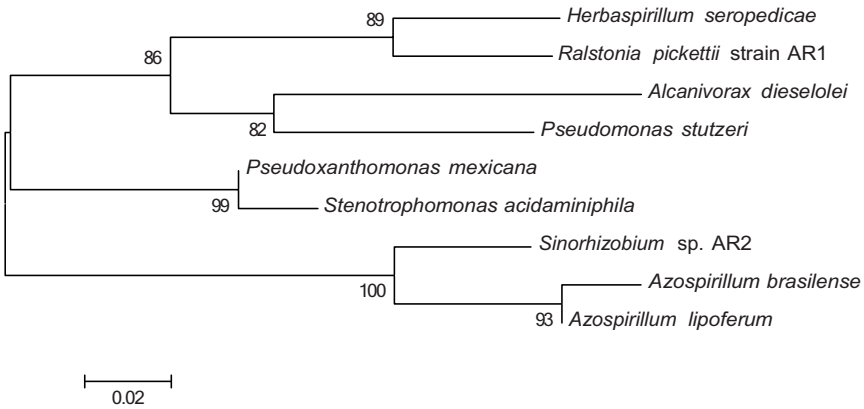
برای انجام آزمایش، جدایه‌ها ابتدا در سطح محیط نوترینت آگار کشت داده شدند و سپس کلونی‌ها از سطح محیط با آب مقطر استریل شستشو و سپس در rpm ۱۰۰۰۰ به مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ شدند. محلول رویی جدا و رسوب باکتری ۳ بار با آب مقطر استریل شستشو داده شد. مقدار بسیار کم در حد ۲۰ میلی‌گرم از رسوب باکتری برداشته و روی دیسک کریستالی سلنید روی (Spectra-Tech ARK ATR cell) قرار داده شد و دیسک‌ها به مدت یک ساعت در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد خشک شدند و در نهایت، دیسک‌ها به دستگاه انتقال یافتند (Nicolet 6700 FT-IR Spectrometer) و پس از مدت کوتاهی طیف حاصل از پیوندهای شیمیایی موجود در سطوح باکتری اسکن و طیف حاصله روی

مانیتور رایانه آشکار شده، با مقایسه با جدول استاندارد مربوط به انواع پیوندها و گروه‌های عاملی، تشابه و تفاوت بین طیف‌ها در بین باکتری‌ها تفسیر شد. در ضمن، با مقایسه طیف باکتری‌های مجهول نسبت به سویه‌های استاندارد، سویه‌های جداسازی شده شناسایی شدند (Erukhimovitch *et al*., 2005). در این مطالعه، برای نخستین بار در ایران از این روش برای شناسایی باکتری‌ها استفاده شده است.

نتایج

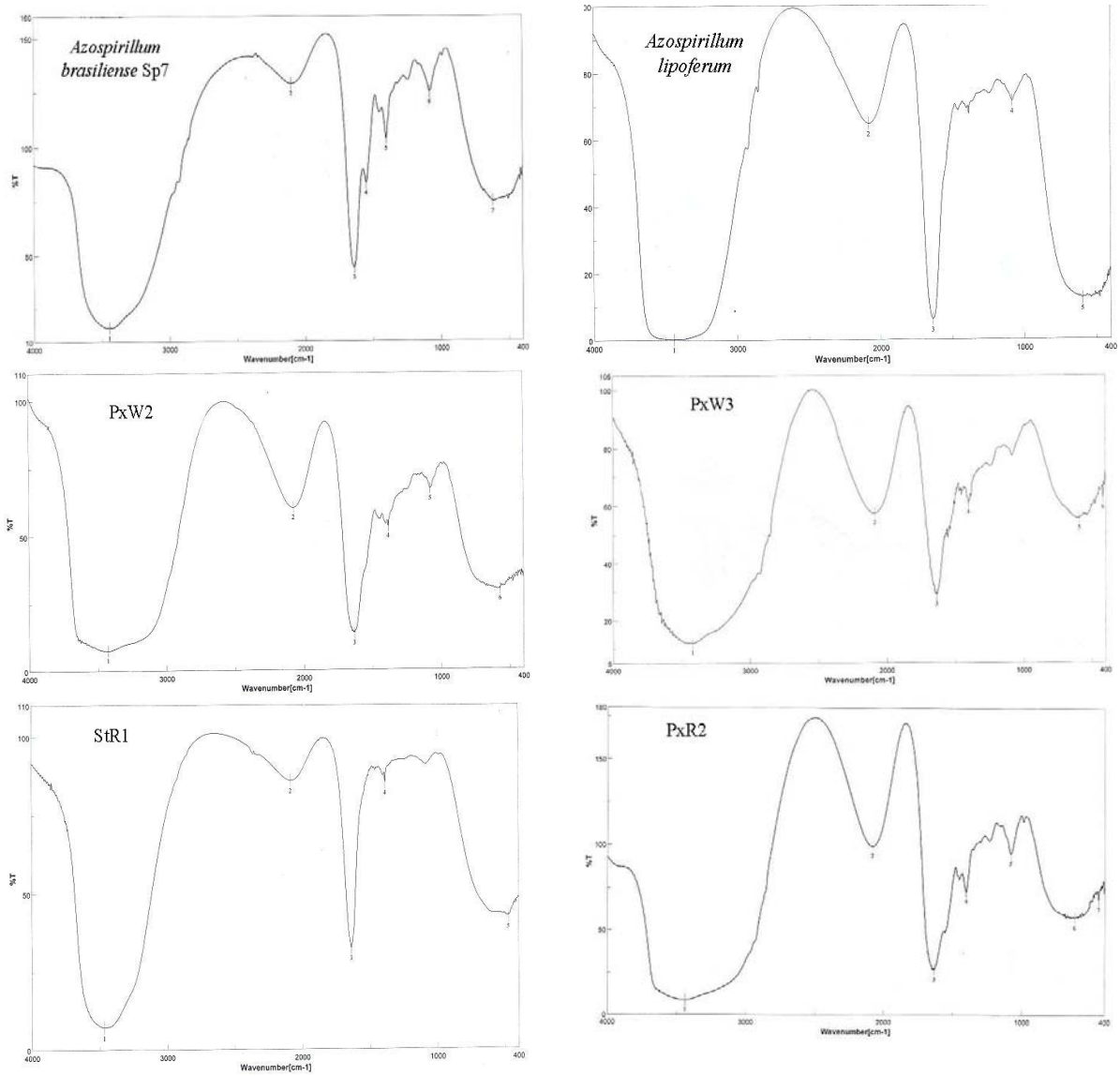
این مطالعه نخستین گزارش از تشکیل دیسک رشد در محیط NFb به وسیله *Pseudoxanthomonas* و *Stenotrophomonas* است. این باکتری‌ها دیسک رشد نزدیک به سطح تا عمقی تشکیل می‌دهند. توانایی رشد و تشکیل دیسک رشد توسط این باکتری‌ها دال بر توانایی تثبیت ازت، آن هم در شرایط میکروآئروفیلیک یا بی‌هوازی است. سویه‌های استاندارد *Azospirillum* نیز تقریباً دارای الگوی دیسک رشدی مشابه هستند. این باکتری‌ها مشابه *Azospirillum*ها در محیط NFb جامد، کلونی‌های قطره آبی تشکیل می‌دهند.

با توجه به مشابهت جدایه‌های PxR_2 و StR_1 به یکدیگر و همچنین، جدایه‌های PxW_1 و PxW_2 با هم (بر اساس آزمون نیم‌رخ کل پروتئین‌های داخل سلول که داده‌ها نشان داده نشده) و با توجه به مشخص بودن جدایه‌های S_1 و S_2، محصول PCR ژن 16S rDNA مربوط به جدایه‌های PxR_1، StR_1، PxW_2 و PxW_3 جهت توالی‌یابی به شرکت فزاپژوه ارسال شدند. وقتی خود پرایمرهای اختصاصی *Azospirillum* با استفاده از سایت ncbi تطبیق و بلاست می‌شود، فقط با توالی 16S rRNA جنس *Azospirillum* و به ویژه گونه *Brasilense* مشابهت داشته، جنس‌های باکتریایی دیگر را شناسایی نمی‌کند، اما وقتی توالی‌های ۴۰۰ bp مربوط به چهار جدایه که با پرایمرهای ذکر شده PCR شده، تطبیق و بلاست می‌شوند، هر چهار جدایه گونه جدیدی از جنس باکتریایی *Pseudoxanthomonas* و با حداکثر تشابه ۹۵ درصد را نشان می‌دهند. وقتی توالی 16S rRNA یکی از آن چهار جدایه به نام جدایه StR_1 که با پرایمر عمومی PCR شده، بلاست می‌شود، مشابهت ۹۵ درصدی این باکتری را با جنس *Stenotrophomonas* نشان می‌دهد (شکل ۱). توجه به این نکته، ضروری است که دو جنس *Pseudoxanthomonas* و *Stenotrophomonas* جزو یک خانواده بوده، به خانواده Xanthomonadaceae تعلق دارند.



شکل ۱- درخت فیلوژنتیک بر اساس توالی 16S rRNA بین جنس *Pseudoxanthomonas* و برخی از جنس‌های دیگر

در ارتباط با FTIR جدایه‌ها (شکل ۲)، در تمام سویه‌ها و جدایه‌ها پیوند N-H که به گروه‌های آمین و آمید موجود در پروتئین‌ها مربوط است، وجود دارد. همچنین، باند جذبی مربوط به هالوژن‌ها در جدایه‌های S_2، PxW_1، PxW_2 و سویه‌های استاندارد *Azospirillum* نیز متفاوت از یکدیگر و همچنین، با سایر جدایه‌ها متفاوتند. هر چند جدایه StR_1 در برخی پیک‌ها، به ویژه پیک‌های جذبی بالا مشابه جدایه‌های PxR_2، PxW_2 و PxW_3 است، اما شدت جذب و به عبارتی، مقدار غلظت باند در جدایه StR_1 بیشتر است.



شکل ۲- طیف‌های FTIR در نواحی cm^{-1} ۴۰۰-۴۰۰۰ از سویه‌های استاندارد *Azospirillum* و جدایه‌های اندوفیت برنج (PxR_2 و StR_1) و گندم (PxW_2 و PxW_3)

بحث و نتیجه‌گیری

بسیاری از گونه‌های جنس *Pseudoxanthomonas* از فیلترهای زیستی و لجن، از هضم‌کننده‌های بی‌هوازی، خاک‌های هوادهی شده، خاک‌های آلوده به هیدروکربن‌های چندحلقه‌ای یا روغن‌ها و همچنین از چشمه‌های آب داغ جداسازی می‌شوند (Young *et al.*, 2007) و همکاران (۲۰۱۰) توانستند *Pseudoxanthomonas* را به صورت اندوفیت از گیاه سیب‌زمینی جداسازی کنند.

Stenotrophomonas نیز در ریزوسفر بسیاری از گیاهان وجود دارد (Hayward *et al.*, 2009). اعضای جنس *Stenotrophomonas* اهمیت اکولوژیک در خور توجهی در چرخه‌های ازت و گوگرد دارند و چندین گونه از این جنس، مانند *Stenotrophomonas malthophilia* و *S. rhizophilia* می‌توانند در برهمکنش مفید با گیاهان نقش داشته باشند (Ryan *et al.*, 2009). گونه‌های *Stenotrophomonas maltophilia* و *Stenotrophomonas rhizophila* اغلب در ارتباط با گیاهان یافت می‌شوند. این باکتری‌ها می‌توانند از ریزوسفر و یا از بافت‌های داخلی گیاه، به ویژه از بافت‌های آوندی ریشه و ساقه جداسازی شوند. سویه‌های اندوفیت *Stenotrophomonas maltophilia* از ریشه بسیاری از گونه‌های گیاهی شامل برنج و سایر گیاهان جدا شده‌اند (Ryan *et al.*, 2009).

در مطالعه Sun و همکاران (۲۰۰۸)، تنوع باکتری‌های اندوفیت برنج با استفاده از روش‌هایی نظیر آنالیز 16S rRNA به کمک پرایمرهای عمومی 16S rRNA باکتری‌ها به نام 799F و 1492R بررسی و ۱۹۲ جدایه شناسایی شدند که شامل تمام زیرردههای آلفا، بتا، گاما، دلتا و اپسیلون پروتئوباکتری‌ها بودند. گروه غالب بتا پروتئوباکتری‌ها (۲۷/۸ درصد از کل کلون‌ها) بوده، فراوان‌ترین جنس نیز از *Stenotrophomonas* (گونه *malthophilia*) بود.

باکتری‌های جنس *Azospirillum* نیز متعلق به خانواده Spirillaceae، زیررده آلفاپروتئوباکتری‌ها هستند. آنها به صورت آزاد در خاک و یا متصل به ریشه‌ها، ساقه‌ها، برگ‌ها و بذور به ویژه در غلات و گیاهان علفی یافت می‌شوند، هر چند در گیاهانی نظیر نارگیل، سبزیجات، میوه‌ها، لگوم و گیاهان غده‌ای نیز یافت شده‌اند. اگرچه آنها حالت اپی‌فیت داشته، در نزدیکی یا سطح ریشه وجود دارند، ولی می‌توانند به درون ریشه به حالت اندوفیت نیز نفوذ کنند. بسیاری از *Azospirillum*ها دارای میزبان اختصاصی از گیاهان علفی و غلات هستند (Doebereiner *et al.*, 1995).

در این مطالعه باکتری‌هایی که به صورت اندوفیت از ریشه‌های برنج و گندم جداسازی شده‌اند متعلق به جنس‌های *Pseudoxanthomonas* و *Stenotrophomonas* بودند. در آزمون‌های قبلی به نظر رسید که از سه جدایه برنج دو جدایه PxR_2، StR_1 شبیه هم هستند. همان‌طور که در مقدمه توضیح داده شد، از روش FTIR برای شناسایی باکتری‌ها در حد جنس و گونه استفاده شده و در ایران نیز برای نخستین بار از این روش استفاده شده است. آنالیز FTIR، شباهت کاملی را بین جدایه‌های برنج و گندم و با *Azospirillum* تأیید نکرد. با مقایسه کلیه روش‌های فوق تأیید می‌شود که جدایه‌های گندم به یکدیگر شبیه هستند. توالی‌یابی توالی bp ۴۰۰ حاصل از پرایمرهای عمومی، باکتری StR_1 را با شباهت ۹۵ درصد گونه جدید از *Stenotrophomonas* معرفی کرد. برای نخستین بار در این مطالعه نشان داده شد که *Pseudoxanthomonas* به صورت اندوفیت در ریشه برنج وجود دارد.

منابع

Doebereiner, J., Baldani, V. and Reis, V. M. (1995) Endophytic occurrence of diazotrophic bacteria in non-leguminous crops. In: *Azospirillum* VI and related microorganisms (eds. Del Gallo, M., Vanderleyden, J. and De Zamaroczy, M). 3-14. Springer Verlag, Berlin.

Erukhimovitch, V., Pavlov, V., Talyshinsky, M., Souprun, Y. and Huleihel, M. (2005) FTIR microscopy as a method for identification of bacterial and fungal infections. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 37: 1105-1108.

Goodacre, R., Timmins, E. M., Burton, R., Kaderbhai, N., Woodward, A. M., Kell, D. B. and Rooney, P. J. (1998) Rapid identification of urinary tract infection bacteria using hyperspectral whole-organism fingerprinting and artificial neural networks. Microbiology 144: 1157-1170.

Hayward, A. C., Fegan, N., Fegan, M. and Stirling, G. R. (2009) *Stenotrophomonas* and *Lysobacter*: ubiquitous plant-associated gamma-proteobacteria of developing significance in applied microbiology. Journal of Applied Microbiology 108: 756-770.

Kummerle, M., Scherer, S. and Seiler, H. (1998) Rapid and reliable identification of fermentative yeasts by Fourier-transform infrared spectroscopy. Applied and Environmental Microbiology 64: 2207-2214.

Maciel, B. M., Santos, A. C. F., Dias, J. C. T., Vidal, R. O., Dias, R. G. C., Gross, E., Cascardo, J. C. M. and Rezende, R. P. (2009) Simple DNA extraction protocol for a 16S rDNA study of bacterial diversity in tropical landfarm soil used for bioremediation of oil waste. Genetic and Molecular Research 8: 375-388.

Manter, D. K., Delgado, G. A., Holm, D. G. and Stong, R. A. (2010) Pyrosequencing reveals a highly diverse and cultivar-specific bacterial endophyte community in potato roots. Microbial Ecology 60: 157-166.

Martin-Didonet, C. C. G., Chubatsu, L. S., Souza, E. M., Kleina, M., Rego, F. G. M., Rigo, L. U., Yates, M. G. and Pedrosa, F. O. (2000) Genome structure of the genus *Azospirillum.* Journal of Bacteriology 182: 4113-4116.

Naumann, D., Helm, D. and Schultz, C. (1994) Characterization and identification of microorganisms by FT-IR spectroscopy and FT-IR microscopy. In: Bacterial diversity and systematics (eds. Priest, F. G., Ramos Cormenzana, A. and Tindall, B. J.) 67-85. Springer, New York.

Ryan, R. P., Monchy, S., Cardinale, M., Taghavi, S., Crossman, L., Avison, M. B., Berg, G., Lelie, D. and Dow, J. M. (2009) The versatility and adaptation of bacteria from the genus *Stenotrophomonas.* Nature Review 7: 514-525.

Saitou, N. and Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. Molecular Biology and Evolution 4: 406-425.

Sanger, F., Nicklen, S. and Coulson, A. R. (1977) DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 74: 5463-5467.

Sun, L., Qiu, F., Zhang, X., Dai, X., Dong, X. and Song, W. (2008) Endophytic bacterial diversity in rice (*Oryza sativa* L.) roots estimated by 16S rDNA sequence analysis. Microbial Ecology 55: 415-424.

Tindall, B. J., Brambilla, E., Steffen, M., Neumann, R., Pukall, R., Kroppenstedt, R. M. and Stackebrandt, E. (2000) Cultivatable microbial diversity: gnawing at the Gordian knot. Environmental Microbiology 2: 310-318.

Young, C. C., Ho, M. J., Arun, A. B., Chen, W. M., Lai, W. A., Shen, F. T., Rekha, P. D. and Yassin, A. F. (2007) *Pseudoxanthomonas spadix* sp. nov., isolated from oil-contaminated soil. International

Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 57: 1823-1827.

Young, C. C., Hupfer, H., Siering, C., Ho, M. J., Arun, A. B., Lai, W. A., Rekha, P. D., Shen, F. T., Hung, M. H., Chen, W. M. and Yassin, A. F. (2008) *Azospirillum rugosum* sp. nov., isolated from oil-contaminated soil. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 58: 959-963.

تاکسونومی و بیوسیستماتیک، سال چهارم، شماره دهم، بهار ۱۳۹۱، صفحه ۱۱-۲۶
دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۹/۱۳ پذیرش نهایی: ۱۳۹۰/۱۱/۱۶

ریخت‌شناسی برگ، روزنه و کرک در گونه‌های جنس ممرز (*Carpinus* L.)

ایمان چاپلاق پریدری [۱]، سید غلامعلی جلالی [۱]*، علی سنبلی [۲] و مهرداد زرافشار [۱]
[۱] گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران
[۲] گروه زیست‌شناسی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

گونه‌های جنس ممرز پراکنش وسیعی در سطح جنگل‌های هیرکانی و ارسباران دارند که در مطالعات قبلی فقط بر اساس خصوصیات ماکرومورفولوژیک بذر و برگ رده‌بندی شده‌اند و با توجه به متغیر بودن این صفات، اختلاف نظر بسیاری در این زمینه در میان محققان وجود دارد. در این تحقیق، علاوه بر بررسی صفات برگ، برای نخستین بار اقدام به بررسی صفات میکرومورفولوژیک برگ، از قبیل روزنه و کرک با استفاده از میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی بر روی نمونه‌های هرباریومی موجود در باغ اکولوژیک نوشهر و همچنین، نمونه‌های جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های طبیعی شده است. برای ارزیابی صفات ماکرومورفولوژیک برگ، در ابتدا طبقه‌بندی سه گونه ممرز (*Carpinus betulus*)، کچف (*C. schuschaensis*) و لور (*C. orientalis*) در جنگل‌های شمال بر اساس صفات ماکرومورفولوژیک برگ، به ویژه ابعاد برگ مورد تحقیق قرار گرفت. محورهای مستخرج شده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی ضمن همبستگی بالا با برخی از صفات ابعاد برگ، نتوانست سه گروه را به طور کامل از هم تفکیک نماید و هم راستا با آن آنالیز تشخیص نیز تنها ۶۴/۷ درصد صحت این گروه‌بندی را تأیید کرد. گونه ممرز بزرگترین ابعاد را در مورد کلیه صفات روزنه و کُرک داراست و گونه لور دارای کوچکترین ابعاد است و گونه کچف حالت بینابینی دارد. در گونه ممرز سه نوع تیپ پاراسیتیک (paracytic) و آنموسیتیک (anomocytic) و آنیزوسیتیک (anisocytic) شناسایی شد که در آن سلول‌های روزنه بالاتر از سلول‌های اپیدرم است، در حالی که در گونه لور تیپ لتروسیتیک (laterocytic) و در کچف تیپ آنیزوسیتیک و لتروسیتیک شناسایی شد که در این دو گونه سلول‌های روزنه پایین‌تر از سلول‌های اپیدرم است. اگر چه کرک‌ها از نوع ساده هستند، ولی این سه گونه از لحاظ تراکم و اندازه کرک تا حدودی از هم قابل تفکیک هستند، ولی با توجه به این که این صفات تحت تأثیر مستقیم شرایط اکولوژیک قرار دارند، دارای ارزش تاکسونومیک نیستند. بنابراین، تحقیق حاضر ضمن عدم تأیید کارآیی ریخت‌شناسی برگ در تاکسونومی ممرز پیشنهاد می‌کند که ریزریخت‌شناسی بذر و براکته و در نهایت مطالعات مولکولی مد نظر گیاه‌شناسان قرار بگیرد.

واژه‌های کلیدی: ممرز، ریخت‌شناسی برگ، شاخص روزنه، کرک

* jalali_g@modares.ac.ir

مقدمه

جنس ممرز (*Carpinus* L.) با حدود ۳۵ گونه به همراه *Corylus*، Scop. *Ostrya* و *Ostryopsis* Decne. به عنوان چهار جنس از تیره فندق (Corylaceae) معرفی شده است (Chen, 1994)؛ که در برخی از منابع تیره فندق گاهی به عنوان یکی از زیر تیره‌های توس (Betulaceae) منظور می‌شود (Cronquist, 1981; Winkler, 1904). در مجموع، جنس ممرز شامل ۳۵ گونه درختی، خزان‌کننده و یک پایه است که به صورت بومی در نیمکره شمالی از اروپا تا شرق آسیا، جنوب هیمالیا و شمال تا مرکز آمریکا پراکندگی دارد (Krüssmann, 1984; Hillier, 1991; Furlow, 1990; Suszka *et al*., 1998).

ممرزها درختانی کُند رشد (حدود سه متر رشد ارتفاعی در ده سال) با تاج هرمی شکل در جوانی هستند که البته، در دوران کهنسالی به شکل بیضی و گرد تغییر شکل می‌دهند (Suszka *et al*., 1998). این گونه دامنه وسیعی از شرایط مختلف نوری و خاکی را تحمل می‌کند و دارای دامنه اکولوژیک وسیعی است اما نور کامل و خاک غنی و با زهکشی خوب شرایط بهینه برای رشد آنهاست (Metzger, 1990). به علت شباهت‌های ریخت‌شناسی، رده‌بندی جنس ممرز کمتر مورد توجه گیاه‌شناسان در قاره آسیا قرار گرفته است (Li and Cheng, 1979). این موضوع در مورد گونه‌های ممرز در جنگل‌های خزری نیز کاملاً صادق است، زیرا در منابع موجود هیچ اتفاق نظری در مورد این گونه‌ها و واریته‌های آن وجود ندارد (ثابتی، ۱۳۸۱؛ مبین، ۱۳۵۸؛ قهرمان، ۱۳۷۷؛ مظفریان، ۱۳۸۳). همچنین، تنوع بالای ریخت‌شناسی آن به علت وسعت رویشگاه و نیز دورگه احتمالی سبب دشواری فراوان در رده‌بندی گونه‌های این جنس شده است (ثابتی، ۱۳۷۳؛ Li and Cheng, 1979). بنابراین، لزوم مطالعات جامع و عمیق بیش از پیش در مورد تفکیک این گونه‌ها در جنگل‌های شمال کشور احساس می‌شود (ثابتی، ۱۳۸۱).

مبین (۱۳۵۸) سه گونه ممرز شامل: *Carpinus betulus* L.، *C. schuschaensis* H. Winkl (کچف) و *C. orientalis* Mill. (لور) را برای جنگل‌های شمال گزارش کرده است در حالی که قهرمان (۱۳۷۷) گونه کچف را یک گونه دورگ بین ممرز و لور معرفی کرده است. مظفریان (۱۳۸۳) گونه ممرز را با واریته‌های *C. betulus* var. *betulus* و *C. betulus* var. *parva* Radde-Fomin و گونه لور را شامل زیر گونه *C. orientalis* Mill. subsp. *orientalis* و *C. orientalis* Mill. subsp. *macrocarpa* (Willk.) Browicz را تأیید می‌کند، در حالی که به گونه کچف هیچ اشاره‌ای نکرده است. ثابتی (۱۳۸۱) علی‌رغم معرفی گونه‌های ممرز، کچف، تغر (*C. macrocarpa*) و لور، چهار واریته برای گونه ممرز با نام‌های: *C. betulus* L. var. *betulus* Browicz، *C. betulus* L. var. *carpinizza* (Host) Neilr، *C. betulus* L. var. *parava* Radde-Fomin و *C. betulus* L. var. *typic* Medo را به عنوان تیپ اصلی ممرز با پراکنش وسیع در جنگل‌های شمال تأیید کرده است. خصوصیات تشریحی و ریخت‌شناسی جزو نخستین و پُر کاربردترین نشانگرهایی هستند که از دیر باز همواره مورد توجه گیاه‌شناسان بوده‌اند که در این میان صفات ریختی برگ دارای جایگاه ویژه‌ای در رده‌بندی گیاهان است (Wang *et al*., 2001).

از دیگر صفات برگ که در رده‌بندی گیاهان مورد توجه قرار می‌گیرد، روزنه‌ها هستند (Miskin *et al*.,

(1972. محققان معتقدند که تعداد و تراکم روزنه در واحد سطح در بین جنس‌ها، گونه‌ها و واریته‌ها دارای تفاوت و قابل بررسی و مطالعه است. از دیگر صفات مهم در تاکسونومی گیاهان کرک‌های سطح برگ و دمبرگ است (Dennert, 1884). برای مثال، Hardin (۱۹۷۶) و Jones (۱۹۸۶) طبقه‌بندی کاملی بر اساس کرک در مورد جنس بلوط در امریکا انجام دادند. بنابراین، مرور تحقیقات گذشته بیانگر اهمیت صفات برگ در رده‌بندی گونه‌های مختلف است. در اغلب موارد، تفکیک نمونه‌های هرباریومی جنس ممرز به علت عدم حضور بذر، به ناچار بر اساس خصوصیات ماکرومورفولوژیک برگ انجام شده، در حالی که طبق نظر Yoo و Wen (۲۰۰۲)، این نتایج باید با احتیاط مد نظر قرار گیرد. لذا در تحقیق حاضر، علاوه بر بازنگری در صفات ماکرومورفولوژیک برگ، با استفاده از میکروسکوپ الکترونی (SEM) و میکروسکوپ نوری (LM) برخی از خصوصیات میکرومورفولوژیک روزنه و کرک نیز برای نخستین بار در مورد این جنس مطالعه شد تا تصمیم‌گیری با قاطعیت بیشتری انجام شود.

مواد و روش‌ها

در مجموع، ۴۴ نمونه هرباریومی شامل: ۱۸ نمونه ممرز، ۱۸ نمونه کچف و ۸ نمونه لور از هرباریوم باغ اکولوژیک نوشهر بررسی و مطالعه شد (جدول ۱). شایان ذکر است که نمونه‌های هرباریومی باغ اکولوژیک از مناطق مختلف جنگل‌های شمال و جنگل‌های ارسباران جمع‌آوری شده است، ولی با این وصف، مطالعه ۲۶ نمونه از گونه ممرز، ۱۰ نمونه از گونه کچف و ۵ نمونه از گونه لور از رویشگاه‌های طبیعی این گونه‌ها به وسیله نگارندگان در جنگل‌های شهرستان نوشهر در مناطق کدیر، کجور، سی‌سنگان و قائم‌شهر نیز انجام گرفت. در مجموع، ۱۴ صفت کمّی برگ، ۳ صفت کمّی روزنه به همراه صفات کیفی روزنه و تراکم کرک بر روی دمبرگ و سطح پشتی برگ بر روی ۵ عدد برگ از هر نمونه ارزیابی شد (جدول ۲).

تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) یکی از روش‌های چند متغیره آماری است که با کاهش حجم اطلاعات، سبب تسهیل در تجزیه و تحلیل اطلاعات می‌گردد (Sneath and Sokal, 1973; Johnson and Wichern, 2002). با آنالیز مؤلفه‌های اصلی، مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر تفکیک سه گونه مورد نظر تعیین و در قالب عوامل اولیه که توجیه‌کننده حداکثر واریانس بوده، استخراج گردید. نمره‌های (score) ارائه شده در هر عامل مبنای انجام آنالیز واریانس یک‌طرفه قرار گرفت. لذا آنالیز واریانس برای تفکیک سه گونه بر اساس دو مؤلفه انجام شد و سپس از آزمون LSD برای مقایسه دو به دو هر گونه در هر عامل استفاده شد. پخش پایه‌های درختی در فضای محور مختصات حاصل از دو محور اولیه که حدود ۹۵ درصد واریانس‌ها را توجیه کرده بود، انجام شد تا گروه‌بندی گونه‌ها ارزیابی گردد. در نهایت، به منظور تأیید صحت گروه‌بندی از آنالیز تشخیص استفاده گردید (Sattarian *et al.*, 2011). به منظور مطالعه شاخص‌های روزنه به وسیله میکروسکوپ نوری، نمونه‌های برگ به مدت پنج دقیقه در آب جوش قرار گرفته، سپس به وسیله تیغ از لایه‌های اپیدرم برگ در سطح زیرین نمونه‌های بسیار نازک جدا و توسط لام و لامل نمونه تهیه گردید.

شاخص‌های روزنه از قبیل طول و عرض روزنه، با نرم‌افزار Image tools به دقت اندازه‌گیری شد. تراکم روزنه نیز در واحد میلی‌متر مربع شمارش گردید. به منظور مقایسه شاخص‌های کمّی روزنه اطلاعات کمّی پس از انجام آنالیز واریانس یک‌طرفه با استفاده از آزمون دانکن با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام گرفت. میکروگراف‌های روزنه و کرک به وسیله میکروسکوپ الکترونی تهیه شد. بدین منظور، ابتدا قطعه کوچکی از نمونه‌های برگ جدا شد و توسط چسب بر روی پایک‌های (stub) مخصوص قرار گرفته و پس از طلاکوب شدن این پایک‌ها به درون محفظه میکروسکوپ الکترونی انتقال داده شدند. میکروگراف‌ها به وسیله میکروسکوپ Philips مدل XL 3 گرفته شد.

جدول ۱- مشخصات نمونه‌های هرباریومی مورد مطالعه از جنس ممرز (هرباریوم نوشهر)

نام گونه	محل جمع‌آوری	ارتفاع	جمع‌آوری کننده	شماره هرباریومی
C. betulus	چالوس، کندوان، سیاه بیشه	۲۴۰۰	زارع	۸۶۶۶
C. betulus	چالوس، کندوان، سیاه بیشه	۲۴۰۰	زارع	۸۶۶۶
C. betulus	چالوس، کندوان، سیاه بیشه	۲۴۰۰	زارع	۸۶۶۶
C. betulus	نوشهر، کجور، روستای اویل	۱۵۰۰	امینی	۸۶۷۸
C. betulus	نوشهر، کجور، روستای اویل	۱۵۰۰	امینی	۸۶۷۸
C. betulus	نوشهر، کجور، روستای اویل	۱۵۰۰	امینی	۸۶۷۸
C. betulus	رامسر، جاده رودبار تا اشکورات	۲۰۰۰	زارع، امینی، عباسی	۸۶۷۹
C. betulus	ساری، دو دانگه، سنگده	۱۶۰۰	زارع، امینی	۸۶۸۰
C. betulus	ساری، پارت کولا	۱۷۰۰-۱۴۰۰	زارع، امینی	۸۶۸۱
C. betulus	چالوس، کندوان، هاریجان	۲۴۰۰-۲۰۰۰	زارع، امینی	۸۶۸۲
C. betulus	چالوس، کندوان، هاریجان	۲۴۰۰-۲۰۰۰	زارع، امینی	۸۶۸۲
C. betulus	چالوس، کندوان، هاریجان	۲۴۰۰-۲۰۰۰	زارع، امینی	۸۶۸۲
C. betulus	باغ گیاه‌شناسی نوشهر	-۲۱	امینی	۸۶۸۶
C. betulus	ارسباران	۱۱۸۰	آخوندنژاد	۱۰۶۷۸
C. betulus	ارسباران	-	آخوندنژاد	۱۰۶۷۷
C. betulus	ارسباران	-	آخوندنژاد	۱۰۶۷۹
C. betulus	چالوس، کندوان، سیاه بیشه	۲۲۰۰	زارع، امینی	۸۶۶۷
C. betulus	ساری، پارت کولا	۱۷۰۰-۱۴۰۰	زارع، امینی	۸۶۸۱
C. schuschaensis	نوشهر، کجور، کدیر، جاده تهخان لش	۱۷۰۰	زارع	۸۶۷۱
C. schuschaensis	ساری، دو دانگه، رودخانه شیرین رود	۱۰۰۰-۸۰۰	زارع	۸۶۶۸
C. schuschaensis	ساری، دو دانگه، رودخانه شیرین رود	۱۰۰۰-۸۰۰	زارع	۸۶۶۸
C. schuschaensis	ساری، دو دانگه، رودخانه شیرین رود	۱۰۰۰-۸۰۰	زارع	۸۶۶۸
C. schuschaensis	ساری، دودانگه، سنگده، جنگل بولا، پشت لت	۱۹۰۰-۱۶۰۰	زارع، امینی	۸۶۶۹
C. schuschaensis	ساری، چهار دانگه، منطقه پشت کوه	۲۴۰۰-۲۰۰۰	زارع	۸۶۷۰
C. schuschaensis	باغ گیاه‌شناسی نوشهر	-۲۱	زارع	۸۶۶۴
C. schuschaensis	باغ گیاه‌شناسی نوشهر	-۲۱	زارع	۸۶۶۴
C. schuschaensis	باغ گیاه‌شناسی نوشهر	-۲۱	زارع، امینی	۸۶۶۵

نام گونه	محل جمع‌آوری	ارتفاع	جمع‌آوری کننده	شماره هرباریومی
C. schuschaensis	نوشهر، منطقه کجور، شاه کوه	۱۵۰۰–۲۸۰۰	زارع	۸۶۷۲
C. schuschaensis	نوشهر، منطقه کجور، شاه کوه	۱۵۰۰–۲۸۰۰	زارع	۸۶۷۲
C. schuschaensis	نوشهر، منطقه کجور، شاه کوه	۱۵۰۰–۲۸۰۰	زارع	۸۶۷۲
C. schuschaensis	چالوس، کندوان، سیاه بیشه، دلیر	۱۷۰۰	زارع، امینی	۸۶۷۳
C. schuschaensis	چالوس، کندوان، سیاه بیشه، دلیر	۱۷۰۰	زارع، امینی	۸۶۷۳
C. schuschaensis	چالوس، کندوان، سیاه بیشه، دلیر	۱۷۰۰	زارع، امینی	۸۶۷۳
C. schuschaensis	نور، علمده، گلندرود	–	زارع	۸۶۷۵
C. schuschaensis	نور، علمده، گلندرود	–	زارع	۸۶۷۵
C. schuschaensis	چالوس، مرزن آباد	–	آخوندنژاد	۱۰۶۸۰
C. orientalis	ساری، دودانگه، سنگده، جنگل بولا، پشت لت	۲۴۰۰	زارع، امینی	۸۶۷۶
C. orientalis	ساری، دودانگه، سنگده، جنگل بولا، پشت لت	۲۴۰۰	زارع، امینی	۸۶۷۶
C. orientalis	نور، جنگل واز	۲۱–	زارع	۸۶۷۷
C. orientalis	نور، علمده، گلندرود	–	پور مرادی	۴۴۹۰
C. orientalis	کردکوی	–	آخوندنژاد	۱۰۶۸۲
C. orientalis	آمل	–	آخوندنژاد	۱۰۶۸۱
C. orientalis	ساری، دودانگه، سنگده، جنگل بولا، پشت لت	۲۴۰۰	زارع، امینی	۸۶۷۶
C. orientalis	نور، جنگل واز	۲۱–	زارع	۸۶۷۷

جدول ۲– صفات مورد مطالعه در برگ جنس ممرز

ردیف	صفت مورفولوژیک	مقیاس	علامت اختصاری
۱	طول برگ	سانتی‌متر	LL
۲	حداکثر پهنای برگ	سانتی‌متر	LW
۳	طول دمبرگ	سانتی‌متر	PL
۴	فاصله پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده برگ	سانتی‌متر	BW
۵	تعداد جفت رگبرگ اصلی	عدد	V
۶	تعداد دندانه اصلی	عدد	T
۸	عرض برگ در ۰/۱ طول آن	سانتی‌متر	LL 0.1
۹	عرض برگ در ۰/۹ طول آن	سانتی‌متر	LL 0.9
۱۰	مساحت برگ	سانتی‌متر مربع	LA
۱۱	نسبت طول به عرض پهنک	-	LL/PL
۱۲	نسبت طول به فاصله پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده برگ	-	LL/BW
۱۳	فاصله پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده برگ به طول دمبرگ	-	BW/PL
۱۴	شکل پهنک (نسبت طول به عرض)	-	LL/LW
۱۵	طول روزنه	میکرومتر	SL
۱۶	عرض روزنه	میکرومتر	SW
۱۷	تراکم روزنه	تعداد در میلی‌متر مربع	SD

نتایج

صفات ماکرومورفولوژیک برگ

مقادیر میانگین صفات کمّی برگ به علاوه انحراف معیار و ضریب تغییرات به تفکیک هر گونه در جدول ۳ ارائه شده است. ارزیابی ضریب تغییرات در اکثر صفات کمّی برگ حاکی از دامنه وسیع تغییرات صفات گونه‌های جنس ممرز است.

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، حاکی از آن است که حدود ۹۷ درصد واریانس در سه مؤلفه اول توجیه شده است؛ به طوری که سهم عامل اول ۷۰ درصد، عامل دوم ۲۴ درصد و عامل سوم ۲/۵ درصد بوده است. در رابطه با عامل اول و دوم، صفاتی از قبیل طول برگ (LL) و مساحت برگ (LA) و تعداد دندانه (T) بیشترین سهم را در بین واریانس‌ها دارا هستند. در عامل دوم صفات (LL) و مساحت (LA) دارای همبستگی مثبت و صفت تعداد دندانه (T) دارای همبستگی منفی است. صفات نسبی، از قبیل طول برگ به طول دمبرگ (LL/PL) و فاصله حداکثر پهنای برگ تا قاعده برگ به طول دمبرگ (BW/PL) همبستگی نسبتاً بالایی را با عامل سوم نشان می‌دهند (جدول ۴).

آنالیز واریانس بر مبنای عوامل مستخرج از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام شد که نتایج آن حاکی از آن است که فقط در عوامل اول و دوم که همبستگی بالایی با صفات طول برگ، مساحت برگ و تعداد دندانه دارند، گونه‌های مورد نظر با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهند، ولی در عامل سوم، گونه‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهند (جدول ۵).

جدول ۳- مقادیر میانگین وانحراف معیار و ضریب تغییرات در صفات مورد مطالعه به تفکیک هر گونه

صفت	ممرز			کچف			لور		
	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات
LL	۸/۴۴	۲/۹	۲۱/۴۴	۶/۲۸	۱/۵۶	۲۴/۸۴	۵/۷۶	۰/۸۷	۱۵/۱۰
LW	۴/۱۹۶	۰/۹	۳۱/۹۴	۳/۱۴	۰/۶۹	۲۱/۹۷	۳/۱	۰/۴۲	۱۳/۵۴
PL	۱/۱۸	۰/۳۷۷	۳۲/۷۸	۰/۹۸	۰/۲۹	۲۹/۵۹	۰/۸۹	۰/۲۹	۳۲/۵۸
BW	۳/۶	۱/۲	۲۲/۰۴	۲/۵۷	۰/۷۷	۲۹/۹۶	۲/۷	۰/۷۵۵	۲۷/۹۶
LW 0.1	۲/۵۴	۰/۵۶	۲۱/۰۳	۱/۹۸	۰/۵	۲۵/۲۵	۱/۹۳	۰/۴۱	۲۱/۲۴
LW 0.9	۰/۸۰	۰/۱۷	۳۶/۲۲	۰/۷۶	۰/۲۱۷	۲۸/۵۵	۰/۷۳۸	۰/۱۰	۱۴/۳۶
LA	۲۲/۸۶	۸/۲۸	۱۳/۶۴	۴/۱۴	۶/۲۳	۴۳/۱۴	۱۴/۵۲	۳/۳۵	۲۳/۰۷
V	۱۳/۳۴	۱/۸۲	۱۷/۳۰	۱۳/۲۸	۱/۲۷	۹/۵۶	۱۱/۵۱	۴/۹۴	۱۶/۸۵
T	۴۳/۹۳	۷/۶	۱۰/۴۹	۴۲/۸	۱۰/۹۳	۲۵/۵	۳۴/۷۶	۵/۴۴	۱۵/۶۵
LL/LW	۲/۰۲	۰/۲۱۲	۲۰/۰۷	۲/۰۲	۰/۲۸	۱۳/۸۶	۱/۸۶	۰/۱۷۳	۹/۳۰
LL/PL	۷/۵۲	۱/۵۱	۲۳/۷	۶/۷۱	۲/۹۵	۴۳/۹۶	۶/۶۸	۰/۹	۱۳/۴۷
LL/BW	۲/۴۴	۰/۵۸	۲۴/۲۱	۲/۵	۰/۴	۱۶	۲/۳۲	۰/۶۱۶	۲۶/۵۵
BW/PL	۳/۱۸	۰/۷۷	۲۱/۴۴	۲/۷۵	۰/۷۹	۲۸/۷۲	۳/۰۸	۰/۵۴	۱۷/۵۳

جدول ۴- ریشه‌های مخفی صفات ماکرومورفولوژیک برگ در سه محور اول

صفات برگ	عامل ۱	عامل ۲	عامل ۳
LL	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۱
LW	۰/۰۶	۰/۰۶	−۰/۰۲
PL	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۵-
BW	۰/۰۶	۰/۰۸	-۰/۰۱
LW 0.1	۰/۰۳	۰/۰۲	-۰/۰۲
LW 0.9	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۲
LA	۰/۶۲	۰/۷۳	۰/۳۱-
V	۰/۰۹	-۰/۰۵	۰/۰۵
T	۰/۷۵	-۰/۶۴	-۰/۰۲
LL/LW	۰/۰۰	-۰/۰۰	۰/۰۱
LL/PL	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۹۸
LL/BW	-۰/۰۰	−۰/۰۲	۰/۰۱
BW/PL	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۱۶
مقادیر ویژه	۹۷۶۳/۶۱۱	۳۳۲۵/۹۹۸	۳۵۶/۱۴۰
واریانس توجیحی	۷۰/۳۷۲	۲۳/۹۷۳	۲/۵۷۶
واریانس تجمعی (۰/۰)	۷۰/۳۷۲	۹۴/۳۴۵	۹۶/۹۱۲

جدول ۵- آنالیز واریانس بر مبنای عوامل مستخرج از آنالیز مؤلفه‌های اصلی

		مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
عامل ۱	بین گروه‌ها	۱۸۹۷/۱۹	۲	۹۵۹/۴۴	۱۰/۰۲	۰/۰۰
	درون گروه‌ها	۷۸۴۴/۶۹	۸۲	۹۵/۶۶		
	کل	۵۸۷/۹۷	۸۴			
عامل ۲	بین گروه‌ها	۷۷۶/۶۴	۲	۳۲۱/۳۸	۹/۸۲	۰/۰۰
	درون گروه‌ها	۲۲۹/۲۸	۸۲	۳۲/۷۲		
	کل	۳۳۲۶	۸۴			
عامل ۳	بین گروه‌ها	۵/۲۶	۲	۲/۶۳	۰/۶۱۵	۰/۵۴
	درون گروه‌ها	۳۵۰/۸۷	۸۲	۴/۲۷		
	کل	۳۵۶/۱۳	۸۴			

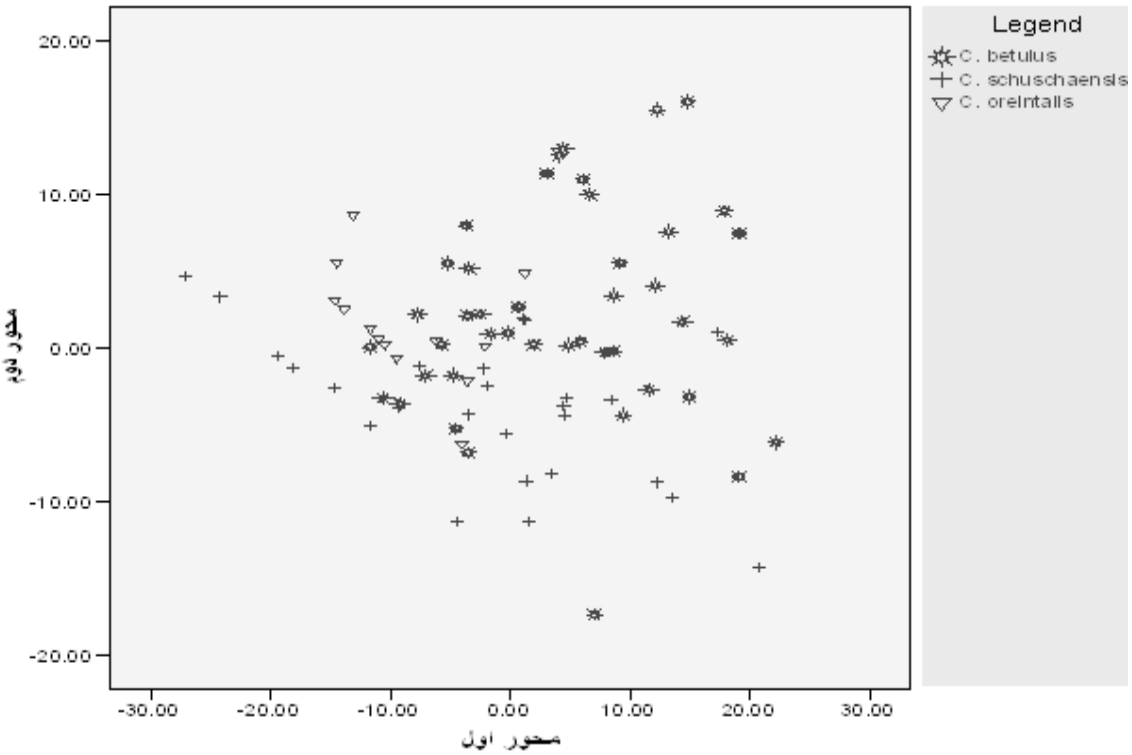
نتایج آزمون LSD در مورد عامل اول، حاکی از اختلاف معنی‌دار دو گونه ممرز و لور است در حالی که گونه کچف با دو گونه ممرز و لور اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. در عامل دوم گونه کچف با دو گونه ممرز و لور اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد، در حالی که دو گونه ممرز و لور اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. در تأیید نتایج آنالیز واریانس در عامل سوم گونه‌های اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان نمی‌دهند (جدول ۶).

جدول ۶- نتایج حاصل از آزمون LSD

	نوع گونه	ممرز	کچف
عامل ۱	ممرز		^{ns}۰/۰۶
	لور	**۰/۰۰	^{ns}۰/۶۲
عامل ۲	ممرز		**۰/۰۰
	لور	^{ns}۰/۷۱	**۰/۰۰۷
عامل ۳	ممرز		^{ns}۰/۲۹۲
	لور	^{ns}۰/۵۳	^{ns}۰/۰۸۶

از آنجایی که در دو محور اول مستخرج از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی حدود ۹۵ درصد واریانس‌ها را توجیه کردند و گونه‌ها در رابطه با این دو عامل مذکور اختلاف معنی‌داری را نشان دادند، پخش پایه‌های درختی در فضای دو محور اصلی انجام شد که سه گونه مذکور به طور کاملا واضح گروه‌بندی نشدند. در مجموع، برخی از پایه‌های درختی از سه گونه شباهت بسیار زیادی را به یکدیگر نشان داده، قابل تفکیک در گروه‌های مجزا نیست (شکل ۱).

نتایج آنالیز تشخیص نیز در تأیید گروه‌بندی‌های یاد شده نشان می‌دهد که صحت گروه‌بندی‌ها تا حدود ۶۴/۷ درصد قابل تأیید است؛ به طوری که از ۴۴ نمونه مورد مطالعه از گونه ممرز ۳۰ پایه در گروه ممرز، ۶ پایه در گونه کچف و ۸ پایه در گروه لور قرار گرفت و در مورد گونه کچف نیز از ۲۸ پایه بررسی شده تنها ۱۷ گونه در گروه کچف، ۶ پایه در گروه ممرز و ۵ پایه در گروه لور قرار گرفته است. با وجود این، ۶۰/۷ درصد گروه‌بندی مورد تأیید است و در پایان در مورد گونه لور از ۱۳ پایه بررسی شده، ۸ پایه در گروه لور، ۱ پایه در گروه ممرز و ۴ پایه در گروه کچف قرار گرفت که حدود ۶۱/۵ درصد گروه‌بندی قابل تأیید است (جدول ۷).



شکل ۱- نمودار پراکنش نمونه‌های درختی در فضای محور مختصات بر اساس دو مؤلفه اول حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی

جدول ۷- نتایج حاصل از آنالیز تشخیص

	ممرز	کچف	لور	کل
ممرز	۳۰	۶	۸	۴۴
کچف	۶	۱۷	۵	۲۸
لور	۱	۴	۸	۱۳
درصد صحت گروه‌بندی هر گونه	۶۸/۲	۶۰/۷	۶۱/۵	۶۴/۷
درصد کل	۶۸/۲	۱۳/۶	۱۸/۲	۱۰۰

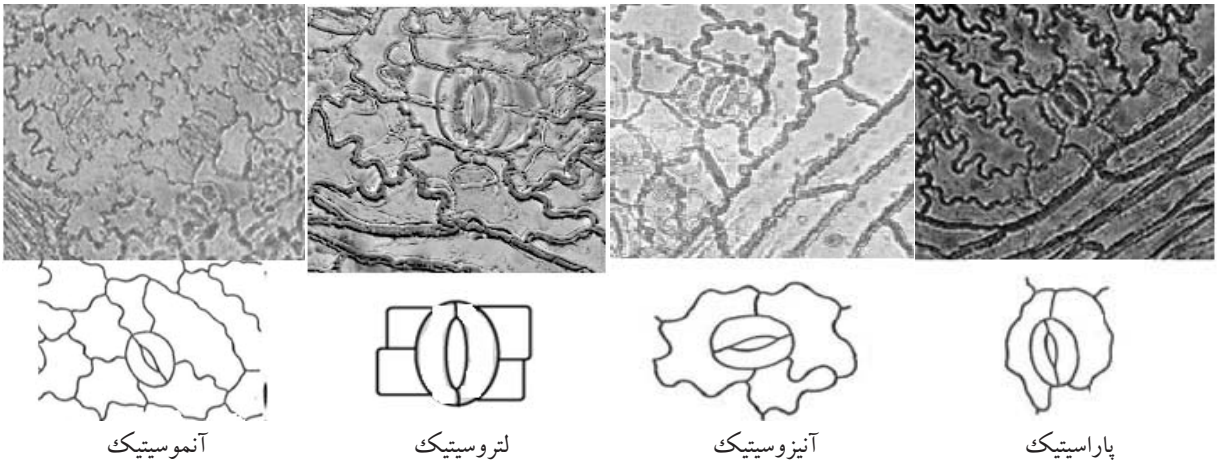
صفات میکرومورفولوژیک برگ

صفات ابعاد روزنه: مقادیر میانگین و انحراف معیار و ضریب تغییرات برای صفات مورفولوژیک روزنه در جدول ۸ گزارش شده است.

نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه، گویای آن است که طول و عرض روزنه در گونه ممرز در مقایسه با دو گونه دیگر بیشتر است و در مقابل تراکم روزنه در دو گونه لور و کچف بیشتر از گونه ممرز است. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که بین ممرز با دو گونه دیگر از لحاظ ابعاد روزنه و همچنین، تراکم آن اختلاف معنی‌داری وجود دارد، در حالی این مقادیر بین دو گونه لور و کچف معنی‌دار نشد. بیشترین مقدار از لحاظ ابعاد در گونه ممرز مشاهده شد و بیشترین تراکم روزنه نیز در گونه لور به دست آمد.

جدول ۸- مقادیر میانگین و انحراف معیار و دامنه تغییرات صفات ابعاد روزنه. SL: طول روزنه؛ SW: عرض روزنه؛ SD: تراکم روزنه. حروف متفاوت (a، b و c) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین میانگین داده‌هاست.

صفات	ممرز			کچف			لور		
	میانگین	ضریب تغییرات	دامنه تغییرات	میانگین	ضریب تغییرات	دامنه تغییرات	میانگین	ضریب تغییرات	دامنه تغییرات
SL	a۱۵/۶۷	۱۴/۶۷	۱۵/۶۷±/۶۲	b۱۱/۲۷	۹/۵۸	۱۱/۲۷±/۳۱	b۱۰/۶۰	۱۱	۱۰/۶±/۲۸
SW	a۱۰/۲۸	۱۲/۶۴	۱۰/۲۸±/۳۵	b۶/۱۳	۱۴/۰۲	۶/۱۳±/۲۹	b۶/۲۱	۱۷/۵۵	۶/۲۱±/۲۳
SD	b۳۲۵/۷۴	۲۲/۷۹	۳۲۵/۷۴±۱۹/۳۸	a۴۰۲/۶۰	۱۵/۶۵	۴۰۲/۶±۱۳/۳۴	a۳۹۷/۷۹	۱۲/۳۴	۳۹۷/۷۹±۱۶/۷۲

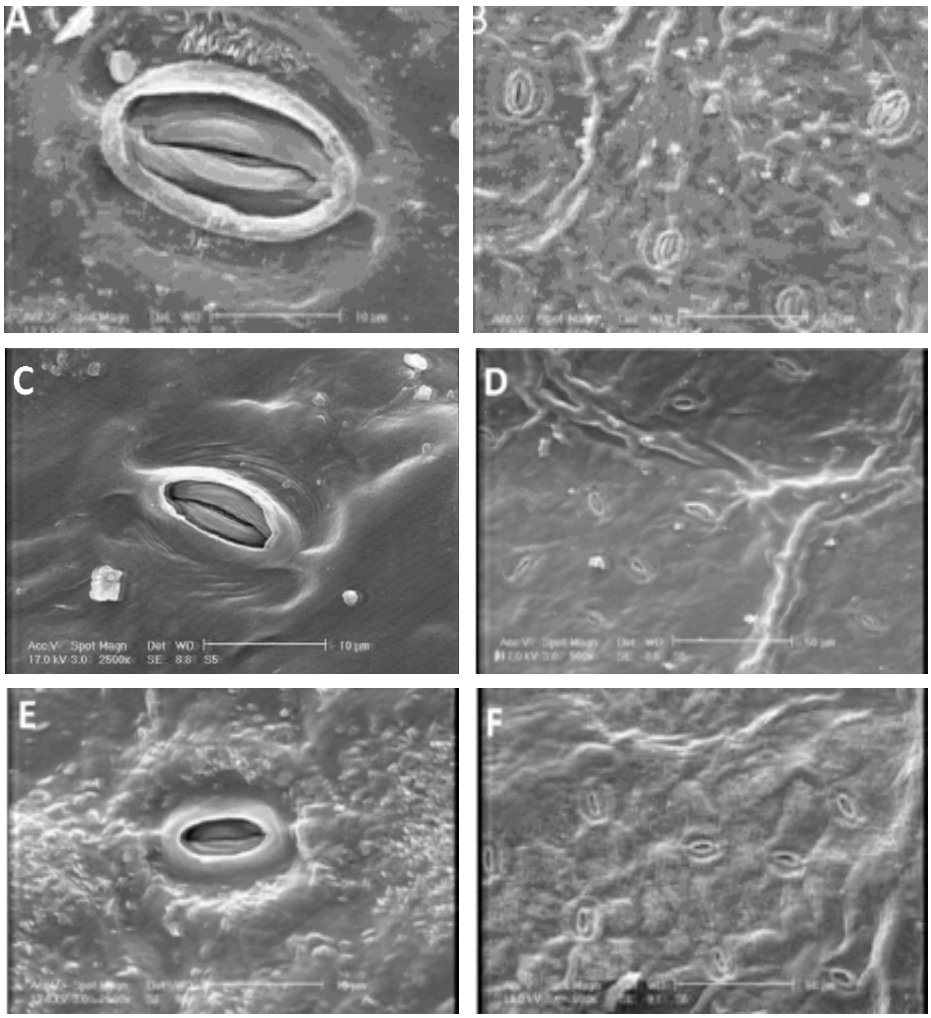


شکل ۲- تیپ‌های مختلف روزنه جنس ممرز در جنگل‌های هیرکانی (پاراسیتیک: سلول‌های همراه در امتداد محور طولی سلول‌های محافظ قرار دارند (Dilcher, 1974)، آنیزوسیتیک: سلول‌های همراه اطراف سلول‌های محافظ اندازه‌های متفاوت دارند (Metcalfe and Chalk, 1950)، لتروسیتیک: سلول‌های همراه اطراف سلول‌های محافظ سه یا بیشتر است (Den Hortag and Bass, 1978)، آنموسیتیک: سلول‌های همراه اطراف سلول‌های محافظ یک شکل و یکسان بوده و می‌توان گفت فاقد سلول همراه هستند (Metcalfe and Chalk, 1950).

صفات کیفی روزنه

در بررسی صفات روزنه در سطح پشتی برگ سه نوع تیپ روزنه شامل پاراسیتیک و آنموسیتیک و آنیزوسیتیک در گونه ممرز شناسایی شد. در گونه لور نوع دیگری از روزنه به نام لتروسیتیک مشاهده گردید. در گونه کچف نیز تیپ لتروسیتیک و آنیزوسیتیک بیشترین درصد را به خود اختصاص داد (شکل ۲).

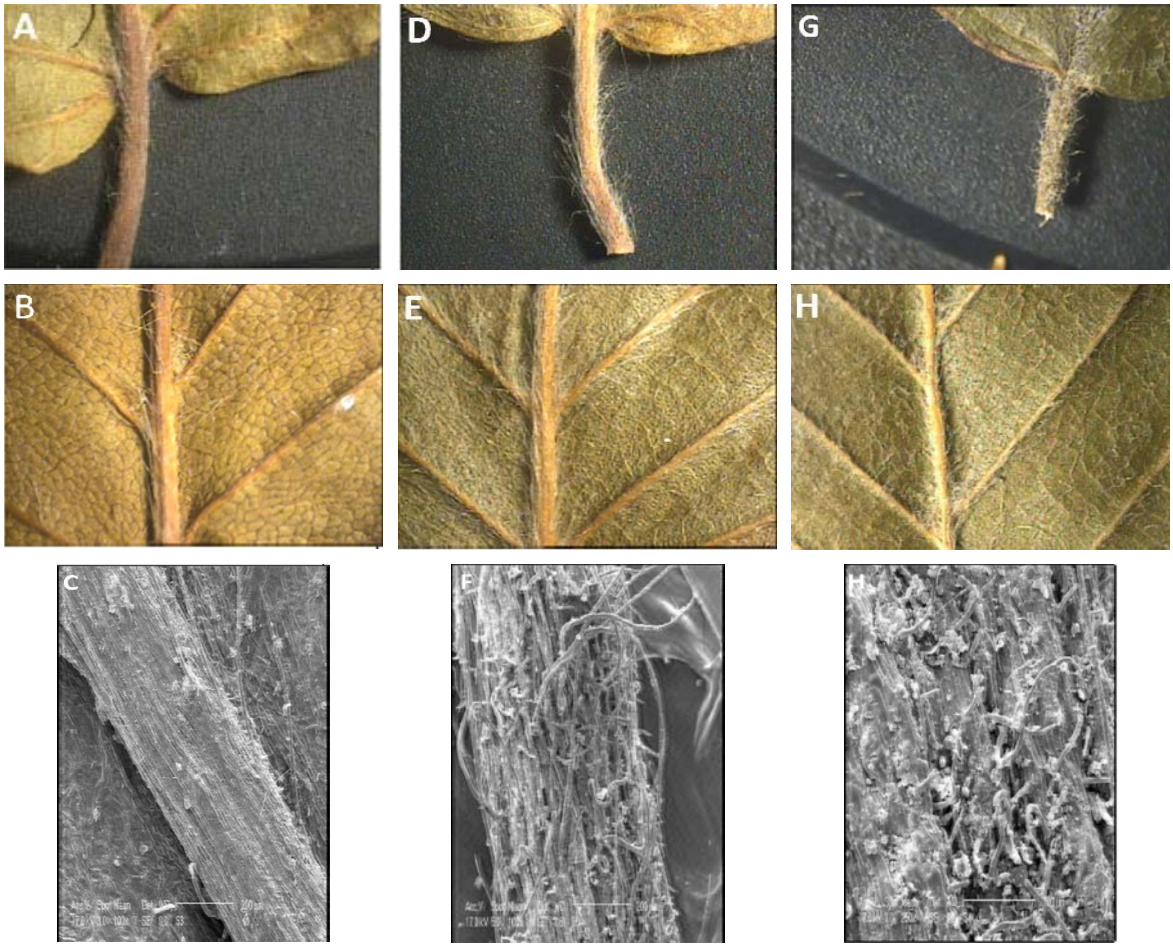
در نتایج به دست آمده از میکروگراف‌های حاصل از میکروسکوپ الکترونی، گونه ممرز از دو گونه دیگر به وضوح از لحاظ ابعاد قابل تفکیک هستند. در بررسی موقعیت قرارگیری روزنه نسبت به سلول‌های اپیدرم که تحت تأثیر شرایط اکولوژیک است در گونه ممرز که از شرایط نسبتاً مناسب اکولوژیک مانند رطوبت کافی و اعتدال هوا برخوردار است، روزنه‌ها همسطح و تا اندازه‌ای بالاتر از سلول‌های اپیدرم قرار گرفته‌اند. در مقابل، سلول‌های اپیدرم در گونه لور و کچف که در ارتفاعات بالای جنگل‌های هیرکانی پراکنش دارند بالاتر از روزنه قرار دارند (شکل ۳).



شکل ۳- میکروگراف عکس‌های حاصل از میکروسکوپ الکترونی (SEM) مربوط به سطح زیرین برگ در جنس ممرز (A و B مربوط به گونه ممرز؛ C و D گونه لور؛ F و E گونه کچف)

تراکم و نوع کرک

نوع کرک در بررسی به وسیله میکروسکوپ الکترونی در هر سه گونه از نوع کرک‌های ساده و منفرد است. در بررسی تراکم و ابعاد کرک در روی دمبرگ و پشت برگ که به وسیله استریومیکروسکوپ، بزرگنمایی و سپس عکس‌برداری شد، نتایج به دست آمده نشان داد که گونه‌های جنس ممرز از لحاظ تراکم و ابعاد کرک قابل تشخیص هستند به طوری که در گونه ممرز، کرک‌های با ابعاد بزرگ و تراکم بسیار پایین مشاهده می‌شود، در حالی که گونه لور از لحاظ ابعاد بسیار کوچکتر از ممرز و در مقابل بسیر فشرده و متراکم است، گونه کچف نیز در مقایسه با این دو گونه حالت بینابینی دارد (شکل ۴).



شکل ۴- تصاویر مربوط به قرارگیری کرک در سطح پشتی برگ و روی برگ با استفاده از استریومیکروسکوپ و میکروسکوپ الکترونی نگاره (A، B و C: کرک‌های سطح پشتی برگ و دمبرگ مربوط به گونه ممرز، D، E و F: گونه لور، G، H و I: گونه کچف)

بحث

از آنجایی که ارتباط معنی‌داری بین شرایط اکولوژیک و صفات ریختی برگ گزارش شده است (Linhart and Grant, 1996) می‌توان تنوع و اختلاف در ابعاد برگ سه گونه ممرز، لور و کچف را در ارتباط با گسترشگاه‌ها و شرایط اکولوژیک حاکم بر آن تحلیل کرد. گونه لور در ارتفاعات فوقانی جنگل‌های شمال و ارسباران پراکنش داشته و کوچکترین ابعاد

برگ را به خود اختصاص داده است، در حالی که گونه ممرز با پراکنش وسیع حدود ۳۰ درصد حجم جنگل‌های شمال را به خود اختصاص داده (مهاجر، ۱۳۸۰) و تنوع زیاد در ابعاد برگ آن مشهود است. در این راستا، پناهی و همکاران (۱۳۹۰) نیز تنوع بسیار بالایی را در برگ گونه‌های بلوط با گسترش‌گاه وسیع مشاهده کردند. مرور منابع حاکی از آن است که گونه کچف با لور تشابه ریختی بسیاری داشته (مبین، ۱۳۵۸) که البته، در این پژوهش نیز روش‌های آماری چند متغیره (multivariate analysis) تفاوت معنی‌داری بین سه گونه را به طور قطعی تأیید نمی‌کند. آنالیز تشخیص نیز صحت تفکیک سه گونه ممرز را تا حدود ۶۴/۷ درصد تأیید می‌کند؛ لذا به نظر می‌رسد که در رده‌بندی جنس ممرز صفات ماکرومورفولوژیک برگ، به ویژه ابعاد برگ کارآیی لازم را ندارد که البته پیش از این نیز Yoo و Wen (۲۰۰۲) این یافته را در تاکسونومی جنس ممرز متذکر شده‌اند.

از صفات مهم دیگر در رده‌بندی گیاهان روزنه‌ها هستند که نقش مهمی در میزان و کارآیی گیاه در مصرف آب دارند. تعداد و تراکم روزنه به علت رابطه تنگاتنگ با خصوصیات رویشگاه، در سطح جنس، گونه و واریته‌هایی که دارای برد اکولوژیک متفاوت هستند، قابل تأمل‌اند (Luo and Zhou, 2001) زیرا عوامل ژنتیکی نیز به شدت بر شکل‌گیری این صفات دخیل است (Teare *et al*., 1971; Miskin *et al*., 1972). از آن جایی که گونه ممرز به عنوان گونه همراه در بلوطستان‌ها و راشستان‌ها از شرایط رطوبتی مناسب‌تری بهره‌مند است، لذا ابعاد بزرگتر روزنه در این گونه قابل توجیه است. افزایش تراکم در گونه‌هایی که در ارتفاعات بالاتر پراکنش دارند، ممکن است برای افزایش بازده دی اکسید کربن باشد (McElwain, 2004) و یا استراتژی گیاه در نگهداری آب باشد (Schoettle and Rochelle, 2000). بنابراین، روزنه‌های کوچکتر با تراکم بیشتر برای دو گونه لور و کچف که در ارتفاعات فوقانی جنگل‌های شمال پراکنش دارند، دور از انتظار نیست. گونه لور در مناطق بالابند جنگلی به همراه درختان کوتاه قد از قبیل بلوط اوری (*Quercus macranthera*)، کیکم (*Acer cinerasens*) پراکنش داشته که تابش مستقیم نور خورشید و اشعه ماوراء بنفش بر عرصه‌های باز جنگلی نیز مزید علت بر کمبود رطوبت رویشگاه‌های آن در مقایسه با رویشگاه‌های متراکم و مرطوب ممرز است. در تحقیقی مشابه، Uzunova (۱۹۹۹) به این نتیجه رسید که گونه ممرز بزرگترین ابعاد و لور کوچکترین را از لحاظ اجزای اپیدرم در خانواده Corylaceae دارا هستند. تیپ روزنه بر اساس تعداد سلول‌های همراه اطراف آن مشخص می‌شود که این سلول‌ها نقش مؤثری در باز و بسته شدن روزنه‌ها دارد (Oyeleke *et al*., 2004) و از طرفی در بررسی تفاوت بین گونه‌ها قابل بررسی هستند (Blunden and Jewers, 1973). در تحقیقی بر روی جنس ممرز از لحاظ صفات روزنه دو نوع تیپ سیکلوسیتیک و لتروسیتیک در لور و برای ممرز تیپ پاراسیتیک گزارش شد که این نوع روزنه بیشتر در گیاهان گلدار ابتدایی، به خصوص دولپه‌ای‌ها مشاهده می‌شود (Baranova, 1992). تیپ روزنه در جنگل‌های هیرکانی با نتایج تحقیق Uzunova (۱۹۹۹) بر روی نوع روزنه و سلول‌های همراه ممرز و لور مشابهت دارد. البته، تیپ روزنه در جمعیت‌های مختلف یک گونه نیز متفاوت است به طوری که یوسف‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) چهار نوع تیپ مختلف روزنه را در

گونه نمدار در جنگل‌های هیرکانی گزارش نمودند. قرارگیری روزنه نسبت به سلول‌های همراه، از دیگر موارد همسان شدن با شرایط اکولوژیک است (Cutler, 1982). بنابراین، قرارگیری آن در سطح پایین‌تر در گونه لور و کچف به خاطر شرایط سخت‌تر اکولوژیک قابل توجیه است. یوسف‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که در قسمت‌های بالابند جنگل‌های هیرکانی، روزنه پایین‌تر از سطح سلول‌های اپیدرم قرار دارد در حالی که در مناطق میان‌بند روزنه همسطح سلول‌های اپیدرم قرار دارد و علت آن را هم در ارتباط با وضعیت رویشگاه دانستند.

کرک‌ها اجزای مهمی در برابر تنش‌های محیطی، از قبیل خشکی و تابش اشعه‌های مضر هستند که می‌توان از ساختار و نوع آنها در مطالعات تاکسونومی نیز استفاده کرد (Agrawal and Fishbein, 2006). در واقع، نوع کرک یک صفت تاکسونومیک است که در گونه‌های مختلف ممرز تفاوتی از این لحاظ مشاهده نشد. این در حالی است که تنوع نوع کرک در رده‌بندی گونه‌های دیگر، از جمله نمدار یکی از کلیدهای اصلی شناسایی است (یوسف‌زاده، ۱۳۹۰). در رابطه با سه گونه ممرز کرک‌های ساده مشاهده شد و فقط ابعاد و تراکم کرک که در ارتباط مستقیم با شرایط اکولوژیک بوده، متغیر است. یافته‌های این مطالعه در مورد گونه لور کرک‌های بسیار ریز با تراکم بالا در سطح دمبرگ و پشت برگ، در مورد گونه ممرز کرک‌های بلند با تراکم پایین و حالت بینابینی در مورد کچف را تأیید کرده است. در نهایت، می‌توان بیان کرد که تنوع مشاهده شده در صفات ریختی برگ، از قبیل کرک‌های متراکم و روزنه‌هایی با ابعاد کوتاه‌تر در جهت سازگاری به شرایط محیطی است (Zhang and Marshall, 1995).

نتیجه‌گیری

ارزیابی تنوع ریختی برگ، روزنه و کرک‌های پوششی در جنس ممرز نشان داد که این صفات یاد شده نه تنها در ارتباط نزدیک با شرایط اکولوژیک رویشگاه بوده، بلکه ارزش تاکسونومیک قابل توجهی ندارند. به نظر می‌رسد که تنوع جمعیت‌های هر گونه عامل اصلی ابهام در تفکیک صحیح این گونه‌هاست بنابراین، پیشنهاد می‌شود به منظور تفکیک دقیق‌تر گونه‌های ممرز و افزایش صحت گروه‌بندی آنها ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی بذر و در نهایت، مطالعات مولکولی مد نظر گیاه‌شناسان قرار بگیرد.

منابع

پناهی، پ.، پورمجیدیان، م.، جم‌زاد، ز.، فلاح، ا. (۱۳۹۰) ارزش ریز ریخت‌شناسی صفات برگ و گرده برای تفکیک گونه‌های جنس بلوط در ایران. مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران ۱۹(۱) :۱۶۳-۱۷۹.

ثابتی، ح.(۱۳۸۱) درختان و درختچه‌های ایران. انتشارات دانشگاه یزد، یزد.

قهرمان، ا. (۱۳۷۷) تنوع زیستی گونه‌های گیاهی ایران. مؤسسه انتشارات و نشر دانشگاه تهران، تهران.

مبین، ص. (۱۳۵۸) رُستنی‌های ایران. فلور گیاهان آوندی. جلد ۲، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، تهران.

مظفریان، و. (۱۳۸۳) درختان و درختچه‌های ایران. مؤسسه انتشارات و نشر دانشگاه تهران، تهران.

مهاجر، م. (۱۳۸۰) جنگل‌شناسی و پرورش جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

یوسف‌زاده، ح. (۱۳۹۰) بیوسیستماتیک جنس نمدار در ایران. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

یوسف‌زاده، ح.، حسین‌زاده کلاگر، ا.، طبری، م.، ستاریان، ع.، اسدی.، م. (۱۳۸۹) شناسایی تیپ‌های مختلف روزنه برگ نمدار (*Tilia* spp.) در جنگل‌های هیرکانی. مجله تاکسونومی و بیوسیستماتیک ۵: ۱۷-۲۸.

Agrawal, A. A. and Fishbein, M. (2006) Plant defence syndromes. Ecology 87:132-149.

Baranova, M. (1992) Epidermal structure and taxonomical place of Austrobaileyaceae. Botanicheskii Zhurnal 77: 1-17.

Blunden, G. and Jewers, K. (1973) The comparative leaf anatomy of *Agave*, *Beschorneria*, *Doryanthes* and *Furcraea* species (Agavaceae: Agaveae). Botanical Journal of the Linnean Society 66: 157-179.

Chen, Z. D. (1994) Phylogeny and phytogeography of the Betulaceae. Acta Phytotaxonomica Sinica 32:101-153.

Cronquist, A. (1981) An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, London.

Cutler, D. F. (1982) Cuticular sculpturing and habitat in certain Aloe species (Liliaceae) from southern Africa. In: The plant cuticle (eds. Cutler, D. F., Alvin, K. L. and Price, C. E) 2: 425-44. Academic Press, London.

Den Hortag, R. M. and Bass, P. (1978) Epidermal characters of Celastraceae sensu lato. Acta Botanica Neerlandica 27: 355-388.

Dennert, E. (1884) Contributions to the comparative anatomy of the leaf stem of Cruciferae feren. Marburg.

Dilcher, D. L. (1974) Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. Botanical Review 40: 1-157.

Furlow, J. J. (1990) The genera of Betulaceae in the southeastern United States. Journal of the Arnold Arboretum 71: 1-67.

Hardin, J. W. (1976) Terminology and classification of *Quercus trichomes*. Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society 92: 151-161.

Hillier, N. (1991) The Hillier manual of trees and shrubs. Redwood Press, London.

Johnson, R. A. and Wichern, D. W. (2002) Applied multivariate statistical analysis, 5th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Jones, J. H. (1986) Evolution of the Fagaceae: the implications of foliar features. Annals of the Missouri Botanical Garden 73: 228-275.

Krüssmann, G. (1984) Manual of cultivated broad-leaved trees and shrubs. Vol. 2. Timber Press, Devon.

Li, P. C. and Cheng, S. H. (1979) Betulaceae. In: Flora Reipublicae Popularis Sinicae. (eds. Kuang, K. Z. and Lee, P. C.) 21: 44-137. Science Press, Beijing.

Linhart, Y. B. and Grant, M. C. (1996) Evolutionary significance of local genetic differentiation in plants. Annual Review of Ecology and Systematic 27: 237-277.

Luo, Y. and Zhou, Z. K. (2001) Cuticle of *Quercus sugen*. Cyclobalanopsis (Oerst.) chneid. (Fagaceae).

Acta Phytotaxonomica Sinica 39:489-501.

McElwain, J. C. (2004) Climate-indipendent paleoaltimetry using stomatal density in fossil leaves as proxy for CO_2 partial pressure. Geology 32: 1017-1020.

Metcalfe, C. R. and Chalk, L. (1950) Anatomy of the dicotyledons, 2. vols. Clarendon Press, Oxford, UK.

Metzger, F. T. (1990) *Carpinus caroliniana* Walt. In: Silvics of North America (eds. Burns R. M. and Honkala B. H.) 2: 490-496. Hardwoods. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC.

Miskin, K. E., Rasmusson D. C. and Moss, A. C. (1972) Inheritance and physiological effects of stomata frequence in barley. Crop Science 12:780-783.

Oyeleke, M. O., AbdulRahaman, A. A. and Oladele, F. A. (2004) Stomatal anatomy and transpiration rate in some afforestation tree species. Nigerian Society for Experimental Biology Journal (NISEB) 4: 83-90.

Sattarian, A., Akbarian, M. R., Zarafshar, M., Bruschi, P. and Fayyaz, P. (2011) Phenotypic variation and leaf fluctuating asymmetry in natural populations of Parrotia persica (Hamamelidaceae), an endemic species from the Hyrcanian forest (Iran). Acta Botanica Mexicana 97: 65-81

Schoettle, A. W. and Rochelle, S. G. (2000) Morphological variation of *Pinus flexilis* (Pinaceae), a bird-dispersed pine, across a range of elevations. American Journal of Botany 87: 1797-1806.

Sneath, P. H. A. and Sokal, R. R. (1973) Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification. Freeman, San Francisco.

Suszka, B., Muller, C. and Bonnet-Masimbert, M. (1998) Seeds of forest broad-leaves: from harvest to sowing. Institut National de la Recerche Agronomique, Paris

Teare, I. D., Peterson, C. J. and Law, A. C. (1971) Size and frequency of leaf stomata in cultivars species. Crop Science 11:496-498.

Uzunova, K. R. (1999) A comparative study of leaf epidermis in European Corylaceae. Feddes Repertorium 110: 209-218.

Wang, Y. F., Ferguson, K. D., Zetter, R., Denk, T. and Garfi, G. (2001) Leaf architecture and epidermal characters in *Zelkova*, Ulmaceae. Botanical Journal of the Linnean Society 136: 255-265.

Winkler, H. (1904) Betulaceae. In: Die Natürlichen Pflanzenfamilien (eds. Engler, A. and Prantl, K.). Engelmann, Leipzig.

Yoo, K. O. and Wen, J. (2002) Phylogeny and biogeography of *Carpinus* and subfamily Coryloideae (Betulaceae). International Journal of Plant Sciences 163: 641-650.

Zhang, J. W. and Marshall, J. D. (1995) Variation in carbon isotope discrimination and photosynthetic gas exchange among populations of Pseudotsuga menziesii and Pinus ponderosa in different environments. Functional Ecology 9: 402-412.

تاکسونومی و بیوسیستماتیک، سال چهارم، شماره دهم، بهار ۱۳۹۱، صفحه ۲۷-۴۰
دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۹/۰۱ پذیرش نهایی: ۱۳۹۰/۱۲/۱۶

مطالعه فیلوژنتیکی بخش‌هایی از گون‌های کُرک دو شاخه‌ای با تأکید بر موقعیت *Astragalus* L. sect. *Ornithopodium* با استفاده داده‌های ریخت‌شناختی و مولکولی در ایران

عباس سعیدی [۱]*، رضا شیخ اکبری مهر [۲]، شاهرخ کاظم‌پور اوصالو [۳]، علی اصغر معصومی [۴] و مجید قربانی نهوجی [۲]
[۱] دانشکده مهندسی انرژی و فناوری‌های نوین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
[۲] دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
[۳] دانشکده علوم زیستی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
[۴] بخش گیاه‌شناسی، موسسهٔ تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران

چکیده

در مطالعه حاضر، فیلوژنی ۱۵ گونه علفی و چندساله مربوط به بخش *Ornithopodium* Bunge و دو بخش نزدیک به آن یعنی بخش‌های *Onobrychoidei* DC. و *Dissitiflori* DC. با استفاده از داده‌های حاصل از ریخت‌شناسی، توالی ناحیه ITS ژنوم هسته‌ای و توالی ژن *mat*K کلروپلاستی، ارزیابی و تحلیل شد. بر اساس نتایج به دست آمده از داده‌های ریخت‌شناختی، اعضای دو بخش *Onobrychoidei* و *Ornithopodium* تاکسون‌های نزدیک به هم بوده، به صورت آمیخته با هم، تشکیل یک تبار واحد را می‌دهند. همچنین، گونه‌های مطالعه شده از بخش *Dissitiflori* نیز درون تباری جداگانه قرار می‌گیرند. بر اساس داده‌های مولکولی حاصل از توالی‌های nrDNA ITS هسته‌ای و *mat*K کلروپلاستی، اعضای بخش‌های *Onobrychoidei* و *Ornithopodium* وابستگی بسیار نزدیکی به هم نشان می‌دهند، به‌طوری که کلیه گونه‌های مطالعه شده از این دو بخش، درون یک تبار با حمایت شاخه‌ای بالا و ب هطور آمیخته با هم جای گرفته‌اند. در کلیه آنالیزهای مولکولی، تاکسون‌های مطالعه شده، متعلق به بخش *Dissitiflori* تباری مجزا از دو بخش اخیر تشکیل می‌دهند. به طور کلی نتایج داده‌های ریخت‌شناختی و مولکولی در انطباق با یکدیگر هستند. همچنین بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق مشخص شد، گونهٔ *A. pravitzii* Podlech. که اخیراً به بخش *Ornithopodium* منتقل شده بود، بر اساس داده‌های ریخت‌شناختی و مولکولی به بخش *Dissitiflori* تعلق داشته، جایگاه آن درون این بخش تأیید می‌شود.

واژه‌های کلیدی: فیلوژنی، تبارشناختی (کلادیستیک)، گون (*Astragalus*)، *Dissitiflori*، *Onobrychoidei*، *Ornithopodium*

* abbas.saidi@gmail.com

مقدمه

جنس گون (*Astragalus* L.) متعلق به تیره باقلائیان (Fabaceae)، در میان گیاهان گل‌دار از بزرگترین جنس‌هاست که در جهان بیش از ۲۵۰ بخش (section) و حدود ۳۰۰۰ گونه دارد (Lock and Simpson, 1991, Podlech, 1998).

از میان تمام گونه‌های گون، حدود ۲۴۰۰ گونه آن انحصاراً در قاره آسیا پراکنش دارند. پیرامون تنوع گونه‌ای در این جنس، مقالات و چک لیست‌های متعددی چاپ شده است (Lock and Simpson, 1991; Maassoumi, 1998; Podlech, 1986; Yakovlev *et al*., 1996). ایران با داشتن ۸۰۴ گونه، که از میان آنها ۵۲۷ گونه انحصاری کشور است، به عنوان یکی از مراکز گونه‌زایی گون در نظر گرفته می‌شود (Maassoumi, 2005). نخستین نظام رده‌بندی گون‌ها، در اوایل قرن نوزدهم و توسط دوکاندول، در سطح واحدهای فوق گونه‌ای مترادف با بخش، پایه‌ریزی گردید. Bunge (۱۸۶۸-۱۸۶۹) پس از جمع‌آوری‌های فراوان از ایران، برای نخستین بار در سال ۱۸۶۸ چارچوب طبقه‌بندی گون‌ها را بنیاد نهاد و با چاپ نخستین اثر خود، طبقه‌بندی جنس *Astragalus* با ۱۰ زیرجنس و حدود ۱۵۰ بخش را ارائه کرد و سپس به شرح گونه‌های جدید و پراکندگی آنها اقدام نمود. Gontscharov با پذیرفتن ۹ زیرجنس Bunge، فلور شوروی را از نظر گون‌ها، بازنگری کرد (Gontscharov *et al*., 1946). Podlech (۱۹۸۲) بر اساس یک‌ساله یا چندساله بودن گونه‌ها و همچنین، نوع کرک‌پوش، تنها دو زیرجنس را برای *Astragalus*های دنیای قدیم تشخیص داد. سپس Maassoumi (۱۹۹۸) با قبول ۸ مورد از زیرجنس‌های معرفی شده به وسیله Bunge، اعضای دو زیرجنس Bunge *Caprinus* و Bunge *Pogonophace* را به درون دیگر زیرجنس‌ها منتقل کرد. در مطالعات مولکولی جامعی که در سال‌های اخیر روی تاکسون‌های متعددی از *Astragalus* انجام شد، مشخص گردید که هیچ‌کدام از این زیرجنس‌ها، گروه‌های تک‌تبار نیستند (Wojciechowski *et al*., 1999; Kazempour Osaloo *et al*., 2003, 2005). بنابراین، Maassoumi (۲۰۰۳) هنگام بازنگری گون‌ها برای فلور ایران، هیچ‌یک از این زیرجنس‌ها را نپذیرفت و اقدام به طبقه‌بندی و معرفی گون‌ها در سطح بخش نمود. تنها مطالعات مولکولی جامعی که در ایران بر روی بخش‌های وسیعی از *Astragalus* با استفاده از توالی‌های nrDNA ITS انجام شد، تنها ۶ بخش تک‌تبار را مشخص نمودند و روابط میان سایر بخش‌ها، به صورت حل نشده باقی ماند (Kazempour Osaloo *et al*., 2003, 2005).

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعات، نماینده‌های انتخاب شده از بخش‌های *Ornithopodium*، *Onobrychoidei* و *Dissitiflori* به همراه تاکسون‌هایی از دیگر بخش‌های کرک دوشاخه‌ای، درون یک تبار بزرگ پلی‌تومیک با روابط حل نشده، قرار می‌گیرند. با توجه به بزرگی جنس *Astragalus* از جهت تعداد گونه و بخش در ایران، بررسی فیلوژنی کلیه بخش‌ها در یک یا چند مطالعه محدود، ناممکن بوده، به نظر می‌رسد این مهم، طی مطالعات فیلوژنتیک متعدد یک یا چند بخش نزدیک به هم، با استفاده از صفات مختلف ریخت‌شناختی و به ویژه مولکولی، تحقق یابد. در تحقیق حاضر، کوشش شده است تا موقعیت فیلوژنتیک بخش *Ornithopodium* از جنس گون و همچنین،

روابط تبارشناختی میان این بخش و بخش‌های نزدیک به آن با استفاده از اطلاعات حاصل از صفات ریخت‌شناختی و داده‌های مربوط به بخش‌هایی از ژنوم هسته‌ای و کلروپلاستی ارزیابی شود.

مواد و روش‌ها

مطالعات ریخت‌شناسی

نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری شده و همچنین، نمونه‌های موجود در هرباریوم دانشگاه شهید بهشتی (SBUH) و هرباریوم مرکزی ایران (TARI) واقع در مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، برای مطالعات ریخت‌شناختی و مولکولی استفاده شدند. در مجموع ۱۵ گونه به عنوان درون‌گروه و همچنین دو گونه نیز بر اساس مطالعات مولکولی پیشین (Kazempour Osaloo *et al.*, 2003, 2005) به عنوان برون‌گروه وارد مطالعه شدند (جدول ۱). بر اساس منابع موجود و مطالعات انجام شده روی نمونه‌های بخش‌های مذکور، صفات متعددی انتخاب، و حالت‌های مختلف آنها برای گونه‌ها، یادداشت شدند. سپس، حالات مختلف این صفات بر اساس ارزش‌گذاری‌های عددی و به صورت نامرتب (unordered) که در آن، تغییر از حالتی به حالت دیگر صفت یک گام محسوب می‌شود، کددهی شدند. کددهی به حالات مختلف صفات ریخت‌شناختی، با استفاده از روش gap-coding انجام پذیرفت (Tiele, 1993) و تلاش شد تا این صفات به صورت گسسته بوده، محدوده حالات تعریف شده صفات با یکدیگر هم‌پوشانی نداشته باشند. مجموعاً ۲۶ صفت ریخت‌شناختی در این تحقیق استفاده شد که مشخصات این صفات به همراه حالات و کدهای مربوطه در جدول ۲ ارائه شده‌اند. شایان ذکر است که ارزش‌های داده شده به حالات مختلف صفات، هیچ گونه برتری نسبت به یکدیگر نداشته، صفات و حالات مختلف دارای ارزش یکسان بودند. برای تعیین قطبیت صفات از روش به‌کارگیری برون‌گروه (Maddison *et al.*, 1984) استفاده شد. کلیه صفات وارد شده، از نظر بیشینهٔ صرفه‌جویی، حاوی اطلاعات (parsimony informative) هستند. در نهایت، ماتریس عددی حاصل از داده‌های ریخت‌شناختی، در آنالیز تبارشناختی استفاده شد که در جدول ۳ ارائه شده است.

مطالعات مولکولی

در تحقیق حاضر، تعدادی از گونه‌های مربوط به دو بخش *Dissitiflori* و *Onobrychoidei* به همراه ۷ گونه از بخش *Ornithopodium* مطالعه شدند تا روابط فیلوژنتیک میان آنها بررسی شده، در ارتباط با جایگاه تاکسونومیک آنها اظهار نظر دقیق‌تری انجام پذیرد.

استخراج DNA، واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR) و توالی‌یابی

DNA کل ژنوم از برگ‌های خشک شده نمونه‌های هرباریومی استخراج شد. روش استخراج بر مبنای روش C TAB (Doyle and Doyle, 1987) همراه با اندکی تغییر است. در این تحقیق، از توالی ناحیه nrDNA ITS ژنوم هسته‌ای و توالی ژن *mat*K کلروپلاستی برای ارزیابی فیلوژنتیک تاکسون‌های مطالعه شده، استفاده شد. به منظور انجام واکنش PCR برای توالی هسته‌ای nrDNA ITS از آغازگرهای (پرایمر) $ITS5_m$ و ITS4 (White *et al.*, 1990) یا آغازگرهای AB101F و AB102R (Douzery *et al.*, 1999) استفاده شد. همچنین، برای تکثیر ژن *mat*K از آغازگرهای *trnk*-F و

*mat*K-R (Ooi *et al.*, 1995) استفاده گردید. توالی آغازگرهای مورد استفاده در جدول ۴ ارائه شده است. واکنش زنجیره‌ای پلیمراز با استفاده از برنامه بهینه شده با آغازگر مورد نظر و دستگاه‌های ترموسایکلر (Eppendorf, Germany; Astec, Japan) دارای ۹۶ چاهک انجام شد. برنامه PCR پس از بهینه‌سازی شرایط واکنش، بدین شرح است: برای تکثیر قطعهٔ ITS: واسرشتگی اولیه در دمای ۹۴ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵۰ ثانیه؛ ۲۷ چرخه واکنش PCR (واسرشتگی در دمای ۹۴ درجه سانتیگراد به مدت ۶۰ ثانیه؛ اتصال آغازگرها در دمای ۵۳ درجه سانتیگراد به مدت ۴۵ ثانیه، بسط اولیه در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۵۰ ثانیه)؛ و در پایان بسط نهایی در ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۷ دقیقه انجام شد. تکثیر ناحیه *mat*K نیز مشابه ITS بود؛ با این تفاوت که تعداد چرخه‌های واکنش به ۳۵ چرخه افزایش یافت و همچنین زمان بسط اولیه، با توجه به طول ناحیه مورد نظر، ۹۰ ثانیه در نظر گرفته شد.

جدول ۱- گونه‌های استفاده شده در مطالعه حاضر و مشخصات هرباریومی و مولکولی گونه‌ها

گونه	بخش (section)	مشخصات هرباریومی (vucher)	شماره ثبت توالی در بانک ژن
Astragalus brachyodontus Boiss.	*Ornithopodium*	تهران، رباط کریم، ۷۲۲۹۶ (TARI)	ITS: AB727530 *mat*K: AB727537
A. glochideus Boiss.	*Ornithopodium*	۳۰ کیلومتری قزوین به منجیل، ۵۵۱۴۵ (TARI)	ITS: AB727531 *mat*K: AB727538
A. jodostachys Boiss.	*Ornithopodium*	۲۲ کیلومتری خوی به سلماس، ۴۵۶۹۶ (TARI)	ITS: AB727532 *mat*K: AB727539
A. lunatus Pall.	*Ornithopodium*	مازندران، مرزن آباد، ۸۲۴۲۱ (TARI)	ITS: AB727533 *mat*K: AB727540
A. ornithopodioides Lam.	*Ornithopodium*	۲۰ تا ۴۰ کیلومتری گیوی از اردبیل، ۸۰۱۲۹ (TARI)	ITS: AB727534 *mat*K: -
A. shelkovnikovii Grossh.	*Ornithopodium*	جلفا به چالدوران، ۳۴۷ (TARI)	ITS: AB727535 *mat*K: AB727541
A. stevenianus DC.	*Ornithopodium*	آذربایجان، ۱۳ کیلومتری ونیار به اهر، ۸۲۵۱۲ (TARI)	ITS: AB727536 *mat*K: AB727542
A. argyroides Beck.	*Dissitiflori*	شاهرود، کوه رازه، ۲۰۱۱۲ (SBUH)	ITS: AB721936 *mat*K: AB727543
A. pravitzii Podl.	*Dissitiflori*	آباده، مهکستان، ۲۱۸۳ (TARI)	ITS: AB721944 *mat*K: AB727544
A. ruscifolius Boiss.	*Dissitiflori*	سمنان، شاهرود، جنوب کوه رازه، ۲۰۱۱۸ (TARI)	ITS: AB721945 *mat*K: AB727545
A. onobrychis L.	*Onobrychoidei*	۱۶کیلومتری اهر به طرف تبریز، ۸۴۰۱۱ (TARI)	ITS: AB727518 *mat*K: AB727546
A. brevidens Freyn & Sint.	*Onobrychoidei*	۴۵ کیلومتری شمال مشهد، ۲۱۳۶۶ (TARI)	ITS: AB727511 *mat*K: AB727547
A. cancellatus Bunge.	*Onobrychoidei*	ماکو، چالدوران به طرف خوی، مهملو، ۸۴۰۷۴ (TARI)	ITS: AB727513 *mat*K: AB727548
A. sevangensis Grossh.	*Onobrychoidei*	ماکو، ۱۱کیلومتری شوط به طرف چالدوران، ۸۲۵۵۵ (TARI)	ITS: AB727521 *mat*K: AB727549
A. lilacinus Boiss.	*Onobrychoidei*	۲۰کیلومتری فیروزکوه به طرف سمنان، ۵۸۹۶۲ (TARI)	ITS: AB727516 *mat*K: AB727550
A. stocksii Benth.	*Caraganella*	بلوچستان، راسک به طرف سرباز ۱۰۱۰۸ (TARI)	ITS: AB051966 *mat*K: (Kazempour Osaloo *et al*., Unpubl. data)
A. frigidus (L.) Gray.	*Cenanthrum*	فلور شوروی سابق، ۵۷۳۲ (TARI)	ITS: AB231092 *mat*K: (Kazempour Osaloo *et al*., Unpubl. data)

جدول ۲- صفات ریخت‌شناختی و کدگذاری حالت‌های استفاده شده در تحقیق حاضر

Habit
≠1. Height: ≤15 cm (0), 15-50 cm (1), >50 cm (2)
Stem
≠2. Branching: low (0), high (1)
Stipule
≠3. Stipule size: ≤ 2 mm (0), > 2 mm (1)
≠4. Stipule color: greenish (0), white (1)
≠5. Hair compression: dispersed (0), dense (1)
≠6. Hair color: only white (0), white mixed with black (1)
Leaf
≠7. Leaf size: ≤ 2 cm (0), 2-7 cm (1), > 7 cm (2)
≠8. Leaflet pairs no.: ≤ 3 (0), 3-10 (1), > 10 (2)
≠9. Leaflet L/W ratio: ≤ 1.5 (0), > 1.5 (1)
≠10. Leaflet shape: linear (0); oblong elliptic (1), obovate (2)
≠11. Leaflet indumenta type: both sides densely covered (0), both sides dispersedly covered (1), one side densely and other one dispersedly covered (2)
Inflorescence
≠12. Black hair on peduncle: absent (0), presence (1)
≠13. Inflorescence type: sparse raceme (0), dense raceme (1), head (2)
Calyx
≠14. Calyx type: campanulate (0), tubular (1), gibbose tubular (2)
≠15. Calyx hair symmetry: symmetrical (0), asymmetrical (1)
≠16. Calyx teeth type: equal (0), unequal (1)
≠17. Calyx teeth internal surface hair: absent (0), presence (1)
Corolla
≠18. Corolla color: yellow (0), purple (1), blue (2)
≠19. Standard L/W ratio: ≤ 2.5 (0), > 2.5 (1)
≠20. Standard shape: elliptic (0), obovate (1), rhomboid (2)
≠21. Standard tip: obtuse (0), acute (1), emarginated (2)
Style
≠22. Style hair: absent (0), presence (1)
Pod
≠23. Pod shape: linear (0), elliptic (1)
≠24. Pod L/W ratio: ≤ 3 (0), 3-15 (1), > 15 (2)
≠25. Hair compression on pod: dispersed (0), dense (1)
≠26. Black hair on pod: absent (0), presence (1)

جدول ۳- ماتریس عددی حاصل از کددهی حالات مختلف صفات ریخت‌شناختی

Character No. / **Taxa**	**111111111112222222** **123456789012345678901234 56**
A. frigidus	211001210220000000001210001
A. stoksii	210000000201000100012101 00
A. pravitzii	000100111200020000000210000
A. ruscifolius	100000101201020010112000 00
A. argyroides	101000111201020012112100 01
A. brachyodontus	111101111101010112022001 00
A. jodostachys	111101121111010102011001 11
A. glochideus	111111121111010112011001 11
A. lunatus	111101121110010011101001 01
A. ornithopodioides	111001121201200012022001 10
A. shelkovnikovii	111001110001110112021001 10
A. stevenianus	111111111101110112111101 01
A. onobrychis	111101121111010112121011 10
A. cancellatus	111111211101110112111101 01
A. lilacinus	111101021111010112121011 10
A. brevidens	111111111101211012120001 10
A. sevangensis	111111121011201012112001 10

جدول ۴- توالی پرایمرهای استفاده شده برای واکنش‌های زنجیره‌ای پلیمراز، F: پرایمر پیشرو، R: پرایمر معکوس

ناحیه	نام پرایمر	توالی پرایمر
ITS_1+ITS_2	ITS5m (F)	5′-GGAAGGAGAAGTCGTAACAAGG-3′
	ITS4 (R)	5′-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3′
	AB101F	5′-AGGAATTCATGGTCCGGAAGTC-3′
	AB102R	5′-TAGAATTCCCCGGTTCGCTCGCCGTTAC-3′
*mat*K	trnK-F	5′-GTATCGCACTATGTATCATTTGA-3′
	*mat*K-R	5′-TTGCATAGAAATAGATTCGCTCAAA- 3′

پس از اطمینان از صحت PCR و تکثیر قطعه مورد نظر به کمک الکتروفورز روی ژل آگاروز، تک باندهای قوی(۲۰ نانوگرم) و فاقد باند اضافی وکشیدگی به منظور تعیین توالی به پژوهشگاه فناوری‌های نوین جهاد دانشگاهی ابن سینا (تهران)، ارسال شد و توسط بخش تحقیقات ژنتیک مولکولی این پژوهشگاه توسط دستگاه ABI Genetic analyzer 3130 تعیین توالی گردید. برای توالی‌یابی ناحیه nrDNA ITS از آغازگرهای $ITS5_m$ یا AB101F و برای توالی‌های کلروپلاستی از *trnK*–F استفاده شد.

آنالیزهای فیلوژنتیک

داده‌های ریخت‌شناختی: آنالیز فیلوژنتیکی پس از تشکیل ماتریس داده‌ای، به کمک نرم‌افزار PAUP* نسخه 4b10 (Swofford, 2002) و با استفاده از روش بیشینهٔ صرفه‌جویی (maximum parsimony) انجام شد. کدگذاری صفات به صورت نامرتب است. ابتدا همهٔ صفات به صورت هم‌وزن (equal weighting) وارد آنالیز شدند. کلیه صفات وارد شده، از نظر بیشینهٔ صرفه‌جویی، حاوی اطلاعات بودند. تنظیمات مراحل مختلف آنالیز بدین صورت بود که از روش جستجوی اکتشافی (heuristic) با روش افزایش گام به گام و تصادفی با ۱۰۰۰ تکرار و روش بهینه‌سازی حالات صفات ACCTRAN، به همراه تکنیک مبادلهٔ شاخه به روش دونیمه‌سازی درخت و اتصال مجدد (TBR) استفاده شد. کلیه کوتاه‌ترین درختان به دست آمده از آنالیز، خلاصه شده و به صورت درخت مطلق مرکزی (strict consensus tree) ارائه گردید. در ادامه، به منظور کاهش اثر هموپلازی (هم‌نمایی) در میان صفات ریخت‌شناختی، از روش وزن‌دهی مجدد صفات (reweighting) با استفاده از شاخص RC (Rescaled Consistency Index) استفاده شد (Farris, 1989). پس از سه دور وزن‌دهی مجدد، هیچ تغییری در شاخص‌های درختان به دست آمده، مشاهده نشد. لذا پس از این مرحله، درخت مطلق مرکزی به روش بیشینهٔ صرفه‌جویی محاسبه و ارائه شد. به منظور ارزیابی حدود اطمینان شاخه‌ها، از روش بوتستراپ (bootstrap) (Felsenstein, 1985) استفاده شد.

داده‌های مولکولی: در ابتدا کروماتوگرام‌های حاصل از تعیین توالی نمونه‌ها، با استفاده از نرم‌افزار Bioedit، ویرایش شده، سپس توالی‌های مورد اشاره با استفاده از نرم‌افزار Clustal X (Larkin *et al.*, 2007) هم‌ردیف گردیدند. سپس ماتریس داده‌های هم‌ردیف‌سازی شده برای هر دو قطعه DNA مورد نظر، به کمک نرم‌افزار MrBayes نسخه ۳/۱۲ (Ronquist and Huelsenbeck, 2003) به صورت جداگانه و ترکیب با یکدیگر، بررسی و تحلیل شدند.

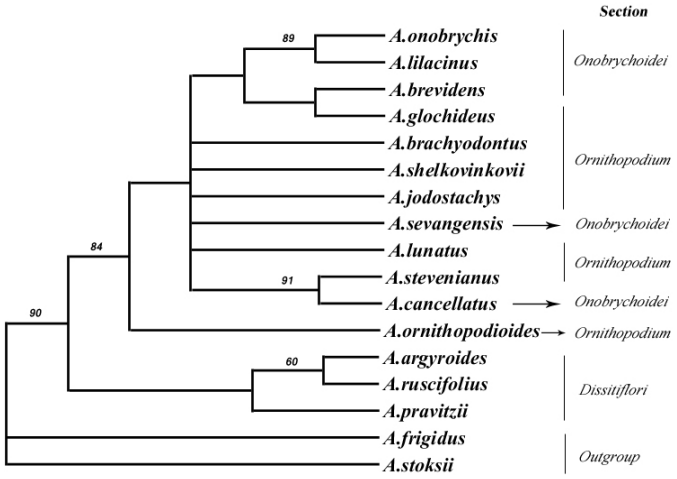
برای انجام آنالیز فیلوژنی بر اساس روش Bayesian، با استفاده از برنامه MrModeltest نسخه ۲/۳ و بر اساس معیار اطلاعاتی AIC (Akaike Information Criterion)، مدل‌های تکاملی مناسب برای داده‌های مورد نظر، انتخاب شدند (Posada and Buckley, 2004). طبق این آزمون، به ترتیب مدل‌های SYM+I+G برای توالی nrDNA ITS، GTR+I برای ژن *mat*K کلروپلاستی و HKY+I برای ماتریس داده‌های ترکیبی، انتخاب شده

و با استفاده از برنامه MrBayes نسخه ۳/۱۲ آنالیزهای فیلوژنتیک انجام شد. برای هر ماتریس، دو اجرای جداگانه به منظور دستیابی به نمونه‌های خوبی از توزیع احتمال پسین (حمایت شاخه‌ای) (PP, Posterior Probability)، برای دو میلیون نسل اجرا شد و هر صد نسل، یک درخت نمونه‌برداری شد. پس از پایان اجرای برنامه، میانگین انحراف معیار برای توالی‌های هسته‌ای، ژن *mat*K کلروپلاستی و ماتریس ترکیبی، به ترتیب ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۳ و ۰/۰۰۳ بود. در نهایت، پس از تکمیل آنالیزهای مربوطه، ۲۵ درصد درختان جمع‌آوری شده، سوزانده و باقیمانده آنها به صورت درخت اجمالی ۵۰ درصد همراه با مقادیر مربوط به حمایت شاخه‌ای (PP) در بخش نتایج ارائه شدند. حمایت شاخه‌ها در روش Bayesian با اعداد مربوط به احتمال پسین بیان می‌شود. به منظور ارزیابی ترکیب‌پذیری داده‌های مربوط به دو ناحیه مختلف ژنومی، آزمون تفاوت طول ناسازگاری (ILD test) به وسیله نرم‌افزار Paup انجام شد (Farris *et al.*, 1995).

نتایج

مطالعه داده‌های ریخت‌شناختی

آنالیز فیلوژنتیک ویژگی‌های ریخت‌شناختی به روش بیشینهٔ صرفه‌جویی در ابتدا به ایجاد ۸ کوتاه‌ترین درخت (most parsimonious) به طول ۸۳ گام و شاخص پایداری (CI, Consistency Index) برابر با ۰/۵۳۸ و شاخص ابقا (RI, Retention Index) برابر با ۰/۶۸۹ منجر گردید. در درخت مطلق مرکزی حاصل از این آنالیز که بر روی صفات ریخت‌شناسی هم‌وزن انجام شد، گونه‌های بخش *Ornithopodium* و *Onobrychoidei*، یک کلاد واحد با پلی‌تومی بالا تشکیل دادند. همچنین در این درخت سه گونه *A. ruscifolius*، *A. argyroides* به همراه *A. pravitzii* با تشکیل یک شاخه مجزا، از بقیه گونه‌ها جدا می‌شوند (این درخت نشان داده نشده است). به منظور کاهش اثر هوموپلازی صفات، از روش وزن‌دهی مجدد بر اساس شاخص RC استفاده شد که در نهایت سه درخت به عنوان کوتاه‌ترین درخت با طول ۲۶ گام و شاخص پایداری برابر ۰/۷۳۰ و شاخص ابقا برابر با ۰/۸۱۱ به دست آمد. درخت مطلق مرکزی این سه درخت همراه با ارزش‌های بوتستراپ در شکل ۱ ارائه شده است. توپولوژی کلی این درخت با درخت حاصل از آنالیز صفات هم‌وزن یکسان است، با این تفاوت که رابطه برخی گونه‌ها با یکدیگر حل شده است. همان‌طور که در شکل ۱ دیده می‌شود، تمام گونه‌های بخش‌های *Ornithopodium* و *Onobrychoidei* در کنار یکدیگر قرار داشته و از اعضای بخش *Dissitiflori* جدا شده‌اند. در اینجا نیز گونه‌های دو بخش اول، به صورت آمیخته با یکدیگر قرار دارند. به طوری که در برخی موارد دو گونه با هم تشکیل گروه خواهری داده، رابطه بعضی دیگر، به صورت حل نشده باقیمانده است (شکل ۱).



شکل ۱- درخت مطلق مرکزی حاصل از آنالیز صفات ریخت‌شناختی وزن‌دهی شده به روش پارسیمونی. اعداد بالای شاخه‌ها ارزش‌های بوتستراپ هستند (ارزش‌های کمتر از ۵ درصد نشان داده نشده‌اند).

مطالعهٔ داده‌های مولکولی

داده‌های حاصل از nrDNA ITS

آنالیز داده‌های مربوط به توالی nrDNA ITS به روش Bayesian، یک درخت فیلوژنی با دو کلاد اصلی ایجاد کرد که سه گونهٔ *A. argyroides*، *A. pravitzii* و *A. ruscifolius* در یک تبار با هم و بقیه گونه‌ها در تبار دوم قرار می‌گیرند (شکل ۲). توپولوژی کلی این درخت، مشابه درخت به دست آمده از آنالیز صفات ریخت‌شناختی است. با توجه به نتیجهٔ این آنالیز، گونهٔ *A. onobrychis* با حمایت ۰/۹ از سایر گونه‌های مطالعه شده جدا شده، به عنوان گروه خواهری در کنار گونه‌های خویشاوند خود قرار می‌گیرد. همچنین، دو گونه *A. brachyodontus* و *A. jodostachys* گروه خواهری تشکیل داده‌اند. به هر حال، روابط میان بقیه گونه‌های این دو بخش از جنس گون به صورت حل نشده باقی مانده است (شکل ۲).

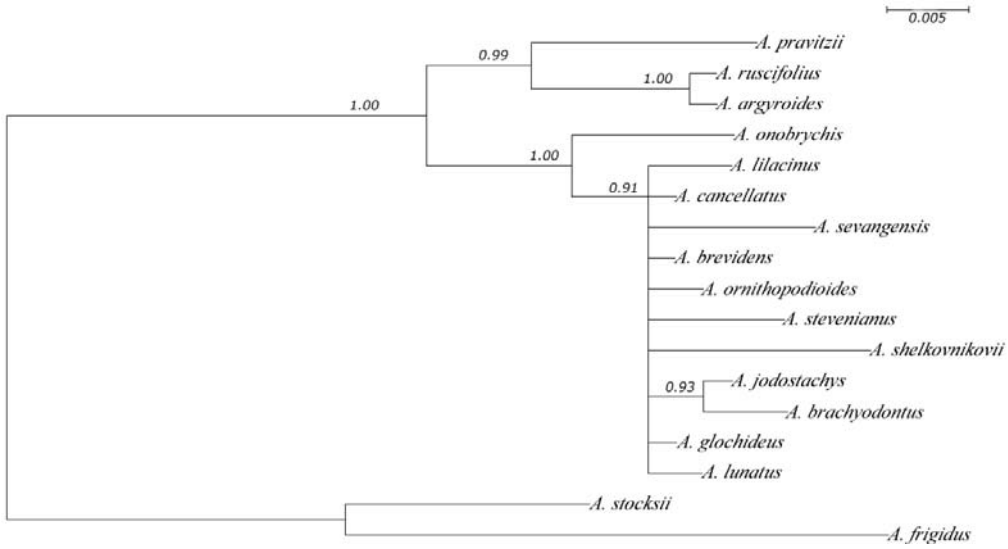
داده‌های حاصل از توالی‌های *mat*K کلروپلاستی

درخت فیلوژنی حاصل از این آنالیز دارای دو تبار عمده است، به طوری که سه گونه متعلق به بخش *Dissitiflori* با حمایت ۰/۴ تشکیل یک تبار مستقل داده، باقیماندهٔ گونه‌ها تشکیل تباری دیگر را می‌دهند (شکل ۳). درون تبار اخیر، که گونه‌های بخش *Ornithopodium* و *Onobrychoidei* را شامل می‌شود، دو زیرشاخه تشکیل شده که یکی دیکوتومی *A. glochideus* و *A. brachyodontus* با حمایت ۰/۸ و دیگری یک تبار چند شاخه از گونه‌های هر دو بخش است. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، گونه‌های دو بخش مذکور بر اساس اطلاعات حاصل از توالی ژن *mat*K به صورت آمیخته با هم قرار گرفته‌اند و درصد بالایی از تشابه را نشان می‌دهند. نتیجه این آنالیز بسیار شبیه به آنالیز داده‌های ITS است با این تفاوت که در آنالیز مربوط به ITS گونهٔ *A. onobrychis* گروه خواهری بقیه گونه‌های این بخش‌هاست.

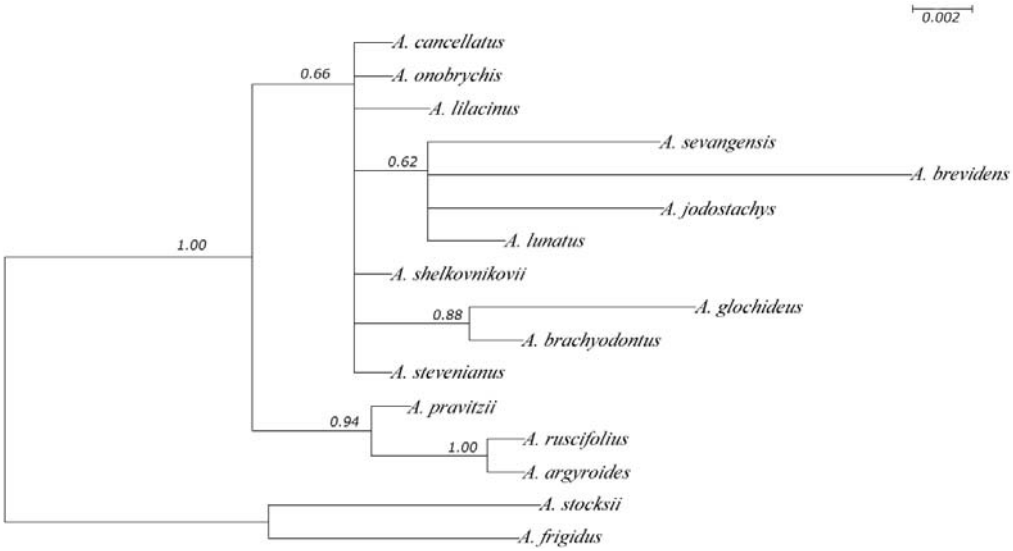
آنالیز داده‌های ترکیبی حاصل از توالی‌های ITS و *mat*K

نتیجهٔ آزمون ILD تا حدودی نشان‌دهندهٔ عدم تجانس فیلوژنی میان داده‌های این دو ناحیه است (P=0.04)، اما با توجه نظر برخی از پژوهشگران مبنی بر غیرقابل اعتماد بودن این آزمون در بیشتر موارد

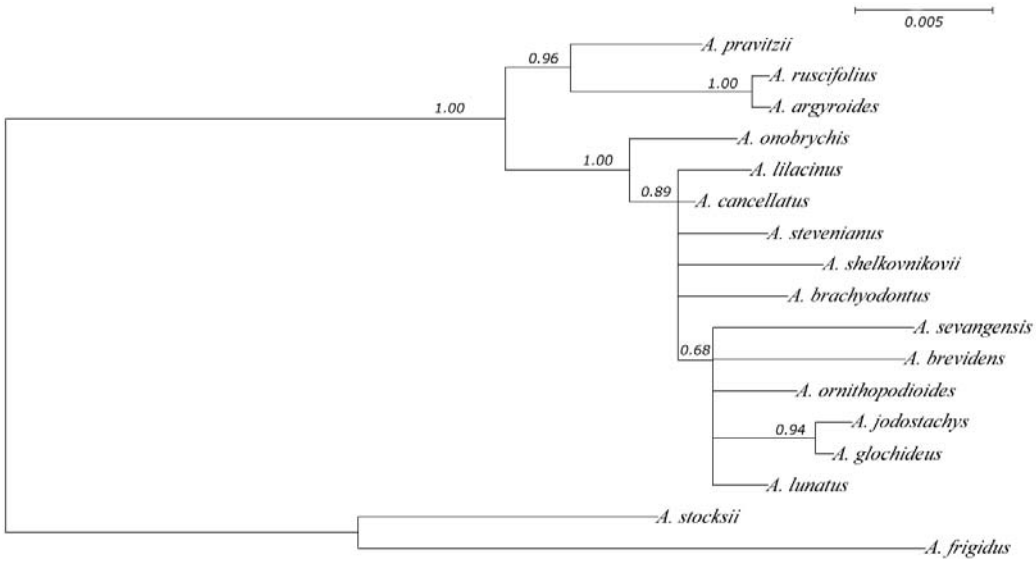
(Seelanan *et al*., 1997; Wiens, 1998; Yoder *et al*., 2001) و همچنین، شباهت کلی در توپولوژی درختان به دست آمده از ماتریس‌های داده‌ای منفرد، تصمیم گرفتیم داده‌های حاصل از این دو ناحیه ژنومی را به صورت ترکیب شده نیز آنالیز کنیم. درخت فیلوژنی حاصل از این آنالیز (شکل ۴)، شامل دو تبار اصلی است: درون یکی از این شاخه‌ها، سه گونه *A. argyroides*، *A. pravitzii* و *A. ruscifolius* جای گرفته‌اند و تبار دوم که تبار بزرگتری است، گونه‌های مطالعه شده از دو بخش *Ornithopodium* و *Onobrychoidei* را شامل می‌شود (شکل ۴). جدایی گونه‌های دو بخش اخیر از بخش *Dissitiflori* با عدد احتمال پسین ۱/۰۰ حمایت می‌شود.



شکل ۲- درخت فیلوژنی حاصل از آنالیز داده‌های مربوط به ناحیه ITS به روش Bayesian. اعداد بالای شاخه به احتمال پسین (PP) مربوط هستند.



شکل ۳- درخت فیلوژنی حاصل از آنالیز داده‌های مربوط به ناحیه ژن *mat*K به روش Bayesian. اعداد بالای شاخه‌ها احتمال پسین (PP) یا همان اعداد مربوط به حمایت شاخه‌ها هستند.



شکل ۴- آنالیز داده‌های ترکیبی حاصل از توالی‌های ITS و *mat*K به روش Bayesian. اعداد بالای شاخه‌ها، احتمال پسین (PP) یا همان اعداد مربوط به حمایت شاخه‌ها هستند.

بحث و نتیجه‌گیری

بخش *Ornithopodium* از جنس گون، در اصل به وسیلهٔ Bunge (۱۸۶۸-۱۸۶۹) با ۹ گونه معرفی شد. این بخش امروزه حدود ۱۷ گونه در آسیای میانه و غربی و بخش‌هایی از اروپا را داراست و ۷ گونه از آنها در ایران می‌روید. بخش غربی حوزه ارمنی-ایرانی از ناحیه ایرانی-تورانی، به عنوان مرکز گونه‌زایی و تنوع این بخش در نظر گرفته می‌شود (Podlech, 1999).

این بخش از جنس گون بر اساس ویژگی‌هایی، همچون ساقه‌های علفی با میان‌گره‌های بلند؛ کرک‌های دو شاخه‌ای متقارن و خوابیده در سطح گیاه؛ کاسه استکانی شکل و میوه‌های خطی و طویل، قابل تشخیص است (Maassoumi, 2005). بخش *Ornithopodium* به علت دارا بودن میوه‌های خطی و طویل، و میانگره‌های بلند دارای اشتراکاتی با بخش *Dissitiflori* است، اما بر اساس صفات مربوط به کاسه و جام گل به راحتی از هم جدا می‌شوند (Ranjbar, 2004).

بخش *Onobrychoidei* از جنس گون نیز یک بخش بسیار نزدیک از نظر ریخت‌شناختی به بخش *Ornithopodium* است. این بخش شامل گیاهانی چندساله با ساقه‌های علفی و میانگره‌های طویل، کاسه گل استکانی شکل و میوه‌های بیضوی یا بیضی کشیده است. بارزترین تفاوت این بخش با بخش *Ornithopodium* در شکل میوه است، به طوری که میوه در بخش اخیر، خطی-هلالی است. با توجه به این صفت، ارتباط اورنیتوپودیوم با بخش دیسیتی فلوری بیشتر مشخص می‌شود، اما از نظر شکل و اندازه کاسه و گل، بیشتر به بخش *Onobrychoidei* ارتباط می‌یابد (Ghahremani-Nejad, 2004; Maassoumi, 2005). آنالیزهای تبارشناختی روی صفات ریخت‌شناختی در تحقیق حاضر، نشان داد که اعضای بخش *Ornithopodium* در ارتباط بسیار نزدیک با بخش *Onobrychoidei* هستند (شکل ۱). به هر حال، در هر دو آنالیز تبارشناختی روی صفات هم‌وزن و وزن‌دهی شده، تمام گونه‌های مربوط به این دو بخش به صورت آمیخته با هم، تشکیل یک تبار واحد را می‌دهند، که

اگرچه روابط درون این تبار به خوبی حل نشده، اما نشان‌دهندهٔ ارتباط نزدیک مورفولوژیک این دو بخش با هم و تمایز آنها از اعضای بخش *Dissitiflori* است.

در مطالعه جامعی که چارچوب فیلوژنی کل جنس گون را بررسی کرده است، نماینده‌های استفاده شده از دو بخش *Ornithopodium* و *Onobrychoidei*، بدون هیچ گونه تفکیک قابل ملاحظه‌ای درون یک زیرشاخه از تبار بزرگ "F" قرار دارند (Kazempour Osaloo *et al.*, 2003, 2005). همچنین، در مطالعه‌ای که اخیراً بر اساس صفات مربوط به ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی دانه روی اعضای این دو بخش انجام شده، بیان شد که اعضای این دو بخش از نظر صفات مذکور، کاملاً وابسته به هم بوده، هیچ تمایزی را بر اساس ویژگی‌های دانه نشان نمی‌دهند (Vural *et al.*, 2008). آنالیز دو ناحیه مختلف ژنومی در این مطالعه، به صورت جداگانه و ترکیب شده دارای نتایج تقریباً مشابهی است. در کلیه آنالیزهای مولکولی انجام شده در تحقیق حاضر، گونه‌های مربوط به بخش *Dissitiflori* (*A. argyroides* و *A. ruscifolius*) به همراه گونهٔ *A. pravitzii*، با هم تشکیل یک تبار واحد و جدا از بقیه گونه‌ها را می‌دهند (شکل‌های ۲، ۳ و ۴) و اعضای دو بخش *Ornithopodium* و *Onobrychoidei* نیز به صورت پراکنده در بین یکدیگر و درون دیگر تبار مجزا قرار می‌گیرند.

بنابراین، نتایج ما، نشان‌دهندهٔ ارتباط بسیار نزدیکِ خویشاوندی و تبارشناختی دو بخش اخیر است. این یافته، در انطباق با مطالعات قبلی کلاسیک و مولکولی است که با استفاده از میکرومورفولوژی بذر و یا توالی nrDNA ITS بر روی بخش‌های مذکور از جنس *Astragalus* انجام شده است.

A. pravitzii نخستین بار توسط Podlech به عنوان یک گونه جدید و بومزاد از فلور ایران و متعلق به بخش *Dissitiflori* معرفی شد (Podlech, 2001). در جدیدترین بازنگری انجام شده بر روی گون‌های منطقه فلورا ایرانیکا، Podlech و Sytin (۲۰۱۰) گونه *A. pravitzii* را از بخش مذکور جدا و به بخش *Ornithopodium* منتقل کردند. نتیجهٔ آنالیز تبارشناختی صفات ریخت‌شناختی و همچنین، نتایج کلیه آنالیزهای فیلوژنی مولکولی انجام شده در این تحقیق، نشان می‌دهند که این گونه هیچ وابستگی به بخش *Ornithopodium* نداشته و بنابراین، انتقال آن به این بخش تأیید نشده است و این گونه مجدداً به بخش *Dissitiflori* منتقل می‌شود.

تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه شهید بهشتی به خاطر حمایت مادی بخشی از این تحقیق، طی طرح پژوهشی مصوب آن معاونت محترم، تشکر می‌شود.

منابع

Bunge, A. (1868-1969) Generis *Astragali* species gerontogeae. Académie Impériale des Sciences Publications, St. Pétersbourg.

Douzery, E., Pridgeon, A., Kores, P., Linder, H. P., Kurzweil, H. and Chase, M. (1999) Molecular phylogenetics of Diesae (Orchidaceae): A contribution from nuclear ribosomal ITS sequences. American Journal of Botany 86(6): 887-899.

Doyle, J. J. and Doyle, J. L. (1987) A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf

tissue. Phytochemical Bulletin 19:11-15.

Farris, J. S. (1989) The Retention index and the rescaled consistency index. Cladistics 5: 417-419.

Farris, J. S., Kallersjo, M., Kluge, A. G. and Bult, C. (1995) Testing significance of incongruence. Cladistics 10: 315-319.

Felsenstein, J. (1985) Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. Evolution 39: 783-791.

Ghahremani-Nejad, F. (2004) The Sections of *Astragalus* L. with bifurcating hairs in Iran. Turkish Journal of Botany 28: 101-117.

Gontscharov, N. F., Borissova, A. G., Gorschkova, S. G., Popov, M. G. and Vassilczenko, I. T. (1946) *Astragalus*. In: Flora of USSR (eds. Komarov, V. L. and Shishkin, B. K.) 12: 1-681. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moscow.

Kazempour Osaloo, S., Maassoumi, A. A. and Murakami, N. (2003) Molecular systematics of the genus *Astragalus* L. (Fabaceae): Phylogenetic analyses of nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacers and chloroplast gene *ndh*F sequences. Plant Systematics and Evolution 242: 1-32.

Kazempour Osaloo, S., Maassoumi, A. A. and Murakami, N. (2005) Molecular systematics of the Old World *Astragalus* (Fabaceae) as inferred from nrDNA ITS sequence data. Brittonia 57: 367-381.

Larkin, M. A., Blackshields, G., Brown, N. P., Chenna, R., McGettigan, P. A., McWilliam, H., Valentin, F., Wallace, I. M., Wilm, A., Lopez, R., Thompson, J. D., Gibson, T. J. and Higgins, D. G. (2007) Clustal W and Clustal X version 2.0. Bioinformatics 23:2947-2948.

Lock, J. M. and Simpson, K. (1991) Legumes of West Asia. A Check-List. Royal Botanical Gardens, Kew.

Maassoumi, A. A. (1998) New findings on the genus *Astragalus* L. in Iran. Iranian Journal of Botany 7: 221-226.

Maassoumi, A. A. (2003) Papilionaceae (*Astragalus* I). In: Flora of Iran, the genus Astragalus in Iran (eds. Assadi, M. and Maassoumi, A. A.) 43: 1-386. Research Institute of Forests and Rangelands Publications, Tehran.

Maassoumi, A. A. (2005) The Genus *Astragalus* in Iran. Research Institute of Forests and Rangelands Press, Tehran, Iran.

Maddison, W. P., Donoghue, M. J. and Maddison, D. R. (1984) Outgroup analysis and parsimony. Systematic Zoology 33: 83-103.

Ooi, K., Endo, Y., Yokoyama, J. and Murakami, N. (1995) Useful primer designs to amplify DNA fragment of the plastid gene *matK* from angiosperm plants. Journal of Japanese Botany 70: 328-333.

Podlech, D. (1982) Neue aspekte zur evolution und gliederung der gattung *Astragalus* L.. Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung Munchen 18: 359-378.

Podlech, D. (1999) New Astragali and Oxytropis from North Africa and Asia, including some new combinations and remarks on some species. Sendtnera 6: 135-147.

Podlech, D. (2001) Contribution to the knowledge of the genus *Astragalus* L. (Leguminosae) VII-X. Sendtnera 7: 163-201

Podlech, D. and Sytin, A. (2010) Papilionaceae VI: *Astragalus* section *Ornithopodium*. In: Flora Iranica (ed. Rechinger, K.H.) 178: 173-184. Akademische Druck-u. Verlagsanstalt, Gruz-Austria.

Posada, D. and Buckley, T. (2004) Model selection and model averaging in phylognetics: advantages of Akaike information criterion and Bayesian approaches over likelihood ratio tests. Systems

Biology 7 53: 793-808.

Ranjbar, M. (2004) *Astragalus* sect. *Dissitiflori* (Fabaceae) in Iran. Nordic Journal of Botany 24(5): 523-531.

Ronquist, F. and Huelsenbeck, J. P. (2003) MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. Bioinformatics 19: 1572-1574.

Seelanan, T., Schnabel, A. and Wendel, J. F. (1997) Congruence and consensus in the cotton tribe (Malvaceae). Systematic Botany 22: 259-290.

Swofford, D. L. (2002) PAUP: Phylogenetic analysis using parsimony (and other methods), ver. 4.0b10. Sinauer Associates, Inc. Sunderland.

Tiele, A. (1993) The holy grail of the perfect characters: the cladistics treatment of morphometric data. Cladistics 9: 275-304.

Vural, C., Ekici, M., Akan, H. and Aytac, Z. (2008) Seed morphology and its systematic implications for genus *Astragalus* L. sections *Onobrychoidei* DC., *Uliginosi* Gray and *Ornithopodium* Bunge (Fabaceae). Plant systematics and evolution 274: 255-263.

White, T. J., Bruns, T., Lee, S. and Taylor, J. (1990) Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: PCR Protocols: a Guide to Methods and Applications (eds. Innis, M., Gelfand D., Sninsky, J. and White, T.) 315-322. Academic Press, San Diego.

Wiens, J. J. (1998) Combining data sets with different phylogenetic histories. Systems Biology 47: 568-581.

Wojciechowski, M. F., Sanderson, M. J. and Hu, J. M. (1999) Evidence on the monophyly of *Astragalus* (Fabaceae) and its major subgroups based on nuclear ribosomal DNA ITS and chloroplast DNA trnL intron data. Systematic Botany 24: 409-437.

Yakovlev, G. P., Sytin, A. K. and Roskov, Y. R. (1996) Legumes of Eurasia, a check-list. Royal Botanic Gardens, Kew.

Yoder, A. D., Irwin, J. A. and Payseur, B. A. (2001) Failure of the ILD to determine data combinability for slow Loris phylogeny. Systems Biology 50: 408-424.

تاکسونومی و بیوسیستماتیک، سال چهارم، شماره دهم، بهار ۱۳۹۱، صفحه ۴۱-۵۲
دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۱۲/۱۷ پذیرش نهایی: ۱۳۹۱/۰۲/۱۱

بررسی فلوریستیک، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان اراضی ماندابی (wetlands)، دامنه‌های شمالی و شرقی سبلان

جابر شریفی [۱]*، عادل جلیلی [۲]، شاکر قاسم اُف [۳]، علیرضا نقی‌نژاد [۴] و فرزانه عظیمی مطعم [۱]
[۱] مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، اردبیل، ایران
[۲] مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران
[۳] مؤسسه گیاه‌شناسی آکادمی ملی علوم جمهوری آذربایجان، باکو، جمهوری آذربایجان
[۴] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

چکیده

در دامنه‌های شمالی و شرقی کوهستان سبلان که اقلیمی نیمه‌خشک دارد، آبگیرها و مانداب‌های متعددی وجود دارد که بررسی فلور در این مناطق از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا آگاهی از فهرست گیاهان، راهنمای مفیدی برای مدیریت زیست-محیطی و اکولوژیک این مناطق به حساب می‌آید. در این مطالعه، فلور، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گونه‌های موجود بررسی و معرفی شده است، در طی دوره رویش (سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۸) با جمع‌آوری گونه‌های گیاهی موجود در منطقه و شناسایی آنها بر اساس منابع، فهرست گونه‌های گیاهی سبلان تهیه شد. نتایج نشان داد در منطقه مورد بررسی در مجموع ۲۱۶ گونه گیاهی متعلق به ۱۲۸ جنس و ۳۶ تیره گیاهی شناخته شده است. تیره Poaceae با ۲۵ جنس و ۴۶ گونه، Astraceae با ۱۱ جنس و ۱۹ گونه، Fabaceae با ۹ جنس و ۱۸ گونه و Brassicaceae با ۱۲ جنس و ۱۵ گونه بیشترین تعداد گونه را دارا هستند. همچنین، بر اساس سیستم طبقه‌بندی Raunkiaer (۱۹۳۴) به ترتیب ۲۲ درصد گیاهان تروفیت، ۳۰ درصد کریپتوفیت، ۴۶ درصد همی‌کریپتوفیت و ۲ درصد کامفیت‌ها در منطقه می‌روید. از نظر پراکندگی جغرافیایی گیاهان، ۴۴/۴۴ درصد چند ناحیه‌ای، ۲۰/۸۳ درصد اروپا-سیبری/مدیترانه‌ای/ایرانی-تورانی، ۱۵/۷۴ درصد اروپا-سیبری/ایرانی-تورانی، ۳/۷ درصد اروپا-سیبری، ۲/۳۲درصد مدیترانه‌ای/ایرانی-تورانی، ۵/۵۶ درصد گونه‌های بومزاد ایران و ۷/۴۱ درصد گونه‌های شناسایی نشده‌اند. با توجه به اینکه اقلیم منطقه تحت تأثیرجریان‌های سیبری، هیرکانی و اندکی مدیترانه‌ای است، بنابراین عناصر رویشی منطقه مورد بررسی به منطقه رویشی اروپا-سیبری و پس از آن عناصر رویشی اروپا-سیبری، ایرانی-تورانی تعلق دارد.

واژه‌های کلیدی: فلور، شکل زیستی، پراکنش جغرافیایی، عناصر رویشی، سبلان

* sh_j2320 @yahoo.com

مقدمه

مانداب‌ها (wetlands) نتیجه ذخیره انباشت رطوبت در گودی‌های مناطقی با پستی و بلندی و تجلی زه‌آب زیرقشری در اراضی پست است. مانداب‌ها معمولاً به تغییرات رژیم‌های مختلف آبی وابسته‌اند، مانداب‌های شیب‌های شمالی و شرقی سبلان که به صورت تالاب، برکه، چمن‌زارهای مرطوب و اراضی زه‌دار باتلاقی هستند، با توجه به تعداد، وسعت و پراکنده بودن مانداب‌ها در منطقه سبلان، مطالعات فلوریستیکی که تاکنون در منطقه کوهستانی سبلان و یا مناطق مشابه انجام گرفته، به صورت کم و پراکنده بوده‌اند که می‌توان به تحقیقات زیر اشاره نمود:

نقی‌نژاد (۱۳۸۶) در بررسی اکولوژی مانداب‌های شیب جنوبی البرز مرکزی، پوشش گیاهی آن مناطق را به دو گروه کلی، شامل مانداب‌های آبزی (aquatic) و نم‌زار (telmatic) تفکیک نموده است. گروه آبزی دارای گونه‌های انحصاری و یا ترجیحی مانند: *Hippuris vulgaris*، *Eleocharis palustris* subsp. *palustris* و *Chara* sp.؛ و گروه نم‌زار دارای گونه‌های انحصاری و یا ترجیحی مانند: *Carex orbicularis* subsp. *kotschyana*، *Ranunculus amblyolobus*، *Juncus inflexus*، *Blysmus compressus* subsp. *compressus*، *Poa pratensis*، *Agrosis stolonifera* و *Equisetum palustris* هستند.

در میان گروه بزرگ نم‌زارها سه زیر گروه اصلی: چشمه‌سارها (spring)، تورب‌زارها (mire) و چمن‌زارهای مرطوب (wet meadow) تشخیص داده شده‌اند.

Klein و Lacoste (۱۹۹۵) نخستین محققانی بودند که پوشش گیاهی تعدادی از زیستگاه‌های ماندابی شیب جنوبی البرز را مطالعه نمودند، در نتایج، جوامع لکه‌ای *Carex orbicularis* subsp. *kotschyana* به عنوان عنصر اصلی گیاهی ویژه مانداب‌های آن منطقه معرفی شده است.

Kamrani و همکاران (۲۰۱۱) ارتباط بین عوامل محیطی و پوشش گیاهی مانداب‌های شیب‌های جنوبی کوهستان البرز غربی را مطالعه نمودند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که با افزایش ارتفاع، گونه‌های گیاهی با شکل زیستی ژئوفیت‌ها و گونه‌های بومزاد افزایش داشتند، ولی اسیدیته و میزان هدایت الکتریکی خاک کاهش نشان می‌دهند.

اکبرلو (۱۳۸۸) جوامع گیاهی چمن‌زارهای شمال غربی منطقه چالدران در آذربایجان غربی را بررسی نمود. تحقیقات وی نشان داد که از گونه‌های موجود، تعداد ۸۳ گونه در داخل پلات‌ها مشاهده شدند که به ۶۷ جنس و ۲۶ تیره تعلق دارند. بیشترین گونه‌ها متعلق به تیره گندمیان است. شکل‌های زیستی غالب در ترکیب گیاهی، همی‌کریپتوفیت‌ها، تروفیت‌ها و ژئوفیت‌ها هستند.

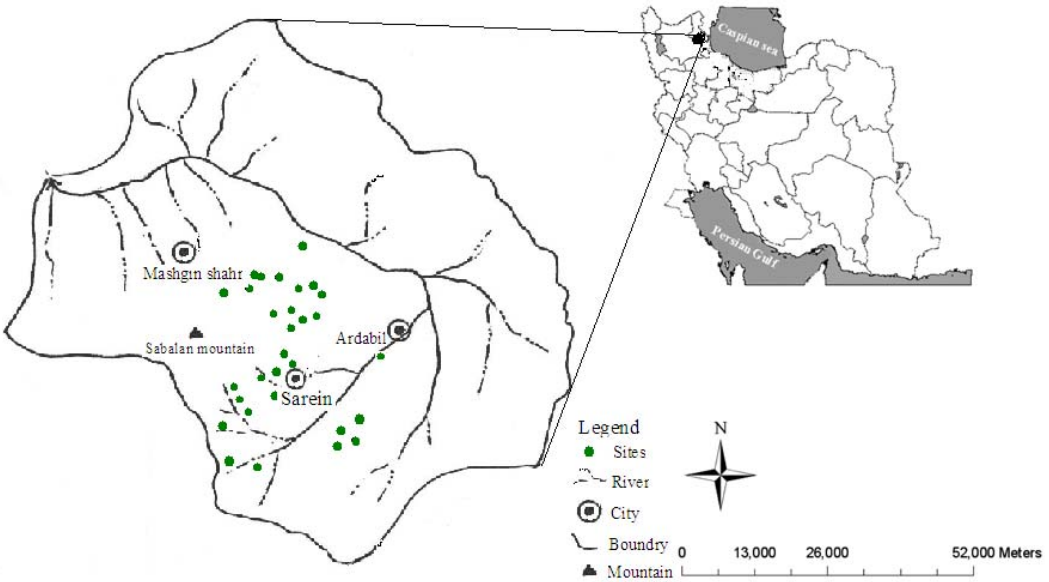
قهرمان و همکاران (۱۳۸۳) رویشگاه و فلور منطقه ساحلی چمخاله-جیرباغ و تالاب ساحلی امیرکلایه در استان گیلان را مطالعه نموده‌اند. در این مطالعه، ۳۲۰ گونه گیاهی مربوط به ۲۱۳ جنس و ۷۶ تیره گیاهی شناسایی شده است.

جوانشیر (۱۳۶۸) پوشش گیاهی مراتع سبلان را مطالعه نمودد. در این مطالعه مجموعاً ۴۷۰ گونه گیاهی مربوط به ۲۵۵ جنس و ۶۰ تیره شناسایی شده که تیره بقولات با ۷۰ گونه، تیره مرکبان با ۶۴ گونه و تیره گندمیان با ۵۸ گونه، بزرگترین تیره‌های گیاهی آن منطقه محسوب می‌شوند. بررسی این پژوهش با هدف

مطالعه فلوریستیک، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان موجود در اراضی ماندابی دامنه‌های شمالی و شرقی سبلان انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در شمال شرقی ایران در شیب‌های شمالی و شرقی کوهستان‌های سبلان با مختصات جغرافیایی ۲۳َ ۴۷° تا ۴۲َ ۴۸° طول شرقی و ۵۵َ ۳۷° تا ۵۳َ ۳۸° عرض شمالی، و در ارتفاع ۱۳۴۰ تا ۳۰۰۰ متری بالاتر از سطح دریای آزاد واقع شده است (شکل ۱). اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه نیمه‌خشک، سرد تا فراسرد با میانگین بارندگی سالانه ۳۶۰ میلی‌متر است. بیشترین میزان بارش مربوط به فصل پاییز و زمستان و بیشتر به صورت برف است، با افزایش ارتفاع میزان بارندگی افزایش و دما کاهش می‌یابد. پوشش گیاهی منطقه شامل ریختارهای ژئوفیت، رطوبت‌پسند، صخره روی و بوته‌ای است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه نسبت به کشور و محل‌های نمونه‌برداری که با علامت ● مشخص گردیده است.

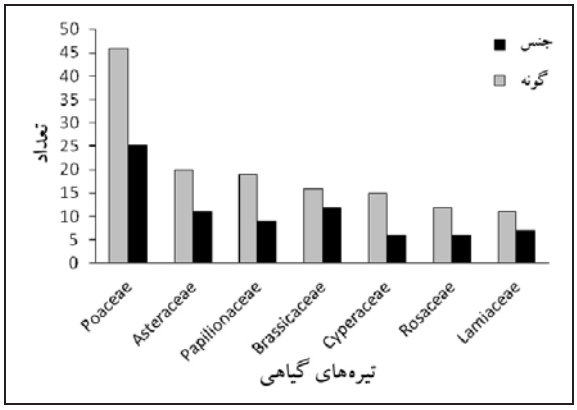
روش تحقیق

به منظور مطالعه فلوریستیک، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان موجود در اراضی ماندابی در شیب‌های شمالی و شرقی سبلان، ابتدا اراضی ماندابی با استفاده از عملیات صحرایی و نرم‌افزار اینترنتی Google Earth شناسایی و در عرصه موقعیت آنها با دستگاه موقعیت‌یاب (GPS) ثبت شد، سپس بر روی نقشه پایه انتقال یافت. به منظور شناسایی گونه‌ها در فصل‌های مختلف در مرحله رشد کامل گیاهان، نسبت به جمع‌آوری گونه‌ها اقدام گردید. پس از پرس و خشک شدن، نمونه‌ها با استفاده از فلورا ایرانیکا (Rechinger, 1963-2005)، فلور ترکیه (Davis, 1965-1988)، فلور عراق (Townsend *et al*., 1966-1985)، فلور شوروی (Komarov, 1934-1954)، فلور رنگی ایران (قهرمان، ۱۳۵۷-۱۳۷۸)، فلور ایران (اسدی و همکاران، ۱۳۷۸-۱۳۸۹). گون‌های ایران (معصومی،

۱۳۶۵ و ۱۳۸۴) شناسایی شدند. همچنین، پراکنش جغرافیایی عناصر گیاهی با استفاده از منابع: فلورا ایرانیکا و Takhtajan (۱۹۸۶) و شکل زیستی گیاهان جمع‌آوری شده بر اساس سیستم طبقه‌بندی Raunkiaer (۱۹۳۴) تعیین گردید. نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری شده درهرباریوم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل ثبت و نگهداری می‌شوند.

نتایج

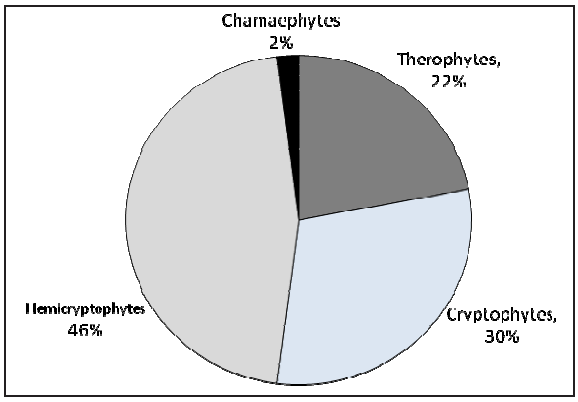
نتایج حاصل از بررسی فلور اراضی ماندابی دامنه‌های شمالی و شرقی سبلان، شناسایی ۲۱۶ گونه گیاهی متعلق به ۱۲۸ جنس و ۳۶ تیره گیاهی بود. تیره Poaceae با ۲۵ جنس و ۴۶ گونه، Asteraceae با ۱۱ جنس و ۲۰ گونه، Fabaceae با ۹ جنس و ۱۹ گونه و Brassicaceae با ۱۲ جنس و ۱۶ گونه مهم‌ترین تیره‌های گیاهی منطقه محسوب می‌شوند.



شکل ۲- تیره‌های گیاهی غالب در مانداب‌های شمالی و شرقی سبلان بر اساس تعداد جنس و گونه موجود در هر تیره

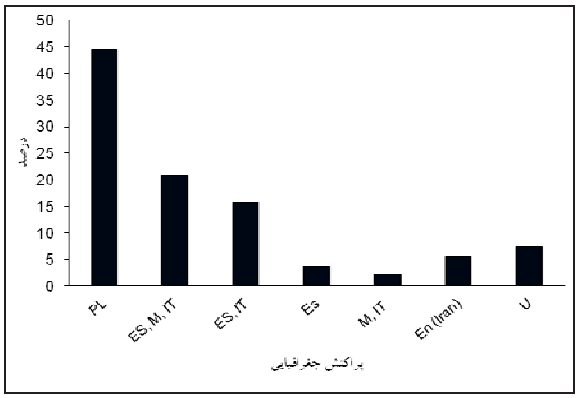
شکل زیستی گیاهان در چگونگی گذر از شرایط نامساعد محیطی در مانداب‌های شیب‌های شمالی و شرقی سبلان به شرح زیر است:

۲۲ درصد گیاهان تروفیت، ۳۰ درصد کریپتوفیت، شامل: ژئوفیت پیازدار، ژئوفیت بنه‌دار، ژئوفیت ریزم‌دار و گیاهان رطوبت‌پسند و شناور، ۴۶ درصد همی‌کریپتوفیت و ۲ درصد کامفیت‌ها می‌رویند.



شکل ۳- شکل زیستی گیاهان در مانداب‌های شیب‌های شمالی و شرقی سبلان

بر اساس نتایج حاصل از بررسی پراکنش جغرافیایی گونه‌ها با استفاده از فلورهای مذکور در روش تحقیق، از نظر طیف پراکنش گیاهان از مجموع ۲۱۶ گونه، ۴۴/۴۴ درصد چند ناحیه‌ای، ۲۰/۸۳ درصد اروپا-سیبری/مدیترانه‌ای/ایرانی-تورانی، ۱۵/۷۴ درصد اروپا-سیبری/ایرانی-تورانی، ۳/۷ درصد اروپا-سیبری، ۲/۳۲ درصد مدیترانه‌ای/ایرانی-تورانی، ۵/۵۶ درصد گونه‌های بومزاد ایران و ۷/۴۱ درصد گونه‌های شناسایی نشده هستند (شکل ۴).



شکل ۴- فراوانی نسبی پراکنش جغرافیایی گیاهان مانداب‌های شیب‌های شمالی و شرقی سبلان. ES: اروپا-سیبری؛ IT: ایرانی-تورانی؛ M: مدیترانه‌ای؛ PI: چند ناحیه‌ای؛ EN(Iran): بومزاد ایران؛ U: شناسایی نشده.

بحث و نتیجه‌گیری

دامنه‌های شمالی و شرقی سبلان به علت برخورداری از شرایط خاص توپوگرافی و واقع شدن در مسیر جریانان‌های سرد و مرطوب سیبری، مدیترانه و خزری، دارای منابع غنی رطوبتی است (جوانشیر، ۱۳۶۸). فلور مانداب‌های آن از لحاظ ریختاری و تنوع، تفاوت های بارزی با سایر مراتع اطراف دارند. بر اساس بررسی‌های انجام یافته، در مجموع ۲۱۶ گونه گیاهی از رویشگاه‌های مورد مطالعه شناسایی و به ثبت رسیده است (جدول ۱). این تعداد گونه گیاهی مربوط به ۱۲۸ جنس و ۳۶ تیره گیاهی است. تیره‌های Poaceae، Asteraceae، Fabaceae، Brassicaceae و Cyperaceae نسبت به سایر تیره‌ها سهم بیشتری در فلور مانداب‌های منطقه مورد مطالعه دارند. تیره‌های مذکور به ویژه Poaceae و Asteraceae در مطالعات حمزه‌ای و همکاران (۱۳۸۹) در ذخیره‌گاه زیست‌کره ارسباران و صفی‌خانی و همکاران (۱۳۸۵) در منطقه کیان نهاوند همدان به عنوان مهم‌ترین تیره‌های گیاهی از نظر سهم گونه ها معرفی شدند.

از نظر شکل زیستی گیاهی، همی‌کریپتوفیت‌ها و کریپتوفیت‌ها به ترتیب فراوان‌ترین شکل زیستی گیاهان منطقه هستند. فراوانی گیاهان همی‌کریپتوفیت و کریپتوفیت در یک منطقه نشان‌دهنده اقلیم سرد و کوهستانی است (Archibold, 1995). این نظر با نتایج به دست آمده مطابقت دارد. حضور درصد نسبتاً زیاد همی‌کریپتوفیت‌ها و کریپتوفیت‌ها در اراضی ماندابی سبلان نشانگر حفظ رطوبت در آنها در مدت فصل رویش گیاهان و نیز به علت بارش برف در زمستان است .در این باره، اکبرلو (۱۳۸۸) چمن‌زارهای شمال غربی منطقه چالدران در استان آذربایجان غربی را مطالعه نمود. نتایج تحقیقات وی نشان داده است که در ترکیب پوشش گیاهی آن منطقه، همی‌کریپتوفیت‌ها و تروفیت‌ها غالب بودند. در بررسی دیگر، Naqinezhad و همکاران (۲۰۰۹) در مانداب‌های شیب جنوبی البرز مرکزی، میزان همی‌کریپتوفیت‌ها و کریپتوفیت‌ها (ژئوفیت‌ها) در ترکیب پوشش گیاهی آن منطقه غالب بوده است که این نتایج با نتایج به دست آمده مطابقت دارد.

از نظر پراکنش جغرافیایی گیاهان، به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که پراکنش جغرافیایی مجموعه گونه‌های گیاهی یک منطقه اصولاً تابع شرایط محیطی و اقلیمی آن منطقه است، با توجه به این که اقلیم منطقه تحت تأثیر جریان‌های سیبری، هیرکانی و اندکی مدیترانه‌ای است (جوانشیر، ۱۳۶۸)، در اراضی ماندابی سبلان، عنصر رویشی مورد بررسی به منطقه اروپا-سیبری تعلق دارد و پس از آن، عناصر رویشی اروپا-سیبری و ایرانی-تورانی قرار گرفتند که نشان‌دهنده تأثیر عناصر فلوریستیک دو منطقه جغرافیایی اروپا-سیبری و ایرانی-تورانی در منطقه است، این تأثیر همچنین از مناطق مجاور مانند منطقه ارسباران در استان آذربایجان شرقی (حمزه‌ای و همکاران، ۱۳۸۹) و منطقه فندق‌لو در اردبیل (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۰) نیز مشاهده شده است.

جدول ۱- فهرست گونه‌های گیاهی مانداب‌های دامنه‌های شمالی و شرقی کوه سبلان. علائم اختصاری پراکنش جغرافیایی: ES: اروپا-سیبری؛ IT: ایرانی-تورانی؛ M: مدیترانه‌ای؛ PI: چند ناحیه‌ای؛ EN(Iran): بومزاد ایران؛ U: شناسایی نشده. علائم اختصاری شکل زیستی: Th: تروفیت‌ها؛ He: همی کریپتوفیت‌ها؛ Ch: کامفیت‌ها؛ Hy: هیدروفیت‌ها (رطوبت‌پسند)؛ GB: ژئوفیت‌های پیازی؛ GR: ژئوفیت‌های ریزوم‌دار؛ GC: ژئوفیت‌های غده‌ای. گونه‌هایی که با ستاره * مشخص شده‌اند، بومزاد ایران هستند.

*	نام علمی گونه	تیره	شکل زیستی	پراکنش جغرافیایی
	Achillea filipendula Lam.	Asteraceae	He	ES (CAU), IT
	Achillea millefolium L.	Asteraceae	He	ES(CAU), IT
	Adonis dentata Delile	Fabaceae	Th	ES(CAU), M, IT
	Aeluropus littoralis (Gouan) Parl.	Poaceae	Cr(GR)	PL
	Agropyron cristatum (L.) Gaertn.	Poaceae	He	PL
	Agropyron repens (L.) P.Beauv.	Poaceae	Cr(GR)	PL
	Agrostis stolonifera L.	Poaceae	Cr(GR)	ES, IT, M
	Agrostis tenuis Sibth.	Poaceae	Cr(GR)	PL
	Alchemilla persica Rothm.	Rosaceae	Cr(GR)	IT, ES(CAU)
	Alchemilla rigida Buser	Rosaceae	He	ES
*	*Alchemilla citrina* Frohner	Rosaceae	He	En(Iran)
	Alisma plantago R.Br.	Alismataceae	Cr(Hy)	PL
	Allium ampeloprasum L.	Alliaceae	Cr(GB)	ES(CAU), M
	Alyssum linifolium Stephan ex Willd.	Brassicaceae	Th	PL
	Alopecurus aequalis Sobol.	Poaceae	Cr(GR)	PL
	Alopecurus arundinaceus Poir.	Poaceae	Cr(GR)	PL
	Anagallis arvensis L.	Primulaceae	Th	PL
	Anemone biflora DC.	Fabaceae	Th	ES, M , IT
	Anthemis atropatana Iranshahr	Asteraceae	Th	ES(CAU), IT
	Anthemis sp.	Asteraceae	Th	U
	Arenaria gypsophiloides Willd. ex Ledeb.	Caryophyllaceae	Th	PL
	Artemisia fragrans Willd.	Asteraceae	Ch	ES(CAU), IT
	Asparagus persicus Baker	Liliaceae	He	PL
	Astragalus hamosus L.	Fabaceae	Th	PL
	Astragalus odoratus Lam.	Fabaceae	He	IT, CAU
	Astragalus asciocalyx Bunge	Fabaceae	He	PL
	Atriplex leucoclada Boiss.	Chenopodeaceae	Ch	PL
	Barbarea plantaginea DC.	Brassicaceae	He	ES(CAU), M
	Blysmus compressus Panz.	Cyperaceae	Cr(GR)	ES,IT
	Bolboschoenus maritimus (L.) Palla	Cyperaceae	Cr(Hy)	PL
	Bromus scoparius L.	Poaceae	Th	PL
	Bromus danthoniae Trin. ex C.A.Mey.	Poaceae	Th	PL
	Bromus tomentellus Boiss.	Poaceae	He	PL
	Bupleurum leucocladum Boiss.	Apiaceae	He	PL
	Calamagrostis epigejos (L.) Roth.	Poaceae	Cr(GR)	PL
	Capsella bursa-pastoris Medik.	Brassicaceae	Th	PL
	Cardamine hirsuta L.	Brassicaceae	Th	ES(CAU)
	Cardamine uliginosa M.Bieb.	Brassicaceae	Th	ES(CAU)
	Cardaria draba (L.) Desv.	Brassicaceae	He	ES, IT
	Carex riparia Poir.	Cyperaceae	Cr(GR)	IT, ES(CAU)
	Carex distans L.	Cyperaceae	Cr(GR)	ES, M ,IT
	Carex divulsa Gaudin	Cyperaceae	Cr(GR)	ES, M ,IT
	Carex orbicularis Boott subsp. *kotschyana* (Boiss. & Hohen.) Kukkonen	Cyperaceae	Cr(GR)	IT, ES(CAU)
	Carex songorica Kar. & Kir.	Cyperaceae	Cr(GR)	IT, ES(CAU)
	Carex sp.	Cyperaceae	He	U
	Carex stenophylla Wahlenb.	Cyperaceae	Cr(GR)	ES(CAU), IT
	Carex strigosa Willd. ex Kunth	Cyperaceae	Cr(GR)	ES(CAU), IT
	Catabrosa aquatica P.Beauv.	Poaceae	Cr(GR)	PL
*	*Centaurea cheiranthifolia* Willd.	Asteraceae	He	EN(Iran)

*	نام علمی گونه	تیره	شکل زیستی	پراکنش جغرافیایی
	Centaurea iberica Trevir. ex Spreng.	Asteraceae	Th	ES, M
	Chaerophyllum bulbosum L.	Apiaceae	Cr(GB)	ES(CAU) , IT
	Chenopodium album L.	Chenopodeaceae	Th	PL
	Chenopodium ambrosioides L.	Chenopodeaceae	Th	ES, M
	Cynodon dactylon (L.) Pers.	Poaceae	Cr(GR)	PL
	Cyperus longus L.	Cyperaceae	Cr(GR)	ES(CAU), IT
	Cyperus sp.	Cyperaceae	He	U
	Dactylis glomerata L.	Poaceae	He	PL
	Deschampsia caespitosa (L.) Beauv.	Poaceae	Cr(GR)	PL
	Descurainia sophia (L.) Webb ex Prantl	Brassicaceae	Th	PL
*	*Deyeuxia parsana* Bor	Poaceae	He	En(Iran)
	Dianthus pachypetalus Stapf	Caryophyllaceae	He	ES, M, IT
	Draba huetii Boiss.	Brassicaceae	Th	PL
	Draba nemorosa L.	Brassicaceae	Th	PL
	Eleocharis palustris (L.) Roem. & Schult.	Cyperaceae	He	PL
	Ephorbia sp.	Euphorbiaceae	He	U
	Equisetum palustre L.	Equisetaceae	Cr(GR)	PL
	Equisetum arvense L.	Equisetaceae	Cr(GR)	PL
	Equisetum sp.	Equisetaceae	Cr(GR)	PL
	Eragrostis curvula (Schrad.) Nees	Poaceae	He	PL
	Eremopoa persica (Trin.) Roshev.	Poaceae	Th	IT, M
	Eremopyrum distans (K.Koch) Nevski	Poaceae	He	PL
	Eremurus sp.	Liliaceae	Cr(GC)	U
	Erysimum repandum L.	Brassicaceae	Th	PL
	Euphrasia juzepczukii Denissova	Scrophulariaceae	Th	ES(CAU), M, IT
	Falcaria vulgaris Bernh.	Apiaceae	He	PL
	Festuca heterophylla Wahlenb.	Poaceae	He	PL
	Festuca ovina L.	Poaceae	He	PL
	Festuca pratensis Huds.	Poaceae	Cr(GR)	ES(CAU)
	Festuca rubra L.	Poaceae	He	PL
	Festuca sp.	Poaceae	Cr(GR)	U
	Filipendula vulgaris Moench	Rosaceae	He	ES(CAU)
	Fragaria sp.	Rosaceae	Cr(GR)	U
	Galium humifusum M.Bieb.	Rubiaceae	Cr(GR)	ES, IT, M
	Galium verum L.	Rubiaceae	Cr(GR)	PL
	Geranium albanum M.Bieb.	Geraniaceae	Th	ES(CAU), M
	Geranium pyrenaicum Burm.f.	Geraniaceae	Th	ES(CAU), M
	Geum rivale L.	Rosaceae	Cr(GR)	PL
	Glyceria plicata Fr.	Poaceae	Cr(Hy)	IT.ES
	Hesperis kurdica Dvorak & Hadač	Brassicaceae	He	M, IT
	Hippuris vulgaris L.	Hippurridaceae.	Cr(Hy)	ES
	Hordeum bulbosum L.	Poaceae	Cr(GB)	PL
	Hordeum glaucum Steud.	Poaceae	He	PL
	Hordeum marinum Huds.	Poaceae	He	ES, M, IT
	Hordeum violaceum Boiss. & Hohen.	Poaceae	He	IT, ES(CAU)
	Hypericum perforatum L.	Hypericaceae	He	PL
	Inula sp.	Asteraceae	He	PL
	Iris caucasica Hoffm.	Iridaceae	Cr(GC)	M, IT
	Iris pseudocaucasica Grossh.	Iridaceae	Cr(GC)	PL
	Juncus gerardii Loisel.	Juncaginaceae	Cr(GR)	IT
	Jurinella sp.	Asteraceae	He	U
	Juncus Littoralis C.A.Mey.	Juncaginaceae	He	PL
	Jurinella moschus (Hablitz) Bobrov	Asteraceae	He	PL
	Kochia prostrata (L.) Schrad.	Chenopodeaceae	Ch	PL
	Koeleria cristata Pers.	Poaceae	He	PL
	Koeleria eriostachya Pančić	Poaceae	He	ES(CAU), IT

*	نام علمی گونه	تیره	شکل زیستی	پراکنش جغرافیایی
	Lactuca orientalis Boiss.	Asteraceae	He	PL
	Lactuca undulata Ledeb.	Asteraceae	He	PL
	Lathyrus pratensis L.	Fabaceae	Cr(GR)	PL
	Lolium persicum Boiss. & Hohen.	Poaceae	He	PL
	Lotus angustissimus L.	Fabaceae	He	ES, M, IT
	Lotus corniculatus L.	Fabaceae	He	ES, M, IT
	Marrubium astracanicum Jacq.	Lamiaceae	He	ES(CAU), M
	Mentha aquatica L.	Lamiaceae	He	ES, M
	Mentha longifolia Host	Lamiaceae	He	ES, M
	Medicago sativa L.	Fabaceae	He	ES,IT
	Melilotus officinalis (L.) Lam.	Fabaceae	He	PL
	Mentha sp.	Lamiaceae	He	U
	Minuartia hybrida (Vill.) Schischk.	Caryophyllaceae	Th	ES, IT, M
	Muscari caucasicum Baker	Liliaceae	Ge(B)	M, IT, ES(CAU)
	Muscari comosum (L.) Mill.	Liliaceae	Ge(B)	ES, M, IT
	Muscari racemosum (L.) Mill.	Liliaceae	Ge(B)	PL
	Myosotis asiatica (Vestergr.) Schischk. & Serg.	Boraginaceae	Th	PL
*	*Myosotis olympica* Boiss.	Boraginaceae	Th	En(Iran)
	Nasturtium officinale R.Br.	Brassicaceae	He	ES, IT
	Nepeta ucrainica L.	Lamiaceae	He	ES, IT
	Neslia apiculata Fisch., C.A.Mey. & Avé-Lall.	Brassicaceae	Th	PL
	Nigella integrifolia Regel	Ranunculaceae	He	ES(CAU), M, IT
	Nigella oxypetala Boiss.	Ranunculaceae	He	ES(CAU), M, IT
*	*Onosma trachytrichum* Boiss.	Boraginaceae	He	En(Iran)
	Orchis mascula (L.) L.	Orchidaceae	Ge(C)	ES(CAU), M
	Orchis latifolia L.	Orchidaceae	Ge(C)	ES(CAU), M
	Origanum vulgare L.	Lamiaceae	He	PL
	Ornithogalum montanum Ten.	Liliaceae	Ge(B)	ES(CAU), M
	Pedicularis sibthorpii Boiss.	Scrophulariaceae	He	PL
	Pedicularis wilhelmsiana Fisch. ex M.Bieb.	Scrophulariaceae	He	PL
	Phalaris minor Retz.	Poaceae	Cr(GR)	PL
	Phleum paniculatum Huds.	Poaceae	Th	ES(CAU), M, IT
	Phleum phleoides H.Karst.	Poaceae	He	PL
	Prunella vulgaris L.	Liliaceae	He	PL
	Phlomis aucheri Boiss.	Lamiaceae	He	PL
	Phlomis tuberosa L.	Lamiaceae	He	PL
	Phragmites australis (Cav.) Steud.	Poaceae	He	PL
	Pimpinella tragium Vill.	Apiaceae	He	ES(CAU), M, IT
	Plantago lagopus L.	Plantaginaceae	Th	PL
	Plantago atrata Hoppe	Plantaginaceae	He	ES(CAU), IT
	Plantago lanceolata L.	Plantaginaceae	He	ES, M, WIT
	Plantago major L.	Plantaginaceae	He	PL
	Plantago maritima L.	Plantaginaceae	He	ES, IT
	Plantago sp.	Plantaginaceae	He	U
	Poa araratica Trautv.	Poaceae	Cr(GR)	PL
	Poa nemoralis L.	Poaceae	Cr(GR)	PL
	Poa sp.	Poaceae	Th	U
	Poa bulbosa L.	Poaceae	Cr(GB)	PL
	Poa pratensis L.	Poaceae	Cr(GR)	PL
	Poa trivialis L.	Poaceae	Cr(GR)	PL
	Polygonum arenastrum Boreau	Polygonaceae	He	PL
	Polygonum lapathifolium L.	Polygonaceae	Th	ES, IT, M
	Polygonum alpestre C.A.Mey.	Polygonaceae	He	ES(CAU), M, IT
	Polygonum amphibium L.	Polygonaceae	He	PL
	Polygonum sp.	Polygonaceae	He	U
	Potamogeton nodosus Poir.	Potamogetonaceae	Cr(Hy)	PL

*	نام علمی گونه	تیره	شکل زیستی	پراکنش جغرافیایی
	Potamogeton pectinatus L.	Potamogetonaceae	Cr(Hy)	PL
	Potentilla canescens Besser	Rosaceae	He	PL
*	*Potentilla persica* Boiss. & Hausskn. ex Boiss.	Rosaceae	He	En(Iran)
	Potentilla recta L.	Rosaceae	He	PL
	Puccinellia grossheimiana V.I.Krecz.	Poaceae	He	ES(CAU), M,
*	*Puccnellia koeieana* Melderis	Poaceae	He	En(Iran)
	Ranunculus arvensis L.	Ranunculaceae	Th	ES, M
	Ranunculus lateriflorus DC.	Ranunculaceae	Th	PL
*	*Ranunculus persicus* DC.	Ranunculaceae	He	En(Iran)
	Raphanus sp.	Brassicaceae	Th	U
	Rumex acetosa L.	Polygonaceae	Cr(GR)	PL
	Rumex acetosella L.	Polygonaceae	He	PL
	Salsola crassa M.Bieb.	Chenopodeaceae	Th	ES(CAU), IT
	Salsola sp.	Chenopodeaceae	Th	U
	Salvia aethiopis L.	Lamiaceae	He	PL
	Salvia sp.	Lamiaceae	Th	U
	Sanguisorba minor Scop.	Rosaceae	He	PL
	Schoenoplectus lacustris (L.) Palla	Cyperaceae	Th	PL
	Schoenus nigricans L.	Cyperaceae	He	PL
	Sedum pallidum M.Bieb.	Crassulaceae	He	ES(CAU)
	Sedum pilosum M.Bieb.	Crassulaceae	He	ES(CAU)
	Senecio vernalis Waldst. & Kit.	Asteraceae	Th	ES, IT, M
	Sonchus asper (L.) Hill	Asteraceae	He	IT, M
	Sparganium erectum L.	Sparganiaceae	Ch	PL
	Stachys byzantina K.Koch	Lamiaceae	He	ES(CAU), IT
	Stellaria pallida (Dumort.) Pire	Caryophyllaceae	Th	ES(CAU), IT
*	*Taraxacum azerbaijanicum* Soest	Asteraceae	He	En(Iran)
	Taraxacum bessarabicum Fisch.	Asteraceae	He	ES, NIT
*	*Taraxacum hydrophilum* Soest	Asteraceae	He	EN(Iran)
	Taraxaceum sp	Asteraceae	He	ES, NIT
	Taraxacum montanum DC.	Asteraceae	He	M, ES(CAU)
	Thalictrum elatum Jacq.	Ranunculaceae	He	PL
	Thelypteris palustris Schott	Thelypteridaceae	Cr(GR)	PL
	Thlaspi kotschyanum Boiss. & Hohen.	Brassicaceae	Th	M, IT
*	*Thlaspi tenue* (Boiss. & Buhse) Hedge	Brassicaceae	Th	En(Iran)
	Tragopogon reticulates Boiss. & A.Huet	Asteraceae	He	ES, IT
	Tribulus terrestris L.	Zygophyllaceae	Th	ES, IT, M
	Trifolium ambiguum M.Bieb.	Fabaceae	He	PL
	Trifolium montanum L.	Fabaceae	Cr(GR)	ES, IT, M
	Trifolium pratense L.	Fabaceae	He	ES, M, IT
	Trifolium repense L.	Fabaceae	Cr(GR)	ES, IT, M
	Trifolium hybridum L.	Fabaceae	He	ES, IT
	Trifolium alpestre L.	Fabaceae	Cr(GR)	PL
	Tripleurospermum decipiens (Fich. & C.A.Mey) Bornm.	Asteraceae	Th	ES(CAU), M
	Trisetum flavescens (L.) P.Beauv.	Poaceae	He	PL
	Trisetum bungei Boiss.	Poaceae	Cr(GR)	U
	Typha latifolia L.	Typhaceae	Cr(Hy)	PL
*	*Urtica dioica* L.	Urticaceae	Cr(GR)	En(Iran, Irag)
	Veronica anagalloides Guss.	Scrophulariaceae	Th	ES, IT
	Veronica orientalis Mill.	Scrophulariaceae	He	ES, IT
	Vicia cracca L.	Fabaceae	He	ES, IT
	Vicia ervilia Willd.	Fabaceae	Th	PL
	Vicia subvillosa Boiss.	Fabaceae	Cr(GR)	ES, IT
	Viola arvensis Murray	Violaceae	He	ES, IT

تشکر و قدردانی

نویسندگان لازم می‌دانند از زحمات مسؤولان محترم مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل که در ارایه امکانات مساعدت داشته‌اند، قدردانی نمایند. همچنین از همکاری صمیمانه آقایان دکتر مصطفی اسدی و بهنام حمزه‌ای، از مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع نیز به جهت شناسایی تعدادی از گونه‌های گیاهی و همکاران گرامی در مرکز تحقیقات اردبیل، به ویژه آقایان یونس رستمی‌کیا، محرم هوشیار، سخاوت رفیعی و علی صمدزاده به جهت کمک به برداشت‌های صحرایی و سرکار خانم آسیابی‌زاده به جهت کمک به تنظیم نمونه‌های گیاهی قدردانی می‌شود.

منابع

اسدی، م.، معصومی، ع. ا.، خاتمساز، م. و مظفریان، و. (۱۳۷۸-۱۳۸۹) فلور ایران (شماره‌های ۱-۶۰). مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران.

اکبرلو، م. (۱۳۸۸) بررسی اثرات شیوه‌های رایج بهره‌برداری با مؤلفه‌های پوشش گیاهی چمن‌زارهای کوهستانی چالدران درآذربایجان غربی. رساله دکتری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

جوانشیر، ع. (۱۳۶۸) اکولوژی مراتع سبلان (طرح تحقیقاتی مشترک جهاد سازندگی آذربایجان شرقی و دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز). جهاد سازندگی استان آذربایجان شرقی(تبریز) واحد مرتع. ۶۳-۱۵۲.

حمزه‌ای، ب.، صفوی، س. ر.، عصری، ی و جلیلی، ع. (۱۳۸۹) تجزیه و تحلیل فلورستیک و توصیف مقدماتی پوشش گیاهی ذخیره‌گاه زیست‌کره ارسباران، شمال غرب ایران. مجله رستنیها ۱۱(۱): ۱-۱۶.

صفی‌خانی، ک.، رحیمی‌نژاد، م. و کلوندی، ر. (۱۳۸۵) معرفی رُستنی‌ها، اشکال زیستی گونه‌های گیاهی منطقه کیان نهاوند همدان. فصلنامه پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی ۷۴: ۱۳۸-۱۵۴.

عظیمی مطعم، ف.، طلایی، ر.، آسیابی‌زاده، ف. و هوشیار، م. (۱۳۹۰) معرفی فلور، اشکال زیستی و پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی منطقه جنگلی و حفاظت‌شده فندق لو (استان اردبیل). مجله تاکسونومی و بیوسیستماتیک ۹: ۷۵-۸۸.

قهرمان، ا. (۱۳۵۷-۱۳۷۸) فلور رنگی ایران. جلدهای ۱-۲۰، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران.

قهرمان، ا.، نقی‌نژاد، ع، ر. و عطار، ف. (۱۳۸۳) رویشگاه‌ها و فلور منطقه ساحلی چمخاله-جیر باغ و تالاب ساحلی امیر کلایه. مجله محیط‌شناسی ۳۳: ۴۶-۴۷.

معصومی، ع. (۱۳۶۵) گون‌های ایران (گون‌های یک‌ساله) جلد ۱. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران.

معصومی، ع. (۱۳۸۴) گون‌های ایران جلد ۵. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران.

Archibold, O. W. (1995) Ecology of world vegetation. Chapman and Hall, London.

Davis, D. S. (1965-1988) Flora of Turkey, Vols. 1-10. University of Edinburgh, Edinburgh.

Kamrani, A., Jalili, A., Naqinezhad, A., Attar, F., Maassoum, A. A. and Shaw, S. C. (2011) Relationship between environmental variables and vegetation across mountain wetland sites, N.

Iran. Biologia 66: 76-87.

Klein, J. C. and Lacoste, A. (1995) Les pozzines `a *Carex orbicularis* Boott subsp. *kotschyana* de l'Alborz central (Iran): groupement`a la charnière des regions euro-siberienne et irano-touranienne. Ecologia Mediterranea 12: 75-86.

Komarov, V. L. (ed.). (1934-1954) Flora of the USSR. Vols 1-21. Izdatel'stvo Akademi Nauk SSSR Leningrad (English translation from Russian, Israel program for scientific tranlations, Jeursalem.

Naqinezhad, A. R., Jalili, A., Attar F., Ghahreman A., Wheeler, B. D., Hodgson J. G., Shaw S.C. and Maassoumi, A. (2009) Floristic characteristics of the wetland sites on dry southern slopes of the Alborz Mts., N. Iran: The role of altitude in floristic composition. Flora 204: 254-269.

Raunkiaer, C. (1934) The life forms of plants and statistical plant geography. Charendon Press, Oxford.

Rechinger, K. H. (1963-2005) Flora Iranica (ed.) vols:1-176. Akademische Druk-u verlagsanstalt, Graz.

Takhtajan, A. (1986) Floristic regions of the world. University of California Press, Berkley.

Townsend, C. C., Guest, E. and Al-Rawi, A. (eds.) (1966-1985) Flora of Iraq. Ministry of Agriculture, Baghdad.

تاکسونومی و بیوسیستماتیک، سال چهارم، شماره دهم، بهار ۱۳۹۱، صفحه ۵۳-۶۲
دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۱۰/۲۶ پذیرش نهایی: ۱۳۹۱/۰۱/۲۱

بررسی ویژگی‌های ماکروسکوپی، خرده‌نگاری، شیمیایی و استفاده از آنها در مطالعات سیستماتیک شیمیایی زالزالک گرجی (*Crataegus pontica* C. Koch)

نصراله قاسمی دهکردی، علیرضا قنادی * و علیرضا خباز مهرجردی
گروه فارماکوگنوزی، دانشکده داروسازی و مرکز تحقیقات علوم دارویی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

جنس *Crataegus* در ایران پراکندگی وسیعی دارد. این جنس متعلق به خانواده Rosaceae بوده، ۱۷ گونه آن در ایران موجود است، که یکی از آنها گونه زالزالک گرجی (*Crataegus pontica* C. Koch) است. در این مطالعه ویژگی‌های ماکروسکوپی و میکروسکوپی این گیاه بررسی و این خصوصیات با آنچه در منابع ذکر شده است، مقایسه شد. با بررسی ترکیبات پلی فنلیک موجود در گیاه *C. pontica* طبق روش کروماتوگرافی لایه نازک، نوع احتمالی برخی از فلاونوییدها و اسیدهای هیدروکسی سینامیک موجود در گیاه مشخص شد. هیپروزید، روتین و کلروژنیک اسید مهم‌ترین فلاونوئیدها و هیدروکسی سینامیک اسید موجود در این گونه هستند. همچنین، در بررسی کمّی فلاونوئیدهای گیاه، طبق روش پیشنهادی فارماکوپه آلمان، میزان فلاونول‌های کل اجزای مهم گیاه، شامل برگ، گل و میوه بر اساس هیپروزید اندازه‌گیری شد. با توجه به این که فلاونوئیدها به طور مشخص برای تعیین رابطه‌های سیستماتیک شیمیایی در برخی از گیاهان استفاده می‌شوند، در این تحقیق به بررسی و مقایسه گونه زالزالک گرجی با سه گونه دیگر از همین جنس شامل *C. monogyna* Jacq.، *C. melanocarpa* M. Bieb. و *C. curvisepala* Lind. که در ایران موجود هستند و همچنین گونه استاندارد دارویی این گیاه؛ یعنی *C. oxyacantha* L. پرداخته شد. طی این بررسی‌ها، مشخص شد که در تمام این گونه‌ها هیپروزید، روتین و کلروژنیک اسید سه ترکیب اصلی و مشترک هستند.

واژه‌های کلیدی: *Crataegus pontica*، کلروژنیک اسید، روتین، سیستماتیک شیمیایی، هیپروزید

مقدمه

بیش از ۲۸۰ گونه از جنس *Crataegus* (Ching-Yee *et al.*, 2010) در سراسر جهان، شامل اروپا، خاور میانه، آسیای جنوب شرقی و آمریکای شمالی وجود دارد (Raul *et al.*, 2009). این جنس در ایران دارای پراکندگی زیادی است و ۱۷ گونه آن در ایران وجود دارد (مظفریان، ۱۳۷۵). گیاه زالزالک گرجی با نام علمی *Crataegus pontica* C. Koch گونه‌ای متعلق به این جنس است (Ozcan *et al.*, 2005). از گیاهان این جنس به طور وسیع در طب سنتی و گیاه درمانی

* ghannadi@pharm.mui.ac.ir

کشورهای اروپایی برای درمان برخی از بیماری های قلبی-عروقی استفاده می‌شود (فارماکوپه گیاهی ایران، ۱۳۸۱؛ Xiao-Ping *et al.*, 2010). آثار درمانی گونه‌های زالزالک به خاطر ترکیبات پلی‌فنلیک موجود در آن است (Xiao-Ping *et al.*, 2010). عصاره این گیاه غنی از فلاونوئید و اسیدهای هیدروکسی سینامیک است (Predrag *et al.*, 2005). بیشتر محصولات حاصل از برگ و گل این گیاه بر اساس فلاونوئید تام آن استاندارد شده‌اند (Wieland *et al.*, 2008). نوع، میزان و درصد فلاونوئیدها نشانه کیفیت گیاه است (Urbonaviciute *et al.*, 2006). کلمه فلاونوئید از واژه لاتین فلاوس به معنای زرد رنگ مشتق شده است (Goodwin, 1976)، تا کنون بیش از هزاران ترکیب از دسته فلاونوئیدها از گیاهان مختلف شناسایی و استخراج شده است (Craker and Simon, 1992). آثار بیولوژیک متعددی را در گیاهان به فلاونوئیدها نسبت می‌دهند. این ترکیبات نقش دفاع در برابر پاتوژن‌های گیاهی (Street and Cockburn, 1972)، تأثیرگذار در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و همچنین، نقش احتمالی در فتوسنتز را دارا هستند (Goodwin, 1976; Harborne *et al.*, 1976).

الگوی کیفی و کمّی فلاونوئیدها به طور مشخص در شناسایی سیستماتیک شیمیایی استفاده می‌شود (Husain *et al.*, 1982; Ringl *et al.*, 2007). این ترکیبات به طور گسترده‌ای نسبت به سایر ترکیبات ثانویه در گیاهان پراکندگی دارند، در نتیجه استفاده از آنها به عنوان مارکر در مطالعات سیستماتیک شیمیایی محدود نیست. علاوه بر این، به نظر می‌رسد فلاونوئیدها جزو پایدارترین مواد مؤثره گیاهی باشند و همچنین تغییرات کیفی آنها در سطح گونه‌ها بسیار محدود است. همچنین، این ترکیبات معمولاً به راحتی شناسایی می‌شوند (Lai Fang *et al.*, 2001). با توجه به موارد فوق، فلاونوئیدها بیش از همه ترکیبات ثانویه گیاهی در مطالعات تاکسونومی استفاده می‌شوند (Svehlikova *et al.*, 2002; Albach *et al.*, 2005; Husain *et al.*, 1982).

زالزالک گرجی با نام علمی *C. pontica* C. Koch درختی است با ارتفاع ۶ تا ۱۰ متر که دارای ساقه باریک و محکم با پوست قهوه‌ای مایل به خاکستری و دارای شکاف‌های عمیق طولی است و برگ‌های آن تخم‌مرغی-بادبزنی شکل است، دمبرگ آن کوتاه و گل آن سفید و میوه آن تقریباً کروی و به رنگ زرد طلایی (قهرمان، ۱۳۷۶) و نارنجی (Donmez, 2005, 2009) است. انتشار این گونه از ارمنستان و قفقاز و ایران تا ترکیه پیش می‌رود (ثابتی، ۱۳۷۳) و پراکندگی آن شامل قسمت‌های شمال غرب و غرب و مرکز ایران است (خاتمساز، ۱۳۷۱).

در این تحقیق به بررسی ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی مقدماتی گیاه پرداخته شد، سپس با بررسی کیفی و کمّی فلاونوییدها و اسیدهای هیدروکسی سینامیک موجود در آن به بررسی رابطه‌های سیستماتیک شیمیایی آن با گونه‌های *C. monogyna* Jacq.، *C. melanocarpa* M. Bieb. و *C. curvisepala* Lind. که در ایران موجود هستند و همچنین، گونه استاندارد دارویی آن یعنی *C. oxyacantha* L. که در بیشتر نقاط دنیا از آن به عنوان داروی اصلی این جنس گیاهی استفاده می‌شود؛ پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری گیاه: اندام‌های مختلف دارویی گیاه *C. pontica* از شهرستان ایوان غرب، در اردیبهشت و

شهریورماه ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ جمع‌آوری شد. این شهر دارای طول جغرافیایی ۴۶ و ۱۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۹ دقیقه است، که در شمال غرب استان ایلام واقع شده و متوسط ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۷۰ است. منطقه ایوان غرب، منطقه‌ای از حوزه زاگرس با چین‌خوردگی‌های وسیع است (نوری، ۱۳۷۹). شناسایی سیستماتیک گیاه در دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه انجام پذیرفت.

خشک کردن نمونه‌ها: گیاهان پس از جمع‌آوری در سایه و در معرض جریان هوا خشک شدند. اندام‌های مختلف گیاهی شامل گل، برگ و میوه به قطعات کوچکتر تقسیم شده، پس از خشک شدن در محل خنک قرار گرفته تا از فساد و پوسیدگی آنها جلوگیری شود (عسگری، ۱۳۷۸؛ صمصام شریعت، ۱۳۷۲).

بررسی ماکروسکوپی: در بررسی‌های ماکروسکوپی، ویژگی‌های ظاهری گل، برگ و میوه گیاه *C. pontica* مشخص و با گیاه *C. oxyacantha* مقایسه شد، سپس نمونه‌ها برای خشک کردن آماده شدند (Ghassemi Dehkordi *et al.*, 1996).

شناسایی میکروسکوپی: به منظور انجام آزمایش‌های میکروسکوپی و خرده‌نگاری، پودر گل و برگ گیاهان مورد مطالعه، توسط روش‌های میکروسکوپی معمول و با استفاده از محلول کلرال هیدراته بررسی شد (Ghassemi Dehkordi *et al.*, 1996; Eschrich, 1986).

آزمایش‌های فیتوشیمیایی: با توجه به وجود فلاونوئیدها و اسیدهای هیدروکسی سینامیک به عنوان اصلی‌ترین مواد متشکله گیاه، بررسی دقیق‌تر، شامل شناسایی و تعیین کمّی بر روی این دسته از مواد گیاه صورت گرفت.

عصاره‌گیری: پودر اندام‌های مختلف در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد مخلوط و در داخل یک ارلن عصاره‌گیری و سپس صاف گردید (Wagner *et al.*, 1999).

کروماتوگرافی لایه نازک (TLC): با بهره‌گیری از روش کروماتوگرافی لایه نازک و استفاده از فاز ثابت سیلیکاژل 60G و فاز متحرک اتیل استات-فرمیک‌اسید-اسید استیک گلاسیال-آب (۱۰۰-۱۱-۱۱-۲۷) اقدام به کاشت عصاره حاصله از مرحله قبل بر روی صفحات شد. پس از گسترش حلال بر روی صفحات از معرف Natural product/Polyethylenglycol 4000 برای ظهور لکه‌های فلاونوئیدی موجود در گیاه استفاده شد (Wagner *et al.*, 1999).

تعیین کمّی فلاونوئیدها (فلاونول‌ها) بر اساس هیپروزید: با استناد به وجود فلاونول گلیکوزیدها در گونه‌های گیاه زالزالک گرجی (Wagner, 1988; Wichtl, 1989) و با استفاده از روش مندرج در فارماکوپه گیاهی ایران، درصد فلاونوئیدهای قسمت‌های مختلف گیاه اندازه‌گیری شد (احمدی، ۱۳۷۴؛ فارماکوپه گیاهی ایران، ۱۳۸۱؛ Ghassemi Dehkordi and Ghannadi, 1993) هر تعیین مقدار سه مرتبه تکرار گردید.

۰/۲ گرم از اندام مورد نظر گیاه را در بالن ریخته، مخلوطی از ۱ میلی‌لیتر متنامین یا هگزامتیلن تترا‌آمین ۰/۵درصد در آب، ۲۰ میلی‌لیتر استون و ۲ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲۵ درصد به آن افزوده شد و پس از رفلاکس به مدت نیم ساعت، صاف شده و در یک بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته و مجدداً پودر در دو مرحله و هر بار ده دقیقه با ۲۰ میلی‌لیتر استون رفلاکس و به مخلوط قبلی اضافه گردید و نهایتاً با استون به حجم رسانده شد. به ۲۰ میلی‌لیتر از این محلول، مخلوطی از

۲۰ میلی‌لیتر آب و ۱۵ میلی‌لیتر اتیل استات اضافه شد و پس از به هم زدن، فاز اتیل استانی به یک ارلن ۵۰ میلی‌لیتر منتقل گردید. فاز آب و استون نیز در سه مرحله و هر بار با ۱۰ میلی لیتر اتیل استات استخراج شد و فازهای اتیل استاتی به اتیل استات قبلی افزوده گردید.

مجموعه فازهای اتیل استاتی، دوبار و هر مرتبه با ۵۰ میلی لیتر آب مخلوط و تکان داده شده (دکانته)، در نهایت در یک بالن ۵۰ میلی‌لیتری به حجم رسانده شد. به ۱۰ میلی‌لیتر از این محلول، ۱ میلی‌لیتر از محلول ۲ درصد کلرور آلومینیوم در استیک اسید ۵ درصد در متانول افزوده گردید و در یک بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری به حجم رسانده شد. جذب محلول حاصله پس از نیم ساعت در طول موج ۴۲۵ نانومتر در مقابل محلول شاهد اندازه‌گیری و با استفاده از فرمول تجربی (۱)، درصد فلاونول‌ها بر اساس هیپروزید محاسبه گردید. برای تهیه محلول شاهد، ۱۰ میلی‌لیتر از محلول نمونه اتیل استاتی در بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری ریخته و با محلول ۵ درصد استیک اسید در متانول به حجم رسانده شد. جذب محلول یک درصد از هیپروزید معادل ۵۰۰ در نظر گرفته شد. جذب محلول یک درصد از هیپروزید معادل ۵۰۰ در نظر گرفته شد و از این فرمول تجربی برای محاسبه فلاونول ها در گیاه استفاده گردید.

فرمول تجربی (۱):

$$\text{درصد فلاونول‌ها بر اساس هیپروزید} = \frac{\text{جذب} \times 625}{\text{پودر وزن}\ (g) \times A\ 1\%_{1cm}}$$

نتایج

نتایج ماکروسکوپی: نتایج حاصل از بررسی ماکروسکوپی در جدول شماره ۱ گزارش شده است.

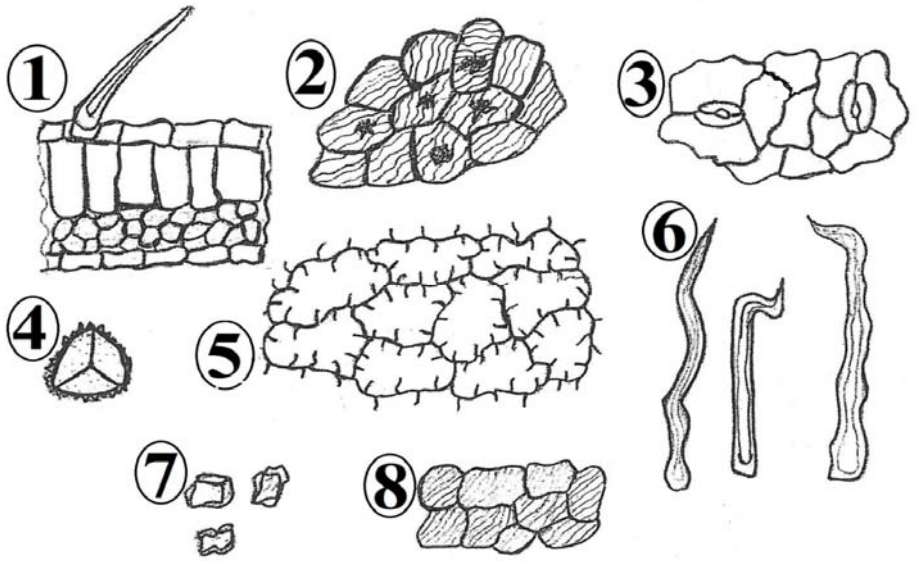
نتایج میکروسکوپی: نتایج حاصل از این بررسی در شکل شماره ۱ آورده شده است.

نتایج حاصل از کروماتوگرافی لایه نازک عصاره: طبق روش ارائه شده در قسمت مواد و روش‌ها، پس از انجام کروماتوگرافی وجود لکه‌هایی با R_f معادل ۰/۳۵، ۰/۴۵ و ۰/۵۵ در مخلوط گل و برگ *C. oxyacantha* و *C. pontica* اثبات شد که با توجه به رنگ لکه در طول موج ۳۶۵ نانومتر و مقایسه R_f و رنگ حاصله با استانداردهای موجود، این لکه‌ها به ترتیب مربوط به روتین، کلروژنیک اسید و هیپروزید است (Wagner *et al.*, 1999).

نتایج حاصل از تعیین کمّی فلاونول‌های گیاهی: نتیجه حاصل از اندازه‌گیری میزان فلاونوییدها طبق روش کار در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های ظاهری گیاهان *C. pontica* و *C. oxyacantha*

نام گیاه	*C. pontica*
برگ	بادبزنی تا تخم‌مرغی، به طول۳ تا ۶ و عرض ۵/۲ تا ۵/۶ سانتی‌متر، دارای ۵ لوب عمیق، دمبرگ کوتاه، با سطح پشتی کرکینه پوش
گل	گل سفید، مجتمع در گل‌آذین‌های حامل تا ۱۴گل، کاسبرگ‌ها مثلثی، گلبرگ‌ها تخم‌مرغی تا تقریباً مدور، دارای ۲ خامه و به ندرت ۳ تا
میوه	تقریباً کروی، به قطر ۱۲ تا ۱۸ میلی‌متر، به رنگ زرد طلایی و نارنجی و خوراکی، دارای ۲-۳ دانه
نام گیاه	*C. oxycantha*
برگ	واژ تخم‌مرغی تا تخم‌مرغی پهن، به طول۳ تا ۷ سانتی‌متر و دارای ۳ تا ۷ لوب، دمبرگ ۱ تا ۳ سانتی‌متر و کوتاه، با سطح پشتی کرکینه پوش
گل	گل سفید و صورتی، گل‌آذین‌های دیهیمی حامل تا گل زیاد، گل به قطر ۱۲ تا ۱۷ میلی‌متر، دارای ۱ تا ۳ خامه
میوه	تقریباً کروی، به قطر ۱۰ میلی‌متر و به رنگ قرمز روشن تا ارغوانی تیره و خوراکی، دارای ۱-۳ دانه



شکل ۱- خرده‌نگاری پودر اندام هوایی گیاه *C. pontica*. 1) از برگ در نمای عرضی با تریکوم غیر ترشحی نوک تیز؛ 2) اپیدرم برگ در نمای سطحی با شکل موّاج همراه با کریستال‌های اگزالات کلسیم؛ 3) اپیدرم برگ همراه با با روزنه های هوایی آنموسیتیک؛ 4) گرده‌های گل سه گوش با سطح خارجی پرزی، از نوع tricolpat؛ 5) بافت اپیدرم گلبرگ؛ 6) تریکوم‌های غیرترشحی، خمیده و کِرِم رنگ؛ 7) ذرات کریستال مکعبی به صورت منفرد؛ 8) بافت اندوتسیوم که در محلول کلرال هیدراته سرد قرمز رنگ است.

جدول ۲-درصد فلاونول‌ها در گیاهان مورد بررسی

نمونه	درصد فلاونول بر اساس هیپروزید
مخلوط گل و برگ *C. oxyacantha*	۰/۶۷±۰/۰۸
مخلوط گل و برگ *C. pontica*	۰/۸۱±۰/۱۰
گل *C. pontica*	۰/۳۴±۰/۰۵
برگ *C. pontica*	۰/۹۵±۰/۱۰
میوه *C. pontica*	۰/۱۵±۰/۰۳

بحث

امروزه علی‌رغم پیشرفت علمی بشر و دستیابی او به داروهای جدید و با تأثیر سریع‌تر، نه تنها توجه به گیاهان دارویی کمتر نشده، بلکه روز به روز بیشتر هم شده است (اصغری، ۱۳۸۵). نزدیک به ۳۰۰ گونه از جنس زالزالک در دنیا شناخته شده است که از نظر زیستی فعال هستند و می‌توانند در علوم مختلف استفاده و بهره‌برداری شوند.

از فرآورده‌های دارویی گیاه زالزالک عمدتاً در درمان بیماری‌های قلبی استفاده می‌شود. خواص آنتی‌اکسیدانت (Xiao-Ping *et al.*, 2010; Ching-Yee *et al.*, 2010)، ضد التهاب و ضد سرطان (Erl-Shyh *et al.*, 2007)، کاهنده قند خون (Alarcon-Aguilara *et al.*, 1998) و کاهنده کلسترول خون در مدل‌های حیوانی (Wieland *et al.*, 2008) برای آن گزارش شده است.

تأثیرات درمانی زالزاک، به ویژه به واسطه وجود ترکیبات پلی فنلیک موجود در آن است (Xiao-Ping, 2010). فلاونوئیدها به طور وسیعی در سیستماتیک گیاهی نیز به کار گرفته شده‌اند (جود و همکاران، ۱۳۸۶؛ Husain *et al.*, 1982). سیستماتیک شیمیایی یا کموسیستماتیک علم کاربرد و استفاده از اطلاعات ترکیبات شیمیایی موجود در گیاه در مسائل مختلف سیستماتیک گیاهی است (جونز و لوچ سینگر، ۱۳۶۹). مواد شیمیایی به طور وسیعی در سیستماتیک گیاهی از تحلیل تنوعات فروگونه‌ای گرفته تا تعیین روابط تبارشناختی خانواده‌ها و گروه‌های تاکسونومیک بالاتر استفاده می‌شوند (جود و همکاران، ۱۳۸۶). پلی‌فنل‌ها در میان مارکرهای شیمیایی موجود در گیاهان، گسترده‌ترین استفاده را در مطالعات سیستماتیک شیمیایی دارند. در میان گروه‌های مختلف فنلی، فلاونوئیدها ترکیباتی هستند که با بیشترین موفقیت به کار رفته و شاید مفیدترین دسته از ترکیبات ثانویه گیاهی از دیدگاه سیستماتیک باشند. در طول ۳۰ سال گذشته، مشخص شده است که فلاونوئیدها می‌توانند در تمام سطوح تاکسونومی تعیین‌کننده باشند و حتی اثبات شده است که می‌توانند در تشخیص هیبریدهای گیاهی به‌کار روند.

مزیت فلاونوئیدها نسبت به ترکیبات ثانویه دیگر، این است که این ترکیبات تغییرات ساختاری را نشان می‌دهند و آنها را می‌توان به چندین نوع تقسیم کرد. همچنین توزیع گسترده آنها در گیاهان، باعث عدم محدودیت استفاده از آنها به عنوان مارکر در مطالعات سیستماتیک می‌شود. پایداری شیمیایی و شناسایی راحت و سریع از مزایای دیگر فلاونوئیدهاست و همچنین، تغییرات کیفی آنها در سطح گونه ها بسیار محدود است (Lai Fang *et al.*, 2001).

این شرایط سبب شده است این ترکیبات با موفقیت در مطالعات تاکسونومی در جنس‌های مختلف استفاده شوند. نمونه‌هایی از این جنس‌ها عبارتند از: *Crataegus* (Sinnott and Phipps, 1983)، *Potentilla* (Asker and Frost, 1970)، *Rubus* (Bammi and Olmo, 1966)، *Hierochloe* (Weimarck, 1970)، *Trichosonrhes* (Masao *et al.*, 1987) و گونه‌هایی از سرخس‌ها (Haufler and Giannasi, 1982).

در مطالعه حاضر با بررسی کیفی فلاونوئیدهای موجود در گونه *C. pontica* به روش TLC مشخص شد که این گونه احتمالاً حاوی فلاونوئیدهای هیپروزید، روتین و کلروژنیک اسید است که به صورت لکه‌هایی با R_f معادل ۰/۳۵ (روتین)، ۰/۴۵ (کلروژنیک اسید) و ۰/۵۵ (هیپروزید) روی صفحه سیلیکاژل در بررسی عصاره‌های گیاه ظاهر شدند.

گونه‌های *C. monogyna* و *C. melanocarpa* (محسنی‌فرد، ۱۳۷۴) و *C. curvisepala* (محتاج، ۱۳۷۴) نمونه‌های دیگری از جنس زالزالک هستند که در ایران موجود بوده و قبلاً مورد مطالعاتی مشابه قرار گرفته‌اند. در این مطالعات، فلاونوئیدهای این گونه‌ها از نظر کیفی و کمّی بررسی شده‌اند. با مقایسه‌ای که بین نتایج حاصل ازاین گونه و گونه‌های نامبرده و نیز گونه استاندارد دارویی گیاه یعنی *C. oxyacantha* صورت گرفت، مشخص شد که در همه این گونه‌ها، هیپروزید، روتین و کلروژنیک اسید به عنوان فلاونوئیدها و هیدروکسی سینامیک اسید شاخص موجود هستند.

در بررسی ماکروسکوپی و میکروسکوپی اندام‌های گیاه، مشخص شد که برخی از این خصوصیات با آنچه

در منابع در مورد سایر گونه‌های گیاه ذکر شده است، یکسان است. نتایج ریخت‌شناسی گیاه نیز تشابهاتی را با سایر گونه ها نشان داد (قهرمان،۱۳۷۶؛ عبدالی، ۱۳۸۹؛ Donmez, 2005, 2009). تفاوت‌های بارزی که در مقایسه با گونه استاندارد دارویی گیاه؛ یعنی *C. oxyacantha* مشاهده شد، شامل شکل برگ وعمیق‌تر بودن لوب‌های آن در *C. pontica* بود. همچنین، دمبرگ‌ها در این گونه نسبت به گونه استاندارد کوتاه‌تر است. گل‌آذین در این گونه متراکم‌تر و رنگ گل‌ها متفاوت بود. گونه زالزالک گرجی دارای میوه‌های کم رنگ و تعداد دانه‌های میوه آن بیشتر بود.

در خرده‌نگاری اندام هوایی *C. pontica*، اپیدرم برگ با روزنه‌های هوایی و گاهی سلول های حاوی کریستال‌های اگزالات کلسیم مشاهده شد. گرده های گل نیز از نوع tricolpat به تعداد زیاد موجود بودند. تریکوم‌های غیرترشحی در شکل‌های خمیده و کِرِم‌رنگ، به تعداد فراوان مشاهده شدند. قطعاتی از بافت اندوتسیوم که در محلول کلرال هیدراته سرد قرمزرنگ بودند نیز دیده شد. بسیاری از خصوصیات میکروسکوپی یاد شده در سایر گونه‌های زالزالک نیز دیده شده است.

به نظر می‌رسد بتوان از فلاونوییدهای هیپروزید و روتین و نیز کلروژنیک اسید در مطالعات آتی سیستماتیک شیمیایی جنس زالزالک یا حتی سایر جنس های گیاهی گیاهان متعلق به خانواده گلسرخیان استفاده نمود، خصوصاً با توجه به این نکته که این سه ترکیب در چندین جنس گیاهی دیگر از زالزالک نیز موجود بوده‌اند (محتاج، ۱۳۷۴؛ محسنی‌فرد، ۱۳۷۴؛ Sinnott and Phipps, 1983).

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان برای تأمین هزینه این طرح تحقیقاتی به شماره ۳۸۹۳۶۸ تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین، از آقای دکتر سید محمد معصومی (دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه) جهت شناسایی گیاه مورد بررسی در این تحقیق سپاسگزاری می‌شود.

منابع

احمدی، ل. (۱۳۷۴) بررسی مورفولوژی و فیتوشیمیایی گونه‌ای از زلزالک *Crataegus pentagyna* در فلور ایران. رساله دکترای عمومی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان.

اصغری، غ. (۱۳۸۵) گیاهان دارویی و تولید داروهای گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی، اصفهان.

ثابتی، ح. (۱۳۷۳) جنگلها، درختان و درختچه‌های ایران. انتشارات دانشگاه یزد، یزد.

جود، و.، کمپل، ک.، کلوگ، الف. و استیونس، پ. (۱۳۸۶) سیستماتیک گیاهی (دیدگاهی تبارشناختی). ترجمه سعیدی، ح. سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی اصفهان، اصفهان.

جونز، س. و لوچ سینگر، آ. (۱۳۶۹) سیستماتیک گیاهی (اصول و روش‌های رده‌بندی). ترجمه رحیمی‌نژاد، م. مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

خاتمساز، م. (۱۳۷۱) فلور ایران. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران.

صمصام شریعت، ه. (۱۳۷۲) عصاره‌گیری و استخراج مواد مؤثره گیاهان و روش‌های شناسایی ارزشیابی آنها. انتشارات مانی، تهران.

عبدالی، م. (۱۳۸۹) جمع‌آوری و شناسایی گیاهان مناطقی از شهرستان ایوان غرب در استان ایلام و بررسی گیاه‌شناسی و فیتوشیمیایی مقدماتی منتخبی از آنها. رساله دکترای عمومی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان.

عسگری، غ. (۱۳۷۸) جمع‌آوری بررسی مقدماتی گیاهان منطقه شاندیز در استان خراسان. رساله دکترای عمومی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان.

فارماکوپه گیاهی ایران (۱۳۸۱) انتشارات وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، تهران.

قهرمان، الف. (۱۳۷۶) فلور ایران. جلد ۱۶. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران.

محتاج، ف. (۱۳۷۴) بررسی مورفولوژی و فیتوشیمیایی گونه‌ای از زلزالک (*Crataegus curvisepala*) در فلور ایران. رساله دکترای عمومی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان.

محسنی‌فرد، پ. (۱۳۷۴) بررسی فارماکوگنوزی چندگونه *Crataegus* روییده شده در ایران. رساله دکترای عمومی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان.

مظفریان، و. (۱۳۷۵) فرهنگ نام‌های گیاهان ایران. فرهنگ معاصر، تهران.

نوری، ش. (۱۳۷۹) مطالعه زمین‌شناسی و جغرافیایی ایوان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، اصفهان.

Alarcon-Aguilara, F., Roman-Ramos, R. and Perez-Gutierrez, S. (1998) Study of the anti-hyperglycemic effect of plants used as antidiabetics. Journal of Ethnopharmacology 61: 101-110.

Albach, D., Grayer, R., Kite, G. and Jensen, S. (2005) Veronica: Acylated flavone glycosides as chemosystematic markers. Biochemical Systematics and Ecology 33: 1167-1177.

Asker, S. and Frost, S. (1970) The "*Potentilla collina* problem": a chemotaxonomic approach. Hereditas 66: 49-69.

Bammi, R. and Olmo, H. (1966) Cytogenetics of *Rubus*. V. Natural hybridization between *R. procerus* P. J. Muell. and *R. laciniatus* Willd. Evolution 20: 617-633.

Ching-Yee, K., Candy, N., Mabel, Y. and Peter, H. (2010) Consumption of dried fruit of *Crataegus pinnatifida* (hawthorn) suppresses high-cholesterol diet-inducedhypercholesterolemia in rats. Journal of Functional Foods 2: 179-186.

Craker, L. and Simon, J. (1992) Herbs, spices and medicinal plants: Recent advances in botany, horticulature and pharmacology. Oryx Press, Phoenix.

Donmez, A. (2005) A new species of *Crataegus* (Rosaceae) from Turkey. Botanical Journal of the Linnean Society 148: 245-249.

Donmez, A. (2009) *Crataegus Zarrei* (Rosaceae), A new species from Iran. Annales Botanici Fennici 46: 439-442.

Erl-Shyh, K., Chau-Jong, W and Wea-Lung, L. (2007) Effects of polyphenols derived from fruit of *Crataegus pinnatifida* on cell transformation, dermal edema and skin tumor formation by phorbol ester application. Food and Chemical Toxicology 45: 1795-1804.

Eschrich, W. (1986) Pulver atlas der drogen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

Ghassemi Dehkordi, N. and Ghannadi, A. (1993) A study on the morphology and phytochemistry of some Iranian Equisetum species. Planta Medica 59: 63.

Ghassemi Dehkordi, N., Ghannadi, A. and Mohtaj, F. (1996) Morphological and phytochemical investigations on *Crataegus curvisepala* and *Crataegus oxyacantha.* Daru Journal of Pharmaceutical Sciences 6: 25-36.

Goodwin, T. (1976) Chemistry and biochemistry of plant pigments. Academic Press, London.

Harborne, J., Mabry, T. and Mabry, H. (1975) The Flavonoids. Chapman and Hall, London.

Haufler, C. and Giannasi, D. (1982) A chemosystematic survey of the fern genus *Bommeria*. Biochemical Systematics and Ecology 10: 107-110.

Husain, S. Z., Heywood, V. H. and Markham, K. R. (1982) Distribution of flavonoids as chemotaxonomic markers in the genus *Origanum* L. and related genera in Labiatae. In: Aromatic plants- basic and applied aspects. (eds. Margaris, N., Koedam, A. and Vokou, D.) 141-153. Martinus Nijhoff Publishers, The Hague.

Lai Fang, N., Bahorun, T. and Khittoo, G. (2001) Chemosystematics: a new source of evidence for the classification of the endemic flora of Mauritius. In: AMAS 2001, Food and Agricultural Research Council, Reduit.

Masao, Y., Hiroharu, F., Mihoko, M., Munehisa, A. and Naokata, M. (1987) A chemosystematic study of flavonoids in the leaves of six *Trichosonrhes* species. Phytochemistry 26: 2557-2558.

Ozcan, M., Hacıseferogulları, H. and Marakoglu, H. (2005) Hawthorn (*Crataegus* spp.) fruit. some physical and chemical properties. Journal of Food Engineering 69: 409-413.

Predrag, L., Irina, P. and Uri, C. (2005) Antioxidant activity of *Crataegus aronia* aqueous extract used in traditional Arab medicine. Journal of Ethnopharmacology 101: 153-161.

Raul, N., Sergio, A. and Carlos, A. (2009) Seed and endocarp traits as markers of the biodiversity of regional sources ofgermplasm of tejocote (*Crataegus* spp.) from Central and Southern Mexico. Scientia Horticulturae 121: 166-170.

Ringl, A., Prinz, S., Huefner, A., Kurzmann, M. and Kopp, B. (2007) Chemosystematic Value of Flavonoids from *Crataegus x macrocarpa* (Rosaceae) with special Emphasids on (*R*)- and (*S*)-Eriodictyol-*7-O*-glucuronide and luteolin-*7-O*- glucuronide. Chemistry and Biodiversity 4: 154-162.

Sinnott, Q. and Phipps, J. (1983) Variation patterns in *Crataegus* series Pruinosae (Rosaceae) in Southern Ontario. Systematic Botany 8: 59-70.

Street, H. and Cockburn, W. (1972) Plant Metabolism. Pergamon Press, Oxford.

Svehlikova, V., Mraz, P., Piacente, S. and Marhold, K. (2002) Chemotaxonomic significance of flavonoids and phenolic acids in the *Hieracium rohacsense* group (*Hieracium* sect. *Alpina*; Lactuceae, Compositae). Biochemical Systematics and Ecology 30: 1037-1049.

Urbonaviciute, A., Jakstas, V. and Kornysova, O. (2006) Capillary electrophoretic analysis of flavonoids in single-styled hawthorn (*Crataegus monogyna* Jacq.) ethanolic extracts. Journal of Chromatography A 1112: 339-344.

Wagner, H. (1988) Pharmazeuttische biologie, 2, Drogen und ihre Inhaltsstoffe, 4 auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

Wagner, H., Baldt, S. and Zaginski, E. (1999) Plant drug analysis. Springer-Verlag, New York.

Weimarck, G. (1970) Spontaneous and induced variation in some chemical leaf constituents in *Hierochloe* (Graminae). Botanical Notiser 123: 231-266.

Wichtl, M. (1989) Teedrogen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mit beschränkter Haftung.

Stuttgart.

Wieland, P., Christine, B. and Andreas, P. (2008) Variability of total flavonoids in *Crataegus* - Factor evaluation for the monitored production of industrial starting material. Fitoterapia 79: 6-20.

Xiao-Ping, D., Xin-Tang, W. and Lin-Lin, C. (2010) Quality and antioxidant activity detection of *Crataegus* leaves using on-linehigh-performance liquid chromatography with diode array detector coupledto chemiluminescence detection. Food Chemistry 120: 929-933.

تاکسونومی و بیوسیستماتیک، سال چهارم، شماره دهم، بهار ۱۳۹۱، صفحه ۶۳-۷۶
دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۷/۲۶ پذیرش نهایی: ۱۳۹۱/۰۲/۱۲

بررسی تاکسونومیک گونه *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas در ایران با تأکید بر نشانگر فلوریستیک و استفاده از روش تعیین زیستگاه ویژه

رمضان کلوندی [۱]*، مرتضی عطری [۱]، زیبا جمزاد [۲] و کیوان صفی‌خانی [۳]
[۱] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
[۲] مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران
[۳] مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، همدان، ایران

چکیده

جنس آویشن (*Thymus* L.) یکی از بزرگترین جنس‌های تیره نعناست. گیاهان این جنس به دلیل دارا بودن اسانس‌های روغنی و کاربرد وسیع در صنایع دارویی و غذایی، ارزش تجاری دارند. در ایران ۱۸ گونه از این جنس شناسایی شده است. به علت توان انتقال ژن در میان جمعیت‌ها، تنوع ریخت‌شناختی بالایی در میان جمعیت‌ها به چشم می‌خورد. گونه *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas یکی از گونه‌های این جنس است که تنها در غرب ایران و شمال عراق پراکنش دارد. برای تعیین وجود تنوع درون گونه‌ای گیاه *T. eriocalyx* از جنبه تاکسونومیک و تشخیص عوامل بوم‌شناختی (اکولوژیک) مؤثر بر آن، از روش تعیین زیستگاه ویژه، برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده شد. بر این اساس، از بین زیستگاه‌های مورد بررسی در کشور ایران، ۱۰ زیستگاه ویژه انتخاب شد. نتایج حاصل از آنالیز داده‌های فلوریستیک (ترکیب رُستنی‌های هر زیستگاه ویژه به عنوان نشانگر فلوریستیک) با نرم‌افزار MVSP، به روش PCO، به تشخیص ۶ گروه متمایز منجر شد که نشان‌دهنده وجود تنوع درون‌گونه‌ای در این گونه گیاهی است. آنالیز داده‌های حاصل از بررسی مورفومتری افراد گونه مورد بررسی از هر زیستگاه ویژه، با استفاده از ۳۳ ویژگی رویشی و زایشی، به روش‌های PCO و UPGMA نیز وجود پنج گروه متمایز را تأیید نمود. آنالیز داده‌های بوم‌شناسی به روش CCA نیز مشخص نمود که عوامل بوم‌شناختی مختلفی در گروه‌بندی و ایجاد تنوع زیستگاه‌های ویژه نقش دارند که در میان آنها عامل ارتفاع، بافت خاک، نفوذپذیری خاک و جهت شیب، در بین عوامل مورد بررسی، در گروه‌بندی زیستگاه‌ها مؤثر بوده است و بر این اساس حداقل سه اکودیم قابل شناسایی و معرفی است.

واژه‌های کلیدی: *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas، ریخت‌شناسی، تاکسونومی، زیستگاه ویژه، اکودیم، ایران

* ramazankalvandi@yahoo.com

مقدمه

جنس آویشن (*Thymus* L.) یکی از جنس‌های مهم خانواده نعناع (Lamiaceae) و از مشهورترین جنس‌های متعلق به گیاهان اسانس‌دار است. جنس *Thymus* متعلق به طایفه Mentheae و زیر خانواده Nepetoideae است (Jalas, 1971). در مورد تعداد گونه‌های آویشن از نظر تاکسونومیک گزارش‌های متفاوتی وجود دارد، اما با در نظر گرفتن کمترین تنوع ریخت‌شناختی، ۲۱۵ گونه از این جنس به وسیله Morales (۲۰۰۲) و ۳۵۰ گونه به وسیله Bown (۱۹۹۵) گزارش شده است. بنا به عقیده Jalas (۱۹۷۱) جنس *Thymus* به ۸ بخش تقسیم شده است. به نظر می‌رسد منطقه غرب مدیترانه، مرکز اصلی و مبدأ این جنس باشد (Morales, 1997). از میان گونه‌های آویشن ۱۸ گونه از ایران شناسایی شده است (جمزاد، ۱۳۸۸) که از این تعداد قبلاً ۱۴ گونه و زیرگونه توسط Rechinger (۱۹۸۲) در فلورا ایرانیکا گزارش شده بود. جنس Thymus یکی از مشکل‌ترین جنس‌های خانواده Lamiaceae است و به دلایل متعدد شناسایی و تعیین موقعیت تاکسونومیک گونه‌ها دشوار است. یکی از این دلایل، هیبریداسیون بین گونه‌ای در این جنس است. علاوه بر هیبریداسیون، تنوع ریخت‌شناختی موجود در گونه‌ها نیز مسأله شناسایی را دشوار می‌کند (جمزاد، ۱۳۷۳). تنوع ریخت‌شناختی بالای موجود در میان جمعیت‌ها به علت توان جریان ژنی در میان جمعیت‌ها و وجود پدیده ماده-دوجنسی (gynodioecious) یا پلی‌مورفیسم جنسی بوده که خود ناشی از ملاقات تعداد زیادی از گونه‌های راسته پروانه‌ها (Lepidoptera) در بین گونه‌های آویشن است (Thompson, 2002). تنوع از نظر رنگ گل، میزان پوشش کرک، شکل، اندازه برگ‌ها و سایر صفات ریخت‌شناختی به چشم می‌خورد که عامل مهمی در پیچیدگی تاکسونومی، شناسایی گونه‌ها، تعیین حدود و مرز ودر نهایت رده‌بندی آنهاست. اصولاً شناسایی گونه‌ها تنها بر اساس نمونه‌های هرباریومی و بدون در اختیار داشتن طیف وسیعی از گونه‌های یک منطقه مشکل است. ۱۴ گونه از این جنس در غرب و شمال غرب ایران پراکنش دارند (جمزاد، ۱۳۸۸). گونه *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas در استان‌های کردستان، کرمانشاه، مرکزی، همدان و لرستان می‌روید و در خارج از ایران در شمال کشور عراق نیز گزارش شده است. تاکنون مطالعات تاکسونومیک خاصی روی این گونه صورت نگرفته است و این بررسی در نوع خود جدید است. ولی مطالعاتی به شرح زیر روی دیگر گونه‌های جنس آویشن در ایران صورت گرفته است:

یاوری و همکاران (۱۳۸۹a) برخی از عوامل بوم‌شناختی، ویژگی‌های ریختی، سطح پلوئیدی و ترکیب اسانس آویشن کرک‌آلود و آویشن آذربایجانی (یاوری و همکاران، ۱۳۸۹b) را بررسی کردند و ارتباط خصوصیات ریختی و بازده اسانس را ارزیابی نمودند. در تحقیقی دیگر، میرزایی‌ندوشن و همکاران (۱۳۸۵) با تجزیه مسیر در صفات مؤثر بر اسانس گیاه *T. pubescens* گزارش نمودند که میزان همبستگی بین صفات ریخت‌شناختی و اسانس، رابطه معنی‌داری وجود دارد، به نحوی که تعداد روزنه و طول برگ بیشترین تأثیر مستقیم بر افزایش اسانس را از خود نشان دادند. تنوع زیستی که نتیجه وجود عوامل بوم‌شناختی مختلف در زیستگاه‌های متفاوت است، ظرفیت و توانایی زیستی هر ناحیه را نشان می‌دهد. یکی از مهم‌ترین ذخایری که به تنوع زیستی منجر می‌شود، تنوع درون و بین‌گونه‌ای

است. ایجاد تنوع درون و بین‌گونه‌ای منشأ اصلی و ذخیره‌گاه گونه‌زایی است و به غنای تاکسون‌ها در یک منطقه منجر می‌شود (Atri *et al.*, 2007). از طرفی ویژگی‌های ریخت‌شناسی، بیشترین ویژگی‌های مورد استفاده در طبقه‌بندی گیاهان به شمار می‌روند و مدت زمان زیادی است که به‌کار می‌روند (Singh, 2001). همچنین، این ویژگی‌ها منبع اصلی شواهد تاکسونومیک از آغاز سیستماتیک گیاهی تاکنون بوده‌اند. صفات ریخت‌شناسی به آسانی مشاهده می‌شوند و در کلیدها وتوصیف‌ها کاربرد عملی دارند (جود و همکاران، ۱۳۸۲). بر این اساس، هدف این تحقیق، علاوه بر شناخت وجود تغییرات ریخت‌شناسی درون‌گونه‌ای از جنبه تاکسونومیک، بررسی عوامل بوم‌شناختی مؤثر بر آن نیز هست. در این راستا، از روش تعیین زیستگاه ویژه (D.S.S., Determination of Special Station) برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده شد، که این روش، الهام گرفته از جامعه‌شناسی گیاهی است. برای یک گونه گیاهی معین، در جامعه‌های گیاهی مختلف زیستگاه‌های مشابهی می‌تواند وجود داشته باشد. این وضعیت، باید در مورد بسیاری از گونه‌های همراه صادق باشد. با وجود این، این زیستگاه‌ها نباید آنچنان مشابه و یکسان باشند، زیرا دست‌کم یکی از مؤلفه‌های زیست‌محیطی؛ یعنی ترکیب رُستنی‌ها متفاوت است؛ با ربط دادن این امر با آنچه که از پویایی ژنتیک جمعیت‌ها می‌دانیم، جمعیت‌هایی که یک گونه به واسطه آنها در جامعه‌های گیاهی مختلف حضور می‌یابد، به احتمال زیاد دارای ترکیب زادمونه‌ای (ژنوتیپیک) کاملاً مشابه با یکدیگر نیستند. با این حال، در اکثر موارد تفاوت‌های موجود برای تشخیص رخ‌مونه‌ای (فنوتیپیک) به اندازه کافی متمایزکننده نیستند؛ ولی در دراز مدت، در رابطه با تحول‌یابی و تکامل، چنین تفاوت‌های آشکاری امکان‌پذیر است (گینوشه، ۱۳۷۵). در روش زیگماتیست، معیار تعیین فرد جامعه، ترکیب رُستنی‌هاست. به بیان دیگر، در مرحله تعیین محل استقرار قطعه نمونه جامعه‌شناختی، تنها بر یکنواختی ترکیب رُستنی‌ها تأکید می‌شود (Poore, 1955). برای اطمینان از این که تنها با یک فرد جامعه سر و کار داریم، تعیین حدود سطحی یکنواخت از رُستنی‌ها، شرطی لازم، ولی ناکافی است (به دلیل مشاهده نشدن برخی از گونه‌ها، به دلیل چیرگی یک یا چند گونه گیاهی) (گینوشه، ۱۳۷۵). بررسی‌های نشان داده است که لازم است برای دقت و صحت، از معیار بوم‌شناختی نیز استفاده شود. این امر به نگرشی موسوم به نئوزیگماتیست بر می‌گردد که در آن برای تعیین محل استقرار قطعه نمونه جامعه‌شناختی، سه معیار فیزیونومیک، فلوریستیک و اکولوژیک (سیمای ظاهری، ترکیب رُستنی‌ها و بوم‌شناختی) به کار می‌رود (عطری، ۱۳۷۵؛ Nazarian *et al.*, 2004).

استفاده از معیار بوم‌شناختی، در مرحله تعیین تابلوی جامعه‌شناسی، این اصل مهم را به اثبات رساند که گونه‌های چندزیستگاهه (Ubiquist) که افراد آنها در زیستگاه‌های مختلف با شرایط بوم‌شناختی متفاوت حضور دارند، در آنالیز داده‌ها در گروه‌های مختلف گروه‌بندی می‌شوند. به بیان دیگر، افراد این گونه‌های گیاهی در زیستگاه‌های مختلف با ترکیب گونه‌ای خاص و متفاوتی همراه هستند. حضور این افراد مختلف در زیستگاه‌های متفاوت، مبین وجود تنوع درون‌گونه‌ای است. بدین ترتیب، تعیین زیستگاه ویژه به عنوان روشی در تعیین تنوع درون و بین‌گونه‌ای ارائه شد (عطری و همکاران، ۱۳۸۶؛ Atri *et al.*, 2009).

برای تعیین سطح و نوع تنوع، از نشانگرهای مختلف (ریخت‌شناسی، ترکیبات شیمیایی، مولکولی و ...) استفاده می‌شود، در پژوهش حاضر از ویژگی‌های ریخت‌شناسی استفاده شد.

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه، پنج استان غربی ایران (استان‌های لرستان، مرکزی، همدان، کرمانشاه و کردستان) بود. محل پراکنش جغرافیایی جمعیت‌های مورد مطالعه *T. eriocalyx* در شکل ۱ نشان داده شده است.

شکل ۱- پراکنش جغرافیایی جمعیت‌های مطالعه شده گونه *T. eriocalyx* در ایران

جمع‌آوری گیاهان از طبیعت به روش تعیین زیستگاه ویژه شکل گرفت. در این روش تاکسون‌هایی بررسی می‌شوند که چندزیستگاهه بوده، پراکندگی و گسترش زیادی داشته، در زیستگاه‌هایی با شرایط بوم‌شناختی مختلف حضور داشته باشند. ابتدا با استفاده از منابع در دسترس نسبت به تعیین پراکنش تاکسون مورد نظر اقدام نموده، سپس با مراجعه به نقاط تعیین شده در مناطق مورد بررسی نسبت به تعیین زیستگاه‌های عمومی تاکسون مورد بررسی اقدام می‌شود، در گام بعدی در هر یک از زیستگاه‌های عمومی بر اساس حضور فرد گونه مورد بررسی و با استفاده از از روش سطح-گونه یا Cain (Cain and Castro, 1959)، زیستگاه‌های ویژه افراد گونه مورد بررسی تعیین می‌شود. روش D.S.S. بر این مبنا و اصل استوار است که مجموع گونه‌هایی که دارای سرشت بوم‌شناختی یکسانی هستند، با ترکیب گونه‌ای ویژه‌ای در یک زیستگاه معین گرد هم می‌آیند. بنابراین ترکیب گونه‌ای یکنواخت سطحی از پوشش گیاهی که بر اساس حضور فرد یا افراد یک گونه معین در شرایط بوم‌شناختی یکسان، تعیین می‌گردد، می‌تواند به عنوان زیستگاه ویژه فرد مورد بررسی در نظر گرفته شود. در این مرحله ۵ فرد از گونه *T. eriocalyx* در مرحله گل‌دهی در هر یک از زیستگاه‌های ویژه (در اینجا ۱۰ زیستگاه ویژه) برای مطالعات مورفومتری و کلیه گونه‌های گیاهی همراه گونه مورد نظر برای شناسایی وآنالیز فلوریستیک جمع‌آوری شد. همچنین، عوامل بوم‌شناختی مانند: ارتفاع، جهت و درصد شیب نیز یادداشت‌برداری و شاخص‌های اقلیمی مناطق مورد مطالعه نیز استخراج شد. نمونه‌هایی از خاک هر زیستگاه ویژه تا عمق ۳۰ سانتی‌متری جهت شناسایی بافت خاک و تعیین برخی خصوصیات آن، نمونه‌برداری شد. نمونه‌های خاک برداشت شده از هر منطقه جهت آنالیز به آزمایشگاه خاک‌شناسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان منتقل شدند و از لحاظ برخی از خصوصیات کمّی و کیفی مانند اسیدیته، هدایت الکتریکی (EC)، درصد مواد خنثی‌شونده، درصد کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل و بافت خاک ارزیابی شدند (جدول‌های ۱، ۲، ۳ و ۴).

جدول ۱- کد جمعیت، محل‌های جمع‌آوری، مختصات جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا و تعداد گونه‌های همراه هر زیستگاه ویژه جمعیت‌های گونه *T. eriocalyx*

کد جمعیت و زیستگاه ویژه	محل جمع‌آوری	مختصات جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	تعداد گونه‌های همراه هر زیستگاه ویژه
۱	استان لرستان، ازنا، سفید کوه، منطقه حفاظت شده پناهگاه حیات وحش	N=33° 26' 51.6″ E=49° 22' 13.2″	۲۲۴۵	۴۴
۲	استان لرستان، ازنا، دره تخت، مهله وک، ارتفاعات اشتران کوه	N=33° 20' 45.3″ E=49° 22' 02.7″	۲۰۵۳	۴۰
۳	استان لرستان، دورود، ۲۰ کیلومتری جاده گهر، جاده روستای سرآوند، بعد از امامزاده شاه عبداله، سمت راست	N=33° 22' 42.5″ E=49° 09' 53.2″	۱۹۰۷	۲۹
۴	استان مرکزی، اراک، ۳۵ کیلومتری جنوب اراک به طرف شازند، روستای دستجرد، روستای سورانه، کوه راسوند	N=33° 52' 57.3″ E=49° 25' 59.20″	۲۳۶۲	۴۲
۵	استان مرکزی، اراک، جاده قم، روستای لته در، کوه آب سر، ارتفاع ۲۲۰۰-۲۵۰۰ متر، شیب شمالی	N=34° 01' 40/1″ E=50° 03' 35/5″	۲۲۰۰-۲۵۰۰	۴۵
۶	استان همدان، ملایر، جوزان، منطقه حفاظت شده لشکر در، شیب‌های شمال و شمال شرقی	N=34° 14 ' 51.9″ E=48° 54' 51.1″	۱۹۴۲-۱۹۷۰	۳۴
۷	استان همدان، تویسرکان، روستای تورمیانک، کوه خان گرمز، شیب شمالی	N=34° 26' 50.5″ E=48° 10' 58.3″	۱۸۶۳	۱۵
۸	استان کرمانشاه، کیلومتر ۱۱ جاده سنقر به بیستون، روبروی ایست بازرسی، روستای احمد آباد، کوه دالاخانی، شیب شمال‌غربی	N=34° 40' 19/8″ E=47° 34' 44/1″	۱۹۳۰-۱۹۵۰	۳۳
۹	استان کردستان، سنندج، جاده قدیم مریوان، گردنه آریز، شیب شمالی و شمال شرقی	N=35°24' 55/8″ E=46° 50' 46/1″	۲۰۳۵-۲۰۷۰	۳۰
۱۰	استان کردستان، سقز، جاده روستای ملقرنی، شیب شمالی	N=36° 15' 15.8″ E=46° 12' 28.5″	۱۸۲۵	۳۰

جدول ۲- شاخص‌های اقلیمی مناطق مطالعه شده

کد رویشگاه	محل رویشگاه	متوسط بارندگی سالانه (میلی‌متر)	متوسط درجه حرارت سالانه (درجه سانتیگراد)	متوسط درجه حرارت سالانه کمینه (درجه سانتیگراد)	متوسط درجه حرارت سالانه بیشینه (درجه سانتیگراد)	تعداد روزهای یخبندان (روز)	اقلیم گسترده (دمارتن)	ایستگاه‌های هواشناسی
۱	سفیدکوه ازنا (استان لرستان)	۴۵۰/۸۸	۱۲/۴	۴/۷	۲۱/۱۶	۱۰۳	مدیترانه‌ای	ایستگاه سینوپتیک ازنای لرستان و لرستان (دوره آماری ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹)
۲	اشترانکوه ازنا (استان لرستان)	۴۵۰/۸۸	۱۲/۴	۴/۷	۲۱/۱۶	۱۰۳	مدیترانه‌ای	ایستگاه سینوپتیک ازنای لرستان و لرستان (دوره آماری و ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹)
۳	منطقه سراوان درود (استان لرستان)	۶۵۵/۴۱	۱۶/۰۱	۱۰/۰۳	۲۲/۲۷	۴۴	نیمه مرطوب	ایستگاه سینوپتیک درود لرستان و لرستان (دوره آماری ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹)
۴	کوه راسوند (استان مرکزی)	۴۵۳/۴	۹/۸	۲/۹	۱۶/۸	۱۱۵	مدیترانه‌ای فراسرد	ایستگاه کلیماتولوژی و سینوپتیک شازند اراک (دوره آماری ۱۳۴۷ تا ۱۳۷۲۵)
۵	ارتفاعات آب سر (استان مرکزی)	۳۶۵/۴	۹/۹	۲/۶	۱۷/۳	۱۲۲	نیمه خشک فراسرد	ایستگاه کلیماتولوژی شمس‌آباد اراک و سینوپتیک اراک (دوره آماری ۱۳۴۷ تا ۱۳۷۲)
۶	کوه لشکر در ملایر (استان همدان)	۲۸۸/۸	۱۳/۴	۶/۴	۴۰	۷۲	نیمه خشک	ایستگاه هواشناسی افسریه ملایر (دوره آماری ۱۹۶۴ تا ۱۹۸۳)
۷	کوه خان‌گرمز تویسرکان (استان همدان)	۳۷۲	۱۳/۰۶	۵/۷	۲۰/۱	۱۰۳	نیمه خشک	ایستگاه هواشناسی گوشه نهاوند و فیروزآباد تویسرکان و نهاوند (دوره آماری ۲۰ ساله)
۸	کوه دالاخانی سنقر (استان کرمانشاه)	۵۷۴/۳	۱۳/۰۵	۵/۲	۲۲/۲	۸۸	نیمه مرطوب	ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه و سنندج و باران‌سنجی سنقر و تبخیرسنجی پل چهر و اسدآباد (دوره آماری ۱۹۵۹ تا ۱۹۹۱ و ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۹)
۹	گردنه آریزر (استان کردستان)	۵۰۵/۱	۱۳/۱	۵/۲	۲۱	۱۱۰	مدیترانه‌ای	ایستگاه سینوپتیک سنندج (دوره آماری ۱۳۴۵ تا ۱۳۶۹)
۱۰	ارتفاعات ملقرنی (استان کردستان)	۵۰۹/۷۷	۱۱/۳	۳/۴	۱۹/۲	۱۱۳	مدیترانه‌ای	ایستگاه سینوپتیک سقز (دوره آماری ۱۳۴۵ تا ۱۳۶۹)

جدول ۳- تجزیه آزمایشگاهی نمونه‌های خاک در رویشگاه‌های مطالعه شده برای گونه *T. eriocalyx*

کد زیستگاه ویژه	عمق طبقه (سانتی‌متر)	درصد نسبی ذرات اصلی خاک			کلاس بافت خاک		درجه نفوذپذیری	میزان نفوذپذیری (cm/H)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)	درصد مواد آلی	درصد کربن آلی	درصد مواد خنثی شونده	هدایت الکتریکی	اسیدیته گل اشباع
		Sand	Silt	Clay	بافت	کلاس									
۱	۰-۳۰	۴۷/۳	۴۱/۶	۱۱/۱	Loam	M	متوسط	۲-۶/۲۵	۵۴۰	۶۵/۲	۶/۰۵	۳/۵۲	۲۹/۰۵	۰/۹۱	۷/۸۵
۲	۰-۳۰	۲۳/۳	۵۴/۹	۲۱/۸	Silt Loam	M	متوسط	۲-۶/۲۵	۴۵۰	۴۶/۶	۴/۷۴	۲/۷۶	۳/۷۴	۰/۵۳	۸/۰۵
۳	۰-۳۰	۲۳/۳	۵۳/۲	۲۳/۵	Silt Loam	M	متوسط	۲-۶/۲۵	۴۴۰	۱۹/۶	۵/۲۱	۳/۰۳	۷/۴۷	۰/۴۶	۸/۱
۴	۰-۳۰	۲۵/۱	۴۰/۵	۲۴/۴	Silt Loam	M	متوسط	۲-۶/۲۵	۳۳۰	۲۲/۰	۱/۶۹	۰/۹۷	۱۴/۹۴	۰/۳	۷/۹
۵	۰-۳۰	۴۲/۸	۴۵/۲	۱۲/۰	Loam	M	متوسط	۲-۶/۲۵	۲۴۰	۱۰/۶	۰/۹۱	۰/۵۳	۳۶/۵۲	۰/۷	۷/۹۴
۶	۰-۳۰	۵۵/۲	۳۵/۴	۹/۴	Loam	M	متوسط	۲-۶/۲۵	۲۳۰	۱۱/۴	۰/۹۱	۰/۵۳	۴۹/۸	۰/۳۹	۸/۱
۷	۰-۳۰	۲۵/۱	۴۴/۳	۳۰/۶	Clay loam	H	نسبتاً کند	۰/۵-۲	۵۷۶	۱۰/۲	۳/۵۱	۲/۰۴	۱۶/۹	۰/۴۴	۷/۹
۸	۰-۳۰	۳۱/۳	۵۲/۱	۱۶/۶	Silt Loam	M	متوسط	۲-۶/۲۵	۵۱۸	۲۸/۰	۴/۳۷	۲/۵۴	۲۰/۳۴	۰/۶۶	۷/۹۵
۹	۰-۳۰	۳۱/۳	۴۱/۶	۲۷/۱	Clay loam	H	نسبتاً کند	۰/۵-۲	۳۹۴	۱۵/۶	۲/۶۶	۱/۵۵	۰/۸۳	۰/۴۹	۷/۴۵
۱۰	۰-۳۰	۳۳/۱	۴۹/۶	۱۷/۳	Loam	M	متوسط	۲-۶/۲۵	۴۳۲	۱۸/۰	۳/۹۷	۲/۳۱	۱۳/۷	۰/۴۷	۷/۹

جدول ۴- طبقه‌بندی خصوصیات ریخت‌شناختی و بوم‌شناختی زیستگاه‌های گونه *T. eriocalyx*

کد زیستگاه	وضعیت شیب						نفوذپذیری خاک			عمق خاک		پوشش		ارتفاع از سطح دریا
	درصد	علامت	کلاس	طبقه	جهت	علامت	درجه نفوذ	میزان نفوذ	کلاس	توصیفی	کلاس	درصد	کلاس	(متر)
۱	۷۰	G	بسیار تند	۵	جنوب شرقی	SE	متوسط	۲-۶/۲۵	۲	کم عمق	۳	۳۵	۳	۲۲۴۵
۲	۶۰	G	بسیار تند	۵	شمال غربی-شمال شرقی	NW-E	متوسط	۲-۶/۲۵	۲	کم عمق	۳	۲۵	۳	۲۰۵۳
۳	۴۵	F	تند	۴	جنوب شرقی-شرقی	SE-E	متوسط	۲-۶/۲۵	۲	کم عمق	۳	۴۰	۳	۱۹۰۷
۴	۱۵	E	نسبتاً تند	۳	شمالی-شمال غربی	N-NW	متوسط	۲-۶/۲۵	۲	کم عمق	۳	۳۰	۳	۲۳۶۲
۵	۴۵	F	تند	۴	شمالی-شمال غربی	N-NW	متوسط	۲-۶/۲۵	۲	کم عمق	۳	۴۰	۳	۲۵۰۰-۲۲۰۰
۶	۵۵	G	بسیار تند	۵	شمال شرقی	NE	متوسط	۲-۶/۲۵	۲	کم عمق	۳	۶۵	۲	۱۹۴۲-۱۹۷۰
۷	۴۰	F	تند	۴	شمالی	N	نسبتاً کند	۰/۱-۲	۳	نیمه عمیق	۲	۸۰	۱	۱۸۶۳
۸	۵۴	G	بسیار تند	۵	شمال غربی	NW	متوسط	۲-۶/۲۵	۲	کم عمق	۳	۸۵	۱	۱۹۵۰-۱۹۳۰
۹	۴۵	F	تند	۴	شمال شرقی	NE	نسبتاً کند	۰/۱-۲	۳	کم عمق	۳	۹۰	۱	۲۰۷۰-۲۰۳۵
۱۰	۵۰	G	بسیار تند	۵	شمالی	N	متوسط	۲-۶/۲۵	۲	کم عمق	۳	۷۵	۱	۱۸۲۵

کلیه نمونه‌های گیاهی (ترکیب رُستنی) هر زیستگاه ویژه شناسایی شد. در ترکیب رُستنی‌های زیستگاه‌های مورد مطالعه، در مجموع ۱۴۸ گونه گیاهی شناسایی شد. تعداد گونه‌های گیاهی همراه هر زیستگاه ویژه در جدول ۱ ذکر شده است (از ذکر نام آنها خودداری شد). نمونه‌های جمع‌آوری شده در هرباریوم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان نگهداری می‌شوند و شناسایی آنها با استفاده از منابع موجود انجام گردید (اسدی و همکاران، ۱۳۶۷-۱۳۸۹؛ صفی‌خانی، ۱۳۸۴؛ صفی‌خانی، ۱۳۸۰؛ قهرمان، ۱۳۵۴-۱۳۸۶؛ جمزاد، ۱۳۸۸؛ مبین، ۱۳۷۶-۱۳۷۹؛ معصومی، ۱۳۶۵-۱۳۸۴؛ Davis, 1965-1988; Townsed and Guest, 1965-1985; Rechinger, 1963-2010). سپس زیستگاه‌های ویژه بر اساس ترکیب رُستنی‌ها (به عنوان نشانگر فلوریستیک) با استفاده از نرم‌افزار MVSP، به روش PCO با ضرایب فاصله میانگین تاکسونومیکی (average taxonomic distance) و مربع اقلیدسی (squared Euclidean) آنالیز و گروه‌بندی گردید. در بررسی‌های ریخت‌شناسی، ۳۳ ویژگی، شامل ویژگی‌های رویشی و زایشی، کمّی و کیفی برای تاکسونومی عددی انتخاب شد (جدول ۵). به منظور انجام آنالیزهای آماری چند متغیره، ویژگی‌های کیفی به صورت ویژگی‌های دو یا چند حالته کدگذاری شدند و برای ویژگی‌های کمّی، میانگین اندازه‌گیری‌ها در افراد (۵ فرد از هر جمعیت) استفاده شد. آنالیز با نرم‌افزار MVSP به روش‌های PCO و UPGMA (با ضریب فاصله میانگین تاکسونومیکی) انجام شد. در نهایت، برای تعیین چگونگی تأثیر عوامل بوم‌شناختی بر تنوع درون‌گونه‌ای از نرم‌افزار MVSP و روش CCA استفاده شد.

جدول ۵- صفات ریخت‌شناسی کمّی و کیفی

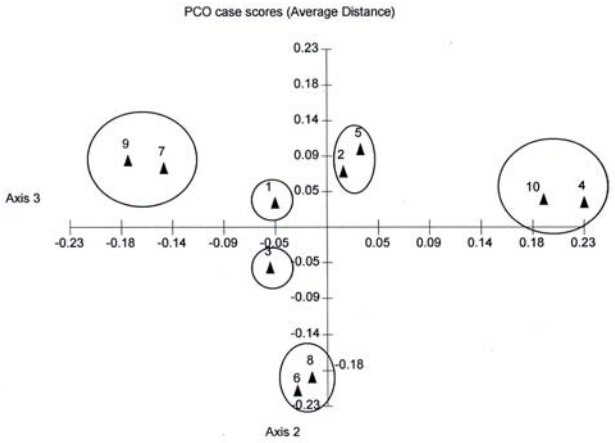
صفات کمّی (میلی‌متر)	-طول گیاه -طول ساقهٔ گل‌دهنده -طول برگ گل‌آذینی -عرض برگ گل‌آذینی -نسبت طول به عرض برگ گل‌آذینی	-طول برگ ساقه‌ای -عرض برگ ساقه‌ای -نسبت طول به عرض برگ ساقه‌ای -طول دمبرگ	-طول کاسه -عرض کاسه -طول دندانه‌های لبهٔ بالایی کاسه -طول دندانه‌های لبهٔ پایینی کاسه -طول لولهٔ کاسه	-طول جام -طول براکتئول -عرض براکتئول
صفات کیفی	-تراکم کرک ساقه -وضعیت کرک ساقه -اندازهٔ کرک ساقه -نوع کرک ساقه -حالت کرک ساقه	-شکل برگ گل‌آذینی -شکل رأس برگ‌های ساقه‌ای -تعداد جفت رگبرگ‌ها	-تراکم کرک سطح رویی برگ -تراکم کرک سطح زیرین برگ -وضعیت کرک برگ‌ها -تراکم غده‌ها -رنگ غده‌ها	-تراکم کرک کاسه -نوع کرک حاشیهٔ دندانه‌های لبهٔ بالایی کاسه -نوع کرک حاشیهٔ دندانه‌های لبهٔ پایینی کاسه

نتایج

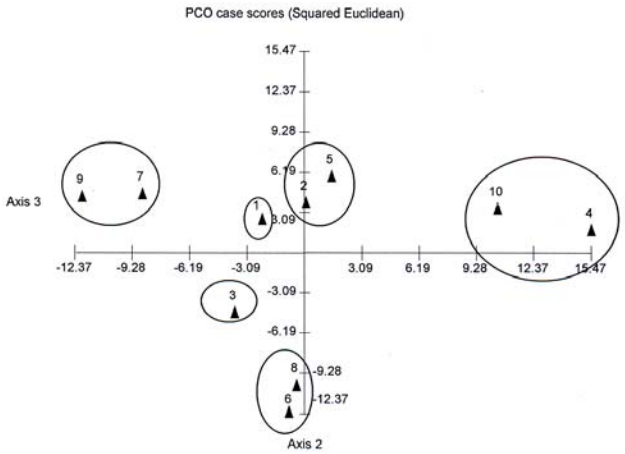
آنالیز زیستگاه‌های ویژه بر اساس ترکیب رُستنی‌ها (به عنوان نشانگر فلوریستیک)، به گروه‌بندی زیستگاه‌ها در ۶ گروه متمایز منجر شد. زیستگاه‌های ۴ و ۱۰ در گروه یک، زیستگاه‌های ۶ و ۸ در گروه دو، زیستگاه‌های ۷ و ۹ در گروه سه، زیستگاه‌های ۲ و ۵ در

گروه چهار و زیستگاه‌های ۱ و ۳ هر کدام در گروه‌های جداگانه قرار گرفتند (شکل‌های ۲ و ۳). این گروه‌بندی، بیانگر وجود تنوع درون‌گونه‌ای در گونه *T. eriocalyx* در مناطق مورد بررسی است. در دندروگرام حاصل از نرم‌افزار MVSP با روش UPGM و ضریب فاصله میانگین (average distance) که بر اساس کلیه ویژگی‌های ریخت‌شناسی کمّی و کیفی و بر اساس میانگین صفات در افراد هر جمعیت، حاصل شده است، اگر خط فرضی حد فاصل ۰/۱۲ و ۰/۱۵ رسم شود، جمعیت‌ها در پنج گروه اصلی قرار می‌گیرند که گروه اول، شامل جمعیت ۳، گروه دوم شامل جمعیت‌های ۲ و ۵، گروه سوم شامل جمعیت‌های ۷ و ۹، گروه چهارم شامل جمعیت‌های ۴ و ۱۰ و گروه پنجم دربرگیرنده جمعیت‌های ۱، ۶ و ۸ است. گروه‌های فنتیکی حاصل از PCO نیز این گروه‌بندی را نشان داد (شکل‌های ۴ و ۵).

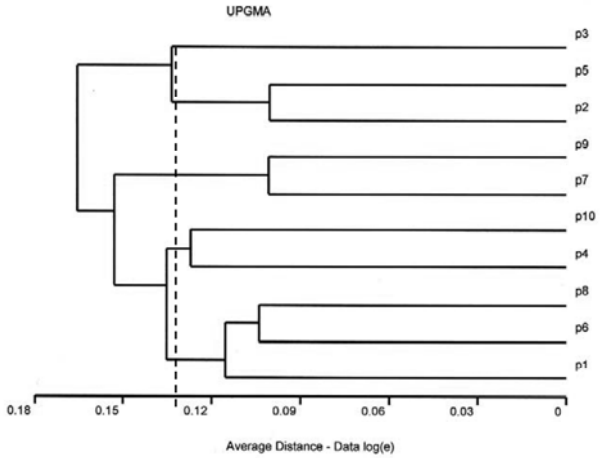
نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل عوامل بوم‌شناختی با روش CCA نشان داد که عوامل بوم‌شناختی مختلفی در گروه‌بندی و ایجاد تنوع زیستگاه‌های ویژه نقش دارند که در میان آنها عوامل: ارتفاع، جهت شیب، نفوذپذیری و بافت خاک در گروه‌بندی زیستگاه‌ها و ایجاد گروه‌های فنتیکی مؤثر است (شکل‌های ۶-الف و ۶-ب).



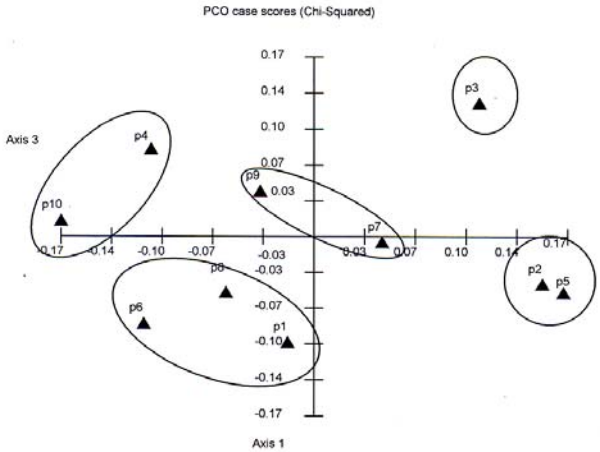
شکل ۲- گروه‌بندی حاصل از آنالیز زیستگاه‌های ویژه بر اساس ترکیب رُستنی‌ها به روش PCO و ضریب فاصله میانگین جمعیت‌های گونه *T. eriocalyx*



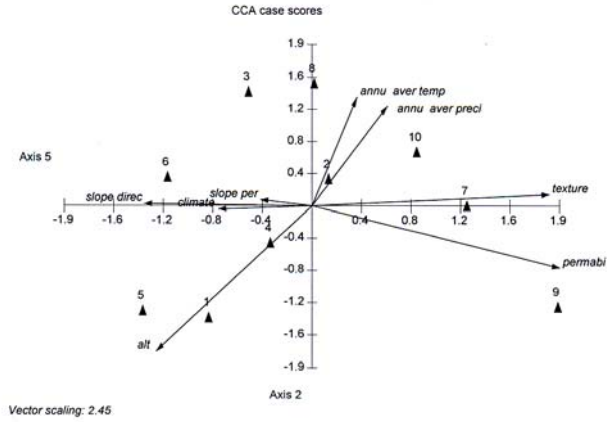
شکل ۳- گروه‌بندی حاصل از آنالیز زیستگاه‌های ویژه بر اساس ترکیب رُستنی‌ها به روش PCO و ضریب مربع اقلیدسی جمعیت‌های گونه *T. eriocalyx*



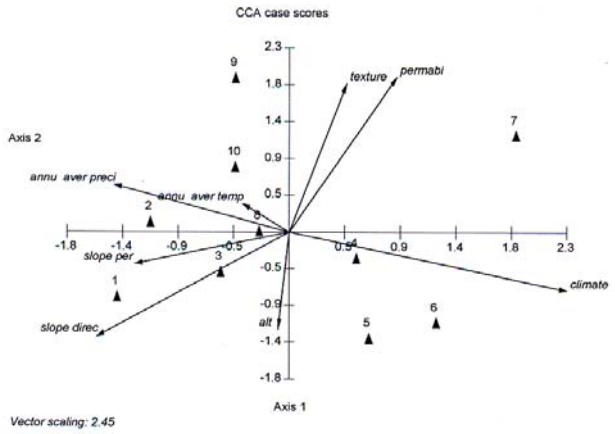
شکل ۴- دندروگرام حاصل از آنالیز داده‌های ریخت‌شناسی به روش UPGM و ضریب فاصله میانگین در جمعیت‌های گونه *T. eriocalyx*



شکل ۵- گروه‌های فنتیک حاصل از آنالیز داده‌های ریخت‌شناسی به روش PCO و ضریب Chi-Squared در جمعیت‌های گونه *T. eriocalyx*



شکل ۶- الف) نتایج حاصل از آنالیز داده‌های بوم‌شناختی زیستگاه‌های ویژه گونه *T. eriocalyx* به روش CCA



شکل۶- ب) نتایج حاصل از آنالیز داده‌های بوم‌شناختی زیستگاه‌های ویژه گونه *T. eriocalyx* به روش CCA

بحث

تنوع زیستی به معنی گوناگونی بین موجودات زنده و مجموعه‌های بوم‌شناختی که این موجودات بخشی از آن سیستم قلمداد می‌شوند، تعریف می‌شود و شامل سه سطح: تنوع درون‌گونه‌ای، بین‌گونه‌ای و بوم‌سازگان است (Hunter, 2002). به طور کلی، دو مکانیسم برای توانایی پراکنش جمعیت‌ها در برابر تغییرات وسیع زیستگاه‌ها بیان شده است: ۱- بردباری به محیط‌های گسترده به وسیله انعطاف‌پذیری فنوتیپی (Phenotypic Plasticity) که دامنه وسیعی از زیستگاه‌ها را شامل می‌شود؛ ۲- سازش، که به طور گسترده فشارهای انتخابی محیط را تحمل می‌کنند (Sexton *et al.*, 2002). بنابراین، فنوتیپ تنها تحت تأثیر ژنوتیپ نیست، بلکه عوامل بوم‌شناختی نیز نقش مهمی در تغییر ژنوتیپ و فنوتیپ دارند. توانایی ایجاد فنوتیپ‌های مختلف از یک ژنوتیپ، تحت تأثیر محیط را انعطاف فنوتیپی می‌نامند (Jothi and Manickam, 2005). توسعه فنوتیپ‌های مختلف، قابلیت برجسته‌ای در گسترش گیاهان و توانایی خوپذیری با تغییرات زمانی و مکانی محیط است. کلیه موجودات زنده در محیط زیست خود تحت تأثیر همزمان عوامل مختلفی قرار می‌گیرند و هیچ موجودی بدون وابستگی به محیط اطراف خود و به شکل مجزا زندگی نمی‌کند. محیط‌های طبیعی که محیط زیست گیاه و اجتماعات گیاهی را به وجود می‌آورند، انواع گوناگونی از عوامل بوم‌شناختی متنوع را به نمایش می‌گذارند. بنابراین، شرایط محیطی زیستگاه منعکس‌کننده ویژگی‌های یک فرد است، زیرا این ویژگی‌ها به شرایط محیطی وابسته‌اند (Hussain and Mahmood, 2004). از آنجا که ترکیب رُستنی‌ها در همبستگی تنگاتنگ با ترکیب عوامل بوم‌شناختی است، بنابراین، به عنوان بهترین معیار برای تشخیص عوامل بوم‌شناختی در یک زیستگاه است. اگر زیستگاه، تغییراتی تدریجی را متحمل شود که با ادامه زندگی جمعیت مربوطه سازگار باشد، ترکیب زادمونی جمعیت نیز تغییر می‌کند؛ به طوری که پس از مدتی کم و بیش طولانی، ترکیب زادمونی مزبور باآنچه که در آغاز بود، تفاوت می‌یابد و جمعیت تحول خواهد یافت. چون زیستگاه در هر نسلی روی زادمون‌های یک جمعیت، عمل جداسازی و تفکیک را انجام می‌دهد، حاصل این انتخاب، یعنی ترکیب زادمونی واقعی باید در زیستگاه‌های مختلف نیز متفاوت باشد، حتی اگر از نظر توپوگرافی در مجاورت و پیوستگی با یکدیگر باشند. به همین دلیل است که حتی بدون داشتن دلایل کافی، به شرط اینکه بپذیریم هر

جامعه گیاهی به زیستگاهی ویژه تعلق دارد، می‌توان پذیرفت هنگامی که یک گونه گیاهی در ترکیب رُستنی‌های چندین جامعه گیاهی حضور دارد، در هر یک از آنها به شکل جمعیت‌های با ترکیب‌های زادمونی واقعی کم و بیش متفاوت حضور دارد؛ هر چند تفاوت‌ها کم و ناچیز باشند. این امر، ارزش معیار جامعه‌شناسی گیاهی برای سیستماتیک را آشکار می‌سازد (گینوشه، ۱۳۷۵). در بررسی تاکسونومیک گونه *T. eriocalyx* در ایران، پیش از مطالعه ریخت‌شناسی جمعیت‌ها برای پی بردن به تنوع فنوتیپی، از تنوع فلوریستیک زیستگاه‌های ویژه، استفاده شد. در این راستا، ترکیب رُستنی‌های زیستگاه‌های ویژه به عنوان نشانگر فلوریستیک با نرم‌افزار MVSP، به روش PCO آنالیز گردید و در نهایت ۶ گروه فلوریستیک تعیین شد (شکل‌های ۲ و ۳). بررسی و آنالیز ۳۳ ویژگی ریخت‌شناسی گونه مورد بررسی با نرم‌افزار MVSP، به روش PCO و UPGMA به تشخیص ۵ گروه فنتیک منجر شد که در همه موارد به جز یک مورد منطبق با گروه‌بندی فلوریستیک است (شکل‌های ۴ و ۵). آن یک مورد اختلاف به جمعیت ۱ مربوط می‌شود که در گروه‌بندی فلوریستیک در یک گروه جداگانه قرار گرفته است ولی در گروه‌بندی فنتیک با زیستگاه‌های ویژه ۶ و ۸ قرار گرفته است. آنالیز داده‌های بوم‌شناختی مربوط به هریک از زیستگاه‌های ویژه نشان داد که عوامل بوم‌شناختی مختلفی در گروه‌بندی و ایجاد تنوع زیستگاه‌های ویژه نقش دارند (شکل‌های ۶-الف و ۶-ب). با توجه به شکل‌های مذکور مشخص می‌شود که مهم‌ترین عامل بوم‌شناختی در گروه‌بندی زیستگاه‌های ویژه ۴ و ۵، عامل ارتفاع است در حالی که عامل بوم‌شناختی مهم در گروه‌بندی زیستگاه‌های ویژه ۷ و ۹، بافت و نفوذپذیری خاک و برای زیستگاه‌های ۱ و ۳ جهت شیب است. سایر زیستگاه‌های ویژه (۲، ۶، ۸ و ۱۰) تحت تأثیر عوامل مختلف بوم‌شناختی مانند جهت و درصد شیب گروه‌بندی می‌شوند. بر این اساس، حداقل سه اکودیم برای گونه مورد مطالعه قابل معرفی است: الف- اکودیم ارتفاع، شامل زیستگاه‌های ۴ و ۵؛ ب- اکودیم خاکی، شامل زیستگاه‌های ۷ و ۹ و ج- اکودیم شیب و درصد شیب که سایر زیستگاه‌های ویژه را در بر می‌گیرد. استفاده از پسوند دیم نشان می‌دهد که خود پسوند، چیزی جز گروهی از افراد خویشاوند یک تاکسون مشخص نیست. معانی دقیق واژه‌ها با استفاده از پیشوندهای گوناگون مشخص می‌شود. در این راستا، اکودیم، دیمی است که در زیستگاه ویژه‌ای وجود دارد؛ فنودیم، دیمی است که از نظر فنوتیپی با دیگر دیم‌ها متفاوت است و فنواکودیم، اکودیمی است که از لحاظ فنوتیپ با دیگر اکودیم‌ها متفاوت است (Gilmour and Gregor, 1939; Gilmour and Heslop-Harrison, 1954; Winsor, 2000).

نتایج این بررسی با نتایج سایر محققان درباره گونه‌های دیگر این جنس که تنوع صفات ریختی جمعیت‌های گوناگون یک گونه در زیستگاه‌های مختلف را نشان داده بودند، همخوانی دارد (یاوری و همکاران،۱۳۸۹b؛ میرزایی‌ندوشن و همکاران، ۱۳۸۵)؛ اما انعکاس تنوع ترکیب فلوریستیک با تنوع ریختی در جنس آویشن برای نخستین بار در این بررسی انجام شد. به نظر می‌رسد تغییرپذیری ریخت‌شناسی، سازگاری به محیط‌های گوناگون و وجود تنوع بالا در این گونه ناشی از چند شکلی حاصل از وجود پدیده ماده-دوجنسی (gynodioecious) و دو رگه‌گیری در جمعیت‌های این گونه باشد که نیازمند بررسی‌های بیشتر است.

منابع

اسدی، و همکاران. (۱۳۶۷-۱۳۸۹) فلور ایران. شماره‌های ۱ تا ۶۵. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران.

جمزاد، ز. (۱۳۷۳) آویشن. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران.

جمزاد، ز. (۱۳۸۸) آویشن‌ها و مرزه‌های ایران. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران.

جود، و. اس.، کمپبل، ک. اس.، کلوگ، آ. آ. و استیونس، پ. اف. (۱۳۸۲) سیستماتیک گیاهی (دیدگاه تبارشناختی). ترجمه سعیدی، ح.، انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان، اصفهان.

صفی‌خانی، ک. (۱۳۸۴) گزارش طرح جمع‌آوری و شناسایی فلور استان همدان. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، همدان.

صفی‌خانی، ک. (۱۳۸۰) جمع‌آوری، شناسایی و معرفی فلور سه ناحیه حفاظت‌شده در استان همدان: ۱- لشکردر ملایر-۲- خان‌گرمز(شرق اسد آباد)-۳-کیان نهاوند. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، اصفهان.

عطری، م. (۱۳۷۵) معرفی جنبه‌هایی از کاربرد روش نئوزیگماتیسم در خاک‌شناسی، سیستماتیک و کورولوژی. مجله زیست‌شناسی ایران (۲)۱ :۱۰۵-۱۲۶.

عطری، م.، کلوندی، ر. و سفیدکن، ف. (۱۳۸۶) معرفی روش DSS (Determination of Special Stations) برای تعیین تنوع درون گونه‌ای با ذکر مثال موردی *Thymus eriocalyx* در ایران. نخستین همایش ملی وتخصصی رده‌بندی گیاهی ایران، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران، ایران.

قهرمان، الف. (۱۳۸۶-۱۳۵۴) فلور رنگی ایران. جلدهای ۱-۲۶. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها ومراتع کشور، تهران، ایران.

گینوشه، م. (۱۳۷۵) فیتوسوسیولوژی (جامعه‌شناسی گیاهی). ترجمه عطری، م.، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران.

مبین، ص. (۱۳۷۶-۱۳۷۹) رُستنی‌های ایران. جلدهای ۱-۴، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ایران.

معصومی، ع. (۱۳۸۴-۱۳۶۵) گون های ایران. جلدهای ۱-۵، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران.

میرزایی‌ندوشن، ح.، مهرپور، ش. و سفیدکن، ف. (۱۳۸۵) تجزیه علیت در صفات مؤثر بر اسانس در سه گونه از آویشن. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی ۷۰: ۸۸-۹۴.

یاوری، ع.، ناظری، و.، سفیدکن، ف. و حسنی، م. ا. (۱۳۸۹a) مطالعه برخی عوامل بوم‌شناختی، ویژگی‌های ریختی، سطح پلوئیدی و ترکیب‌های اسانس آویشن کرک آلود (*Thymus pubescens* Boiss. & Kotschy ex Celak) در دو رویشگاه طبیعی استان آذربایجان شرقی. فصلنامه گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۶(۴): ۵۰۰-۵۱۲.

یاوری، ع.، ناظری، و.، سفیدکن، ف. و حسنی، م. ا. (۱۳۸۹b) بررسی برخی خصوصیات بوم‌شناختی، ریختی، و میزان اسانس آویشن آذربایجانی (*Thymus migricus* Kotschy ex Desj.-Shost). فصلنامه گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۶(۲): ۲۲۷ - ۲۳۸.

Atri, M., Alebouyeh, Z., Mostajer Haghighy, A. and Kalvandy, R. (2009) Introduction of 2 topodemes, 2 pedodemes and 1 basodeme of *Artemisia scoparia* as a medicinal plant from west of Iran. Planta Medica 75(9): 877- 894.

Atri, M., Asgari Nematian, M. and Shahgolzari, M. (2007) Determination and discrimination of intraspecific diversity of *Astragalus gossypinus* by Eco-Phytosociological method from West of Iran. Pakistan Journal of Biological Sciences 10(12): 1947- 1955.

Bown, D. (1995) Encyclopedia of herbs and their uses. Dorling Kindersley, London.

Cain, S. A. O. and Castro, G. M. (1959) Manual of vegetation analysis. Harper and Brothers, New York.

Davis, P. H. (1965-1988) Flora of Turkey. Vols. 1-10. University of Edinburg, Edinburg.

Gilmour, J. S. L. and Gregor, J. W. (1939) Demes: A suggested new terminology. Nature 144: 333.

Gilmour, J. S. L. and Heslop-Harrison, J. (1954) The deme terminology and the units of micro-evolutionary change. Genetica 27: 147-161.

Hunter M. L. Jr. (2002) Fundamentals of conservation biology. 2nd ed. Blackwell Science. Malden, Massachusetts.

Hussain, A. and Mahmood, S. (2004) Response flexibility in *Trifolium alexandrinum* L. a phenomenon of adaptation to spatial and temporal disturbed habitat. Journal of Biological Sciences 4: 380-385.

Jalas, J. (1971) Notes on *Thymus* L. (Labiatae) in Europe in Europe supraspecific classification and nomenclatures. Botanical Journal of the Linnean Society 64: 199-235.

Jothi, G. J. and Manickam, V. S. (2005) Intraspecific variation in some species of Euphorbiaceae from Tirunelveli hills of southern western ghats, Tamil Nadu. Tropical Ecology 46(2): 145-150.

Morales, R. (1997) Synopsis of the genus *Thymus* L. in the Mediterranean area. Lagascalia 19(1-2): 249-262.

Morales, R. (2002) The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In: The genus *Thymus* (eds. Stahl-Biskup, E. and Saez, F.) 1-124. Taylor and Francis Inc, London and New York.

Nazarian, H., Ghahreman, A., Atri, M. and Assadi, M. (2004) Ecological factors affecting parts of vegetation in north Iran (Elica and Duna Watersheds) by employing eco-phytosociological method. Pakistan Journal of Botany 36(1): 41-64.

Poore, M. E. D. (1955) The use of phytosociological methods in ecological investigation: I. The Braun- Blanquet System. The Journal of Ecology 43(1): 226-244.

Rechinger, K. H. (1963-2010) Flora Iranica. Vols. 1-178, Akademische druck-u. Verlagsanstalt Graz-Austria.

Rechinger, k. H. (1982) Labiatae. In: Flora Iranica (ed. Rechinger, K. H.) 150: 532-551. Akademische Druck-U Verlagsanstalt Graz.

Sexton, J. P., Mckay, J. K. and Sala, A. (2002) Plasticity and genetic diversity may allow saltcedar to invade cold climates in North America. Ecological Application 12(6): 1652-1660.

Singh, G. (2001) Plant systematic. 2nd ed., Science Publisher, Inc., Enfield, New Hampshire.

Thompson, J. D. (2002) Population structure and spatial dynamics of genetic polymorphism in Thyme. In: The genus *Thymus* (eds. Stahl-Biskup, E. and Saez, F.) 76-122. Taylor and Francis Inc, London and New York.

Townsed, C. C. and Guest, E. (1965-1985) Flora of Iraq. Vols. 1-9. Ministery of Agriculture, Baghdad.

Winsor, M. P. (2000) Species, demes and the omega taxonomy: Gilmour and the new systematics. Biology and Philosophy 15: 349-388.

تاکسونومی و بیوسیستماتیک، سال چهارم، شماره دهم، بهار ۱۳۹۱، صفحه ۷۷-۹۴
دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۱۲/۲۴ پذیرش نهایی: ۱۳۹۰/۱۲/۰۸

مطالعه مورفومتریک گونه‌های جنس *Erysimum* L. (Brassicaceae) در استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی

سمیه قائم‌پناه [۱]، جمیل واعظی [۲*]، حمید اجتهادی [۱]، محمد فارسی [۳] و محمدرضا جوهرچی [۳]
[۱] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[۲] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
[۳] پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

چکیده

بر اساس فلورا ایرانیکا، جنس *Erysimum* L. در ایران دارای ۲۶ گونه است، که تاکنون ۱۱ گونه آن در استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی گزارش شده است. در این پژوهش، برای نخستین بار دو گونه از آنها، برای فلور این استان‌ها معرفی شده‌اند. شناسایی و تفکیک گونه‌های این جنس، به علت شباهت ظاهری آنها به یکدیگر و نیز دامنه وسیع صفات موفولوژیک کار دشواری است. در این مطالعه سعی شده است با بهره‌گیری از روش مورفومتریک، گونه‌های این جنس در خراسان را از یکدیگر تفکیک نماییم. بدین منظور، ۷۵ صفت مورفولوژیک مربوط به اجزای رویشی و زایشی روی ۸۴ فرد متعلق به ۱۱ گونه و یک نمونه مشکوک مطالعه شد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره به جدایی و تفرق نسبی آرایه‌های مورد مطالعه از یکدیگر منجر شد و نشان داد که ویژگی‌های ریخت‌شناسی تا حد قابل قبولی برای تمایز میان این گونه‌ها مفید هستند، به طوری که سه گروه عمده قابل تشخیص را نشان دادند: گروه اول شامل گونه‌های *E. repandum*، *E. griffithianum*، *E. sisymbrioides*، *E. nanum* و *E. persepolitanu*؛ گروه دوم شامل گونه‌های *E. aitchisonii*، *E. kerbabaevii* و *E. crassipes* و سومین گروه در برگیرنده گونه‌های *E. crassicaule*، *E. stocksianum*، *E. crassicaule* کرک‌دار و *E. ischnostylum* است. در نهایت، کلیدی بر اساس صفات ریخت‌شناسی، برای شناسایی گونه‌های *Erysimum* در استان‌های خراسان معرفی گردید.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، ریخت‌شناسی، Brassicaceae، *Erysimum*

مقدمه

جنس *Erysimum* L. در طایفه Erysimeae از تیره شب‌بو (Brassicaceae) قرار دارد (Koch and Mummenhoff, 2006; Gupta, 2009; Khosravi *et al.*, 2009). جنس *Erysimum* شامل گیاهانی علفی، یک‌ساله، دوساله و یا پایاست (قهرمان، ۱۳۷۲)؛ کرک‌ها معمولاً میان‌چسب، دو شاخه یا چند شاخه و به ندرت

* j.vaezi@scu.ac.ir

منشعب و دندانه‌ای‌اند؛ برگ‌ها سرنیزه‌ای یا خطی، موج‌دار، دندانه‌دار یا کامل هستند؛ گلبرگ‌ها ناخنک‌دار، زرد و یا به ندرت ارغوانی و صورتی‌رنگ (مبین، ۱۳۶۴)؛ کاسبرگ‌ها کوهان‌دار یا فاقد آن هستند؛ خورجین شکوفا، کفه‌های آن دارای یک رگه و غالباً ناوی شکل، کلاله کوتاه و یا با خامه نسبتاً مشخص، سردار یا باریک و محتوی دانه‌هایی است که در یک ردیف قرار دارند (قهرمان، ۱۳۷۲؛ مبین، ۱۳۶۴).

جنس *Erysimum* دارای ۲۲۵ گونه در کل دنیاست (Berry, 2011) که Polatschek و همکاران (۱۹۶۸)، ۴۰ گونه آن را در فلورا ایرانیکا برای فلات ایران معرفی کرده و از این میان ۲۶ گونه از کشور ایران گزارش شده است. بیشترین پراکنش جغرافیایی این جنس در ایران، به غرب کشور محدود می‌شود و تنها پنج گونه از استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی گزارش شده است. البته، با گذشت زمان و بررسی‌های بیشتر به این تعداد افزوده شده و هم اکنون حدود ۱۱ گونه از این جنس در استان خراسان شناسایی شده است. گونه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه عبارتند از: *E. repandum* L., *E. griffithianum* Boiss., *E. sisymbrioides* C. A. Mey., *E. crassicaule* (Boiss.) Boiss., *E. stocksianum* (Boiss.) Boiss., *E. nanum* Boiss. & Hohen., *E. persepolitanum* Boiss., *E. aitchisonii* O. E. Schulz., *E. ischnostylum*, *E. kerbabaevii* Kurbanov & Gudkova, *E. crassipes* Fisch. & C. A. Mey. و نمونه‌ای بسیار شبیه به گونه *E. crassicaule*، ولی کرک‌دار، با طول دمگل و دم میوه بلندتر (*E. crassicaule* کرک‌دار) (Ghahremaninejad *et al.*, 2005; Polatscheck *et al.*, 1968) و مطالعه حاضر).

Polatschek و همکاران (۱۹۶۸) مدتی پس از تألیف کلید شناسایی جنس *Erysimum* در فلورا ایرانیکا، فلور منطقه توران را گزارش نمود و در آنجا کلیدی را که خود در فلور یاد شده ارائه کرده بود، اصلاح کرد، به طوری که دو گونه *E. crassicaule* و *E. stocksianum* را مترادف با یکدیگر معرفی کرد. در فلور فعلی پاکستان نیز این آرایه‌ها، همچنان به صورت دو گونه مجزا معرفی شده‌اند (Nasir, 1973). تفاوتی که در کلیدهای نامبرده برای جداسازی این دو گونه به کار رفته است، عبارتند از: صفات مربوط به محل انشعاب شاخه‌های فرعی و طول اجزای گل. بنابراین، در این مطالعه کوشش خواهیم کرد تا در صورت امکان ارتباط و موقعیت این دو گونه را نسبت به یکدیگر روشن‌تر کنیم.

با وجود مشکلات در به‌کارگیری صفات مورفولوژیک، نقش و اهمیت ویژه این صفات در طبقه‌بندی آرایه‌ها انکارناشدنی است. برای مثال، کرک‌ها، ویژگی‌های با ارزشی برای شناسایی طایفه‌ها، جنس‌ها، گونه‌ها، زیرگونه‌ها و واریته‌ها در تیره Brassicaceae هستند (Dvořák, 1973) و تاکنون کلیدهای شناسایی مختلفی بر اساس صفات کرکی برای آرایه‌های این تیره ارائه شده است (Khalik, 2005).

هدف این مطالعه، تهیه کلیدی برای گونه‌های این جنس در استان‌های خراسان و همچنین، تجزیه و تحلیل صفات مورفولوژیک با استفاده از تجزیه‌های چند متغیره و مرزبندی میان گونه‌های متعلق به جنس *Erysimum* در منطقه مورد مطالعه به روش مورفومتریک است. سؤال‌های تاکسونومیکی که در این مطالعه پاسخ داده خواهند شد، عبارتند از:

۱) آیا تفاوت ریخت‌شناسی متمایزکننده‌ای میان گونه‌های نسبتاً مشابه *E. stocksianum* و *E. crassicaule* وجود دارد؟

۲) آیا افراد مربوط به تاکسون *E. crassicaule* و *E. crassicaule* کرک‌دار، به یک گونه تعلق دارند؟

۳) موقعیت تاکسون‌های *E. kerbabaevii*، *E. crassipes* و *E. aitchisonii* که ظاهری نسبتاً مشابه دارند، نسبت به یکدیگر چگونه است؟

۴) آیا می‌توان سه گونه یک‌ساله و از نظر مورفولوژیک، نسبتاً مشابه این جنس (*E. sisymbrioides*، *E. griffithianum* و *E. repandum*) را از هم تشخیص داد؟

مواد و روش‌ها

نمونه‌های گیاهی: در مطالعه اولیه، ۴۶۸ فرد از نمونه‌های گیاهی موجود در هرباریوم پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد (FUMH) و نیز گیاهانی که در فصل رویشی سال ۱۳۸۹ جمع‌آوری شده بود (جدول ۱)، بررسی شد. از این میان، ۸۴ فرد برای انجام مطالعات بیشتر و اندازه‌گیری صفات انتخاب شد. در این مطالعه سعی شده است برای اندازه‌گیری صفات، تا حد امکان از نمونه‌های هرباریومی و از جمعیت‌های مختلف استفاده گردد، تا نتایج حاصل، تنوع مورفولوژیک بیشتری را در دامنه‌های جغرافیایی وسیع‌تر در برگیرد.

دو گونه از ۱۱ گونه شناسایی شده در استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی (*E. nanum* و *E. kerbabaevii*) (جدول ۱)، برای نخستین بار در این مطالعه، برای فلور این منطقه معرفی شدند. یکی از گونه‌های مورد مطالعه، گونه *E. persepolitanum* است که در فلورا ایرانیکا، در استان‌های خراسان تنها از محلی به نام «بزج» (Bezg) گزارش شده است (Polatscheck *et al.*, 1968). با توجه به وجود دو محل به نام‌های بزد (در جنوب غربی تربت‌جام) و بزق (در شمال غربی کدکن) در استان، با سفر به هر دو منطقه یاد شده و همچنین بازدید از هرباریوم‌های مختلف داخل استانی، مطالعه این گونه میسر نشد. بنابراین، احتمال می‌رود که این گونه یا بنا به دلایل مختلف، از جمله چرای شدید دام از بین رفته باشد و یا شناسایی نمونه جمع‌آوری شده از این مکان، توسط مؤلف این فلور اشتباه انجام شده باشد که اثبات ادعای اخیر، به دیدن نمونه جمع‌آوری شده از این منطقه و همچنین بررسی‌های بیشتر در منطقه نیاز دارد. با این حال، در این مطالعه برای تکمیل نمونه‌برداری، از دو فرد متعلق به این گونه که از استان فارس جمع‌آوری شده بودند، استفاده شده است (جدول ۱). همچنین، در این مطالعه، علاوه بر ۱۱ گونه یاد شده، نمونه‌هایی بررسی شدند که از لحاظ ظاهری شباهت زیادی به نمونه‌های متعلق به گونه *E. crassicaule* داشتند. این نمونه‌ها تنها در چند صفت محدود با گونه یاد شده تفاوت داشتند؛ از جمله صفاتی مانند کرک‌دار بودن سطح ساقه، طول متفاوت دمگل و دم میوه. این نمونه‌های ناشناس نیز با نام "*E. crassicaule* کرک‌دار" برای تعیین جایگاه آنها در میان سایر گونه‌ها در تجزیه‌ها وارد شدند.

جدول ۱- اسامی گیاهان مورد مطالعه، تاریخ و ارتفاع و محل جمع‌آوری آنها به همراه کد هرباریومی و شماره قراردادی متعلق به هر فرد که در تجزیه‌های بعد به‌کار رفته است. (*): گونه‌های موجود در هرباریوم دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد (سایر نمونه‌ها متعلق به هرباریوم پژوهشکده علوم گیاهی (FUMH) هستند). (d): نمونه duplicate از پژوهشکده علوم گیاهی. شماره داخل پرانتز: شماره سریال کارت هرباریومی (کارت فاقد کد هرباریومی بوده است).

کد هرباریومی	نام علمی گونه	محل جمع‌آوری	ارتفاع (m)	تاریخ جمع‌آوری
*۱۰۰۰	*E. crassicaule*	جاده قائن به بیرجند، کیلومتر ۶۰	۱۶۸۳	۱۳۸۹/۲/۵
۲۴۸۰۰	*E. crassicaule*	جاده فردوس به بشرویه، کیلومتر ۱۴، روستای امیرآباد	۱۴۰۰	۱۳۷۴/۱/۲۷
۱۵۱۴۰	*E. crassicaule*	بیرجند، جاده همند- قلعه زری، ۲۰ کیلومتری قلعه زری	۱۶۰۰	۱۳۶۶/۱/۲۰
۱۵۲۶۲	*E. crassicaule*	بشرویه- ارسک، ارتفاعات سد فتح‌آباد	۱۵۵۰	۱۳۶۶/۱/۲۹
۱۴۲۱۷	*E. crassicaule*	جاده قائن به بیرجند، کیلومتر ۳۰	۱۶۰۰	۱۳۶۵/۲/۲۷
۲۶۲۸۳	*E. crassicaule*	جنوب شرق طبس، ارتفاعات روستای نیاز	۱۳۵۰	۱۳۷۵/۱/۲۷
۲۱۶۰۵	*E. crassicaule*	جاده طبس، ۱۰ کیلومتری عشق‌آباد	۱۰۵۰	۱۳۷۱/۲/۱۴
۳۲۰۱۲	کرک‌دار *E. crassicaule*	طبس، شمال غربی نایبند، علی‌آباد، تنگل شن	۱۱۰۰	۱۳۷۸/۲/۲۴
۱۹۸۳۷	کرک‌دار *E. crassicaule*	بین نهبندان و طبس، معدن پنبه نسوز	۱۳۵۰	۱۳۷۰/۲/۱۰
۲۱۴۷۲	کرک‌دار *E. crassicaule*	نهبندان، معدن پنبه نسوز	۱۳۰۰	۱۳۷۱/۱/۲۴
*۱۰۰۱	*E. stocksianum*	شمال سبزوار، کوه‌های بعد از باغجر	۱۲۸۷	۱۳۸۹/۳/۱۱
*۱۰۰۲	*E. stocksianum*	شمال سبزوار، کوه‌های باغجر	۲۱۴۵	۱۳۸۹/۳/۱۱
(d)۱۱۲۷۲	*E. stocksianum*	غرب سبزوار، بین کاهک و داورزن	۱۳۰۰	۱۳۶۷/۳/۱۲
(۹۱۱۱)	*E. stocksianum*	شمال شرق سبزوار، کوه‌های باغجر	۱۴۰۰	۱۳۶۳/۳/۶
۳۹۱۰۷	*E. stocksianum*	شمال سبزوار، کوه‌های افچنگ	۱۷۵۰-۷۰۰	۱۳۸۶/۳/۲۲
۳۱۹۴۷	*E. stocksianum*	غرب کاشمر، درونه، کوه‌های دره آب	-	۱۳۷۸/۱/۲۳
*۱۰۰۳	*E. ischnostylum*	جنوب بجنورد، ارکان به رئین، دوراهی بالی	۲۱۸۶	۱۳۸۹/۳/۱۰
*۱۰۰۴	*E. ischnostylum*	جنوب بجنورد، ارکان به رئین، قبل از دوراهی بالی	۱۷۶۱	۱۳۸۹/۳/۱۰
*۱۰۰۵	*E. ischnostylum*	آشخانه، جوزک-درکش	۱۳۰۰	۱۳۸۹/۲/۱۲
۲۰۷۸۷	*E. ischnostylum*	شمال شرقی بجنورد، گیفان، کوه‌های میسی نو	۲۰۰۰ - ۱۸۰۰	۱۳۷۰/۳/۲۷
*۱۰۰۶	*E. ischnostylum*	قوچان ، منطقه بهار کیش	۱۸۰۰	۱۳۸۹/۲/۲۷
*۱۰۰۷	*E. ischnostylum*	فریزی	۱۸۵۰	۱۳۸۹/۲/۸
۴۰۳۰۳	*E. ischnostylum*	شمال‌غربی بجنورد، ۴ کیلومتری راز به سمت پیربز	۱۶۴۰	۱۳۸۷/۳/۱
۴۰۱۲۱	*E. ischnostylum*	بجنورد، دوراهی جرگلان- غلامان، قرق گوی نیک	۱۴۳۵	۱۳۸۷/۲/۲۹
۴۳۰۸۲	*E. ischnostylum*	شمال فاروج، ۲ کیلومتری شمال قلعه صفا به اوغاز تازه	۲۰۵۰ - ۱۹۵۰	۱۳۸۸/۳/۲۶
۱۹۹۹۷	*E. aitchisonii*	شمال‌تربت حیدریه،دامنه کوه اسفیوخ	۱۷۵۰	۱۳۷۰/۲/۲۳
۲۱۹۷۰	*E. aitchisonii*	بند فریمان	۱۵۰۰	۱۳۷۱/۲/۱۱
*۱۰۰۸	*E. aitchisonii*	مشهد-تربت حیدریه، ۵ کیلومتر مانده به‌تربت حیدریه	۱۶۵۵	۱۳۸۹/۲/۴
*۱۰۰۹	*E. aitchisonii*	جاده قائن به بیرجند، کیلومتر ۲۹	۱۸۰۱	۱۳۸۹/۲/۵
*۱۰۱۰	*E. aitchisonii*	مشهد به‌تربت حیدریه، کیلومتر ۶۵	۱۶۰۰	۱۳۸۹/۲/۳۰
*۱۰۱۱	*E. aitchisonii*	مشهد، کوه‌های آب و برق	-	۱۳۸۹/۲/۱۷
۳۴۰۴۴	*E. aitchisonii*	تربت جام به نبی تاک، کیلومتر ۲۵	۱۰۵۰-۹۰۰	۱۳۸۱/۲/۴

کد هرباریومی	نام علمی گونه	محل جمع‌آوری	ارتفاع (m)	تاریخ جمع‌آوری
*۱۰۱۲	*E. aitchisonii*	مشهد- سرخس، کوه‌های جنوب دریاچه بزنگان	۱۵۰۰ - ۱۰۰۰	۱۳۸۹/۲/۹
*۱۰۱۳	*E. aitchisonii*	مشهد- سرخس، کوه‌های جنوب دریاچه بزنگان	۱۵۰۰ - ۱۰۰۰	۱۳۸۹/۲/۲
۴۰۴۲۷	*E. repandum*	جنوب شرقی بجنورد، روستای چناران، زوچناران	۱۳۶۳	۱۳۸۷/۳/۷
۳۷۲۴۷	*E. repandum*	جنوب غربی بجنورد، رئین، ابتدای دره دلاو	۱۶۹۳	۱۳۸۵/۲/۲
۳۷۱۲۸	*E. repandum*	جنوب غربی بجنورد، رئین، دامنه شمالی کوه شاه نشین	۱۸۴۶	۱۳۸۵/۱/۲۵
۳۷۲۴۶	*E. repandum*	جنوب غربی بجنورد، رئین، ابتدای دره دلاو	۱۶۹۳	۱۳۸۵/۲/۲
۲۴۶۴۱	*E. repandum*	جنوب شرقی طبس، خرو	۱۹۵۰	۱۳۷۳/۱۲/۲۳
۱۷۲۵۰	*E. griffithianum*	بیرجند، ایستگاه طرح اصلاح مراتع سربیشه	۱۸۰۰	۱۳۶۸/۲/۲
۲۶۴۱۶	*E. griffithianum*	جنوب شرقی بیرجند، کیلومتر ۲۲ جاده مود به سربیشه	۱۱۳۰	۱۳۷۵/۲/۱۰
۱۵۱۶۹	*E. griffithianum*	بیرجند- مود، جاده فرعی تیموری، صحت‌آباد	۱۷۰۰	۱۳۶۶/۱/۲۱
۱۸۱۸۶	*E. griffithianum*	شوسف، کوه‌های ذهاب	۱۶۵۰	۱۳۶۹/۱/۲۳
۱۹۲۹۹	*E. sisymbroides*	بیرجند، بین سربیشه و مختاران، فال	۱۷۰۰	۱۳۷۰/۱/۲۰
*۱۰۱۴	*E. kerbabaevii*	روستای پالکانلوی علیا	۹۰۰	۱۳۸۹/۲/۱۹
۳۹۴۸۲	*E. kerbabaevii*	شمال غربی بجنورد، جاده راز، ۱۶ کیلومتری خرتوت	۹۳۱	۱۳۸۷/۱/۲۸
۳۹۰۴۰	*E. kerbabaevii*	بجنورد، ۵ کیلومتری شهرک کال ایمانی به بوزداغی	۸۵۰ -۸۳۵	۱۳۸۶/۳/۹
*۱۰۱۵	*E. repandum*	لوجلی به نامانلو	-	۱۳۸۹/۲/۱۹
*۱۰۱۶	*E. kerbabaevii*	۷-۸ کیلومتری جنوب دربادام	-	۱۳۸۹/۴/۱
۱۸۶۵۵	*E. crassipes*	جنوب درگز، بین ریشخوار و دربندی، کلاته گورنی	۱۸۰۰	۱۳۶۹/۳/۷
۱۵۷۱۹	*E. nanum*	۱۱۰ کیلومتری شمال غربی مشهد، کوه‌های هزار مسجد	۲۷۰۰	۱۳۶۶/۵/۱۱
۳۲۷۳۵	*E. nanum*	شمال شرقی چناران، ۵۶ کیلومتری بقمچ به هزار مسجد	۲۰۰۰	۱۳۷۹/۲/۱۰
*۱۰۱۷	*E. persepolitanum*	استان فارس، کازرون، کتل پیرزن	-	-

صفات ریخت‌شناسی: در مجموع ۷۵ صفت ریخت‌شناسی، شامل ۴۰ صفت کمّی و ۳۵ صفت کیفی، در هر فرد اندازه گرفته شد (جدول ۲). برای انتخاب صفات سعی شد بیشتر از صفاتی که در فلورهای موجود که به عنوان صفات متمایز کننده معرفی شده بودند، استفاده شود. همچنین، با مطالعه بر روی نمونه‌ها برخی از صفاتی که به نظر می‌رسید دارای اهمیت تاکسونومیک باشند نیز برای نخستین بار، مطالعه شدند. در مرحله بعد، تمام داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات وارد ماتریس داده‌ها شدند. در این ماتریس، داده‌های از دست رفته (missing data) با میانگین صفت، در افراد همان گونه جایگزین شدند (Legendre and Legendre, 1998).

جدول ۲- صفات کیفی و کمّی ارزیابی شده در اندام‌های رویشی و زایشی نمونه‌های گیاهی به علاوه نام اختصاری صفات به صورتی که در تجزیه PCA و CA استفاده شده است. صفاتی که به علت عدم داشتن اختلاف معنادار در تفکیک گونه‌ها، حذف و در تجزیه‌های بعدی (PCA و CA) وارد نشدند با علامت * مشخص شده و نیز زیر صفات کمّی (اختصار صفت) خط کشیده شده است.

شماره ترتیب	عنوان صفت (Fa)	اختصار صفت	حالت‌ها/مقیاس
۱	چرخه زندگی	LICY	یک‌ساله:۰ / دوساله:۱ / چندساله:۲
۲	طول گیاه	PLHI	میلی‌متر
۳	رنگ ساقه	STCO	زرد:۰ / زرد تا پسته‌ای:۱ / کامل سبز:۲ / سبز با بن قهوه‌ای:۳ / کامل قهوه‌ای:۴
۴	سطح ساقه*	STSU	فاقد کرک:۰ / کرک‌دار:۱
۵	قطر ساقه در محل یقه *	STDI	میلی‌متر
۶	محل انشعاب *	BRSI	تک انشعابه:۰ / از محل قاعده:۱ / از وسط:۲ / هم از محل قاعده و هم از وسط:۳
۷	تعداد انشعابات از قاعده	BRNB	عدد
۸	تعداد شاخه‌های فرعی از وسط ساقه	BRNM	عدد
۹	نوع کرک ساقه	STTR	فاقد کرک:۰ / ۲ شاخه:۱ / ۲و۳ شاخه:۲ / ۲و۳و۴ شاخه:۳ / ۲و۳و۴و۵ شاخه:۴ / ستاره‌ای (بیش از ۵ شاخه‌دار):۵
۱۰	تراکم کرک ساقه (در میانه)	STTD	فاقد کرک:۰ / خیلی کم و تنک:۱ / متوسط و با فاصله:۲ / متراکم و نزدیک به هم:۳ / خیلی‌متراکم و غیرقابل‌شمارش:۴
۱۱	طول برگ رزت (میانگین سه برگ بالغ و با رشد کامل)	BLLE	میلی‌متر
۱۲	عرض برگ رزت	BLWI	میلی‌متر
۱۳	شکل کلی برگ رزت	BLSH	سرنیزه‌ای (و واژسرنیزه‌ای):۰ / سرنیزه‌ای- قاشقی:۱ / سرنیزه‌ای- خطی:۲ / خطی:۳ / قاشقی:۴ / سرنیزه‌ای- بیضی:۵
۱۴	شکل حاشیه برگ رزت	BLMA	کامل:۰ / دندانه‌دار:۱/ هردو نوع:۲
۱۵	عمق دندانه‌های حاشیه برگ رزت	BLMD	میلی‌متر
۱۶	شکل رأس برگ رزت *	BLAP	گرد (کند):۰ / تیز:۱
۱۷	دمبرگ‌دار بودن برگ رزت *	BLPE	فاقد دمبرگ:۰ / بلند و باریک‌شونده:۱ /دارای دمبرگ:۲
۱۸	نوع کرک سطح رویی برگ رزت	TADB	فاقد کرک:۰ / ۲ شاخه:۱ / ۲و۳ شاخه:۲ / ۲و۳و۴ شاخه:۳ / ۲و۳و۴و۵ شاخه:۴ / ستاره‌ای (بیش از ۵ شاخه‌دار):۵
۱۹	نوع کرک سطح پشتی برگ رزت	TABB	فاقد کرک:۰ / ۲ شاخه:۱ / ۲و۳ شاخه:۲ / ۲و۳و۴ شاخه:۳ / ۲و۳و۴و۵ شاخه:۴ / ستاره‌ای (بیش از ۵ شاخه‌دار):۵
۲۰	تراکم کرک سطح رویی برگ رزت	DADB	فاقد کرک:۰ / خیلی کم و تنک:۱ / متوسط و با فاصله:۲ / متراکم و نزدیک به هم:۳ / خیلی متراکم و غیرقابل‌شمارش:۴
۲۱	تراکم کرک سطح پشتی برگ رزت	DABB	فاقد کرک:۰ / خیلی کم و تنک:۱ / متوسط و با فاصله:۲ / متراکم و نزدیک به هم:۳ / خیلی متراکم و غیرقابل‌شمارش:۴
۲۲	طول برگ ساقه‌ای (میانگین سه برگ کامل از پائین)	SLLE	میلی‌متر

شماره ترتیب	عنوان صفت (Fa)	اختصار صفت	حالت‌ها/مقیاس
۲۳	عرض برگ ساقه‌ای	SLWI	میلی‌متر
۲۴	شکل کلی برگ ساقه‌ای	SLSH	سرنیزه‌ای (و واژسرنیزه‌ای):۰ / سرنیزه‌ای-خطی:۱ / سرنیزه‌ای- بیضی:۲
۲۵	شکل حاشیه برگ ساقه‌ای *	SLMA	کامل:۰ / دندانه‌دار:۱/ هردو نوع:۲
۲۶	عمق دندانه‌های حاشیه برگ ساقه‌ای	SLMD	میلی‌متر
۲۷	شکل رأس برگ ساقه‌ای	SLAP	گرد (کند):۰ / تیز:۱
۲۸	نوع کرک سطح رویی برگ ساقه‌ای	TADS	فاقد کرک:۰ / ۲ شاخه:۱ / ۲ و ۳ شاخه:۲ / ۲ و ۳ و ۴ شاخه:۳ / ۲ و ۳ و ۴ و ۵ شاخه:۴ / ستاره‌ای (بیش از ۵ شاخه‌دار):۵
۲۹	نوع کرک سطح پشتی برگ ساقه‌ای	TABS	فاقد کرک:۰ / ۲ شاخه:۱ / ۲و۳ شاخه:۲ / ۲و۳و۴ شاخه:۳ / ۲و۳و۴و۵ شاخه:۴ / ستاره‌ای (بیش از ۵ شاخه‌دار):۵
۳۰	تراکم کرک سطح رویی برگ ساقه‌ای	DADS	فاقد کرک:۰ / خیلی کم و تنک:۱ / متوسط و با فاصله:۲ / متراکم و نزدیک به هم:۳ / خیلی متراکم و غیرقابل‌شمارش:۴
۳۱	تراکم کرک سطح پشتی برگ ساقه‌ای	DABS	فاقد کرک:۰ / خیلی کم و تنک:۱ / متوسط و با فاصله:۲ / متراکم و نزدیک به هم:۳ / خیلی متراکم و غیرقابل‌شمارش:۴
۳۲	چند شکل بودن برگ‌ها	POLE	هم‌شکل:۰ / دو شکل:۱
۳۳	نسبت طول ساقه برگ‌دار به طول کل گیاه	SLTL	عدد
۳۴	تراکم گل‌ها در (۱/۵ سانتی‌متر) رأس گل‌آذین	FLDE	عدد
۳۵	طول گل‌آذین	INLE	میلی‌متر
۳۶	تعداد اجزای زایشی (اعم از غنچه، گل و میوه)	NRCO	عدد
۳۷	نسبت طول گل‌آذین به طول گیاه	ILTL	عدد
۳۸	نسبت طول گل‌آذین به تعداد اجزای زایشی*	ILTN	عدد
۳۹	طول دمگل	PELE	میلی‌متر
۴۰	نوع کرک دمگل	PETR	فاقد کرک:۰ / ۲ شاخه:۱ / ۲و۳ شاخه:۲ / ۲ و ۳ و ۴ شاخه:۳ / ۲ و ۳ و ۴ و ۵ شاخه:۴ / ستاره‌ای (بیش از ۵ شاخه‌دار):۵
۴۱	تراکم کرک دمگل	PETD	فاقد کرک:۰ / خیلی کم و تنک:۱ / متوسط و با فاصله:۲ / متراکم و نزدیک به هم:۳ / خیلی متراکم و غیرقابل‌شمارش:۴
۴۲	محل پراکنش کرک بر روی دمگل	PETS	ندارد:۰ / فقط در رأس:۱ / یکنواخت پراکنده در کل سطح:۲ / پراکنده در کل سطح باتراکم خیلی بیشتر در رأس:۳
۴۳	طول کاسبرگ کیسه‌ای	BSLE	میلی‌متر
۴۴	طول کاسبرگ کوهان‌دار	HSLE	میلی‌متر
۴۵	عرض کاسبرگ کیسه‌ای	BSWI	میلی‌متر
۴۶	عرض کاسبرگ کوهان‌دار	HSWI	میلی‌متر
۴۷	نوع کرک کاسبرگ	SETR	فاقد کرک:۰ / ۲ شاخه:۱ / ۲و۳ شاخه:۲ / ۲ و ۳ و ۴ شاخه:۳ / ۲ و ۳ و ۴ و ۵ شاخه:۴ / ستاره‌ای (بیش از ۵ شاخه‌دار):۵

شماره ترتیب	عنوان صفت (Fa)	اختصار صفت	حالت‌ها/مقیاس
۴۸	تراکم کرک کاسبرگ	SETD	فاقد کرک:۰ / خیلی کم و تنک:۱ / متوسط و با فاصله:۲ / متراکم و نزدیک به هم:۳ / خیلی متراکم و غیرقابل‌شمارش:۴
۴۹	نسبت طول به عرض پهنک گلبرگ*	PLTW	بدون مقیاس
۵۰	طول گلبرگ	PETL	میلی‌متر
۵۱	عرض پهنک گلبرگ	PEWI	میلی‌متر
۵۲	طول ناخنک گلبرگ	CLLE	میلی‌متر
۵۳	نسبت طول ناخنک به طول پهنک گلبرگ	CLTP	بدون مقیاس
۵۴	شکل رأس گلبرگ	PEAP	گرد:۰ / فرو رفته:۱ / صاف:۲
۵۵	طول خامه گل	FSLE	میلی‌متر
۵۶	طول میله پرچم بلند	LSLE	میلی‌متر
۵۷	طول میله‌ی پرچم کوتاه	SSLE	میلی‌متر
۵۸	طول بساک در پرچم بلند	LSAL	میلی‌متر
۵۹	طول بساک در پرچم کوتاه	SSAL	میلی‌متر
۶۰	عرض بساک در پرچم بلند *	LSAW	میلی‌متر
۶۱	عرض بساک در پرچم کوتاه	SSAW	میلی‌متر
۶۲	طول میوه	FRLE	میلی‌متر
۶۳	عرض میوه *	FRWI	میلی‌متر
۶۴	شکل کلی میوه	FRSH	خطی:۰ / دانه تسبیحی:۱ / استوانه‌ای:۲ / در میوه‌های جوان‌ترخطی ولی در میوه‌های خشک شده و بالغ دانه‌تسبیحی:۳
۶۵	نوع کرک‌های سطح میوه	FRTR	فاقد کرک:۰ / ۲ شاخه:۱ / ۲و۳ شاخه:۲ / ۲ و ۳ و ۴ شاخه:۳ / ۲ و ۳ و ۴ و ۵ شاخه:۴ / ستاره‌ای (بیش از ۵ شاخه‌دار)/ ۲ تا بیش از ۵ شاخه‌دار:۶
۶۶	تراکم کرک‌های سطح میوه	FRTD	فاقد کرک:۰ / خیلی کم و تنک:۱ / متوسط و با فاصله:۲ / متراکم و نزدیک به هم:۳ / خیلی متراکم و غیرقابل‌شمارش:۴
۶۷	زاویه میوه با سطح افق	FRAN	درجه
۶۸	شکل رأس کلاله (در رأس میوه) *	STSH	سرسان:۰ / دولوبه خیلی کوچک:۱ / دو لوبه کاملاً متباعد:۲ / سرسان-دولوبه کوچک:۳ / بریده:۴
۶۹	طول پایک میوه	FRPL	میلی‌متر
۷۰	طول خامه (بر روی میوه)	FSTL	میلی‌متر
۷۱	عرض خامه (بر روی میوه)	FSTW	میلی‌متر
۷۲	نسبت عرض میوه به عرض خامه (در میوه) *	FWTS	بدون مقیاس
۷۳	ضخامت دم نسبت به عرض میوه	PTFW	باریک‌تر:۰ / تقریباً مساوی:۱/ ضخیم‌تر:۲
۷۴	ضخامت دم میوه نسبت به دمگل *	PTPE	باریک‌تر:۰ / تقریباً مساوی:۱/ ضخیم‌تر:۲
۷۵	داشتن براکته	HABR	ندارد:۰ /دارد:۱

تجزیه داده‌ها: به منظور بررسی الگوی روابط میان آرایه‌ها و گروه‌بندی آنها، در مرحله اول، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Analysis) با استفاده از نرم‌افزار CANOCO نسخه ۴/۵ (Ter Braak and Smilauer, 2002) صورت گرفت. به علت عدم گروه‌بندی مشخص، برای حذف صفات نامناسب و غیر متمایزکننده، از آزمون Kruskal-Wallis H کمک گرفته شد. آزمون اخیر در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد. Kruskal-Wallis H یکی از آزمون‌هایی است که برای مقایسه متغیرها درمیان دو یا چند گروه افراد مستقل از هم استفاده می‌شود. این آزمون معادل nonparametric تجزیه واریانس یک‌طرفه است. این آزمون زمانی استفاده می‌شود که داده‌های کمّی به‌کار رفته در تحقیق از توزیع نرمال برخوردار نباشند (شرط به‌کارگیری روش‌های غیر پارامتری). با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov توزیع داده‌های کمّی بررسی شد. برخی از صفات دارای توزیع غیرنرمال، با به‌کارگیری روش تبدیل (transformation) lg10 نرمال شدند، اما بقیه صفات از توزیع نرمالی برخوردار نشدند. با استفاده از آزمون Kruskal-Wallis، سه صفت (محل انشعاب، ضخامت دم میوه نسبت به دمگل و عرض میوه) از ۷۵ صفت مورد مطالعه، به طور معنی‌داری گونه‌های مورد مطالعه را از یکدیگر متمایز نکردند. بنابراین، در مرحله بعد برای حذف بیشتر صفات و باقی ماندن صفات متمایزکننده‌تر، در ابتدا آزمون تک متغیره Mann-Withney U (معادل Independent samples t-Test در آزمون‌های غیر پارامتری) را برای جفت گونه‌هایی که در تجزیه PCA اولیه به صورت در هم آمیخته و نزدیک به یکدیگر قرار گرفته بودند، انجام داده و مابقی صفاتی را که در جدایی این گونه‌های نزدیک به هم نقشی نداشتند، از ماتریس اولیه صفات حذف کرده که این کار به حذف ۱۰ صفت دیگر منجر شد. در ادامه، تجزیه چند متغیره PCA، مجدداً با استفاده از ۶۲ صفت باقی مانده تکرار شد. داده ها در طی این آزمون، ابتدا استاندارد و سپس ماتریکس همبستگی (correlation matrix) برای آنها محاسبه شد. در مرحله بعد برای تأیید گروه‌بندی حاصل از PCA، تجزیه خوشه‌ای (CA, Cluster Analysis) نیز به روش UPGMA انجام شد. تجزیه اخیر به کمک نرم‌افزار NTSYS نسخه ۲/۰ انجام پذیرفت. در پایان نیز برای تعیین صفات مناسب برای استفاده در کلید شناسایی، جداکنندگی صفات برای جفت گونه‌های نزدیک به هم بررسی شد. برای این منظور، از آزمون تک متغیره Mann-Withney U در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد (جدول ۳).

جدول ۳- فهرست صفات متمایزکننده گونه‌های با خویشاوندی و شباهت مورفولوژیک نزدیک به هم، به کمک آزمون Mann-Withney U و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶، برای تعیین سطح معنی‌داری صفات اندازه‌گیری شده برای گونه‌های مورد نظر. عدد داخل پرانتز بیانگر شماره صفت بر اساس جدول ۲ است.

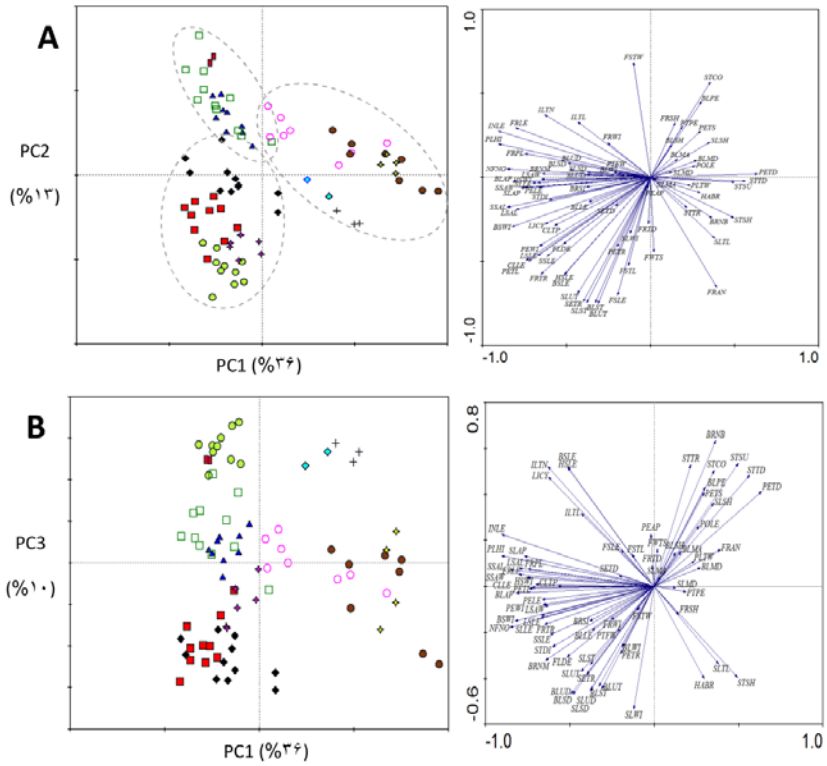
crassi=*E. crassicaule*، stock=*E. stocksianum*، crassi*=کرک‌دار *E. crassicaule*، kerba=*E. kerbabaevii*، aitchi=*E. aitchisonii*، crassip=*E. crassipes*، sisy=*E. sisymbrioides*، griff=*E. griffithianum*، repan=*E. repandum*، nanum=*E. nanum* و perse=*E. persepolitanum*.

No.	crassi & stock	crassi & crassi*	kerba & aitchi	kerba & crassip	sisy & griff	repan & griff	nanum & perse
1	BLLE (11)	PLHI (2)	LICY (1)	PLHI (2)	PLHI (2)	PLHI (2)	PLHI (2)
2	DADB (20)	STTD (10)	STTR (9)	STCO (3)	BRNM (8)	BRNB (7)	BRNB (7)
3	DABB (21)	BLSH (13)	STTD (10)	BRNM (8)	BLSH (13)	STTD (10)	SLLE (22)
4	SLLE (22)	DADS (30)	BLLE (11)	STTR (9)	BLMA (14)	BLWI (12)	INLE (35)
5	ILTL (37)	POLE (32)	BLWI (12)	STTD (10)	BLMD (15)	SLWI (23)	ILTL (37)
6	PELE (39)	INLE (35)	BLSH (13)	BLLE (11)	DADB (20)	SLMD (26)	SSLE (57)
7	PETD (41)	NRCO (36)	DADB (20)	BLWI (12)	DABB (21)	PELE (39)	SSAL (59)
8	PETS (42)	ILTL (37)	SLWI (23)	BLSH (13)	SLLE (22)	BSLE (43)	FSTW (71)
9	BSLE (43)	PELE (39)	SLSH (24)	BLMA (14)	SLWI (23)	HSLE (44)	FWTS (72)
10	HSLE (44)	PETR (40)	POLE (32)	BLMD (15)	SLMD (26)	BSWI (45)	-
11	BSWI (45)	PETD (41)	SLTL (33)	TADB (18)	TABS (29)	HSWI (46)	-
12	SETD (48)	PETS (42)	FLDE (34)	TABB (19)	DADS (30)	PETL (50)	-
13	PETL (50)	FSLE (55)	ILTN (38)	DADB (20)	DABS (31)	PEWI (51)	-
14	PEWI (51)	FRAN (67)	PELE (39)	DABB (21)	INLE (35)	CLLE (52)	-
15	CLLE (52)	FRPL (69)	PETR (40)	SLWI (23)	ILTL (37)	CLTP (53)	-
16	PEAP (54)	FSTL (70)	PETD (41)	TADS (28)	ILTN (38)	LSLE (56)	-
17	FSLE (55)	FSTW (71)	PETL (50)	TABS (29)	BSWI (45)	SSLE (57)	-
18	LSLE (56)	-	PEWI (51)	SLTL (33)	PEWI (51)	LSAL (58)	-
19	SSLE (57)	-	CLTP (53)	INLE (35)	FSLE (55)	SSAL (59)	-
20	LSAL (58)	-	FSLE (55)	NRCO (36)	SSAW (61)	SSAW (61)	
21	SSAL (59)	-	LSLE (56)	ILTL (37)	FRLE (62)	FRLE (62)	-
22	FRSH (62)	-	SSLE (57)	SETR (47)	FRTD (66)	FRTR (65)	-
23	FRPL (69)	-	LSAL (58)	SSLE (57)	FRAN (67)	FRAN (67)	-
24	FSTL (70)	-	SSAL (59)	FRTR (65)	PTFW (73)	FRPL (69)	-
25	FSTW (71)	-	SSAW (61)	FRAN (67)	-	-	-
26	FWTS (72)	-	FRLE (62)	FSTL (70)	-	-	-
27	PTFW (73)	-	FRSH (64)	PTFW (73)	-	-	-
28	HABR (75)	-	FRPL (69)	-	-	-	-
29	-	-	FSTL (70)	-	-	-	-

نتایج

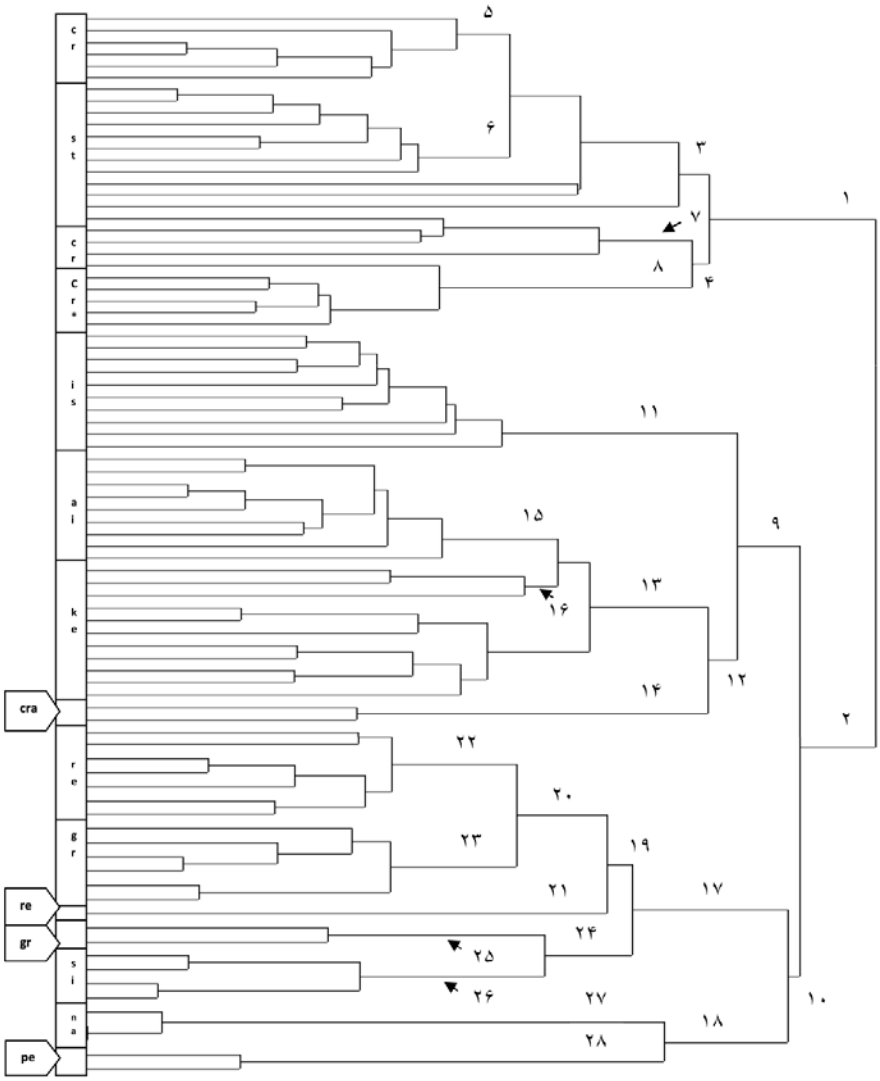
آزمون تک‌متغیره Mann-Withney U: به کمک این آزمون، ۱۰ صفت دیگر که دارای اهمیت کمتری در تمایز میان گونه‌ها بودند، (علاوه بر سه صفت حذف شده توسط آزمون Kruskal-Wallis H) حذف شدند و در نهایت ۶۲ صفت، شامل ۳۴ صفت کمّی و ۲۸ صفت کیفی باقی ماندند که در تجزیه‌های بعدی وارد شدند.

تجزیه PCA: در نمودار حاصل از تجزیه PCA، سه گروه عمده، تشخیص داده می‌شود (شکل ۱A): گروه اول شامل گونه‌های *E. repandum*، *E. griffithianum*، *E. sisymbrioides*، *E. nanum* و *E. persepolitanum*؛ گروه دوم شامل گونه‌های *E. aitchisonii*، *E. kerbabaevii* و *E. crassipes*؛ و سومین گروه که در برگیرنده گونه‌های *E. crassicaule*، *E. stocksianum*، *E. crassicaule* کرک‌دار و *E. ischnostylum* است.



شکل ۱- نمودار حاصل از PCA مربوط به ۸۴ فرد مورد مطالعه. A: موقعیت گونه‌ها بر اساس اولین و دومین مؤلفه اصلی؛ B: موقعیت گونه‌ها بر اساس اولین و سومین مؤلفه اصلی. اعداد داخل پرانتز بیانگر درصد تنوع صفاتی است که در امتداد هر محور نمایش داده شده است. ■=*E. crassicaule*، ●=*E. ischnostylum*، ▲=*E. aitchisonii*، ◆=*E. stocksianum*، ✦=*E. crassicaule* کرک‌دار، □=*E.kerbabaevii*، ○=*E. repandum*، ●=*E. griffithianum*، ✦=*E. sisymbrioides*، ■=*E. crassipes*، ◇=*E. persepolitanum*، +=*E. nanum*

همان‌طور که در شکل ۱A نیز مشاهده می‌شود، ساختار بین گونه‌ای در گروه شامل *E. crassicaule*، *E. ischnostylum* و *E. stocksianum* و *E. crassicaule* کرک‌دار خیلی مشخص نیست؛ اگر چه افراد مربوط به گونه *E. stocksianum* در طول دومین محور اصلی (PC2) تا حدودی از افراد مربوط به گونه‌های *E. ischnostylum* و *E. crassicaule* کرک‌دار تفکیک می‌شوند (شکل ۱A). اعضای گونه *E. ischnostylum* نیز در نمودار حاصل از محور اول و سوم (شکل ۱B)، خود را در امتداد سومین محور (PC3) از سایر اعضای این کمپلکس جدا می‌سازد.



شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA برای گونه‌های جنس *Erysimum* در استان‌های خراسان. گونه‌ها با علامت‌های اختصاری زیر نشان داده شده‌اند؛ فلش‌ها برای نشان دادن محل دقیق اعداد استفاده شده‌اند.

cr: *E. crassicaule*, **st:** *E. stocksianum*, , **is:** *E. ischnostylum*, **ai:** *E. aitchisonii*, **ke:** *E. kerbabaevii*, **cra:** *E. crassipes*, **re:** *E. repandum*, **gr:** *E. griffithianum*, **si:** *E. ,sisymbrioides* , **na:** *E. nanum*, **pe:** *E. persepolitanum*, **cr*:** *E. crassicaule* کرک‌دار

۱= مجموعه‌ای از *E. crassicaule*، *E. stocksianum* و *E. crassicaule* کرک‌دار؛ ۲= مابقی گونه‌ها به جز شماره ۱؛ ۳= *E. crassicaule* و *E. stocksianum* =۴؛ *E. crassicaule* و *E. crassicaule* کرک‌دار؛ ۵ و ۷= *E. crassicaule* =۶؛ *E. stocksianum* =۸؛ *E. crassicaule*کرک‌دار؛ ۹= مجموعه‌ای از *E. ischnostylum, E. aitchisonii, E. kerbabaevii, E. crassipes* ؛۱۰= مجموعه‌ای از *E. repandum, E. griffithianum, E. sisymbrioides, E. nanum, E. persepolitanum* ؛۱۱= *E. ischnostylum* ؛۱۲= مجموعه‌ای از *E. aitchisonii, E. kerbabaevii* و *E. crassipes* ؛۱۳= مجموعه‌ای از *E. aitchisonii* و *E. kerbabaevii* ؛۱۴= *E. crassipes* ؛۱۵= *E. aitchisonii* ؛۱۶= *E. kerbabaevii* ؛۱۷= مجموعه‌ای از *E. repandum, E. griffithianum* و *E. sisymbrioides* ؛۱۸= مجموعه‌ای از *E. nanum* و *E. persepolitanum* ؛۱۹ و ۲۰= مجموعه‌ای از *E. repandum* و *E. griffithianum* ؛۲۱ و ۲۲= *E. repandum* ؛۲۳ و ۲۵= *E. griffithianum* ؛۲۴= مجموعه‌ای از *E. griffithianum* و *E. sisymbrioides* ؛۲۶= *E. sisymbrioides* ؛۲۷= *E. nanum* و ۲۸= *E. persepolitanum*.

تجزیه خوشه‌ای (CA): تجزیه CA در ابتدا آرایه‌های مورد مطالعه را در دو گروه بزرگ گروه‌بندی می‌کند (شکل ۲) که این دو گروه در نمودار حاصل از تجزیه PCA نیز قابل مشاهده‌اند (شکل ۱). گروه اول (شماره ۱) شامل گونه‌های دو ساله *E. crassicaule/E. stocksianum/E. crassicaule* کرک‌دار است که خود به دو زیرگروه تقسیم می‌شود، به طوری که یک عده از افراد مربوط به تاکسون *E. crassicaule* به همراه گونه *E. stocksianum* در یک زیرگروه (شماره ۳) و عده‌ای دیگر از افراد همین تاکسون با *E. crassicaule* کرک‌دار در زیرگروه دیگر (شماره ۴) قرار می‌گیرند.

گروه دوم (شماره ۲) در برگیرنده سایر گونه‌های این جنس است که مجدداً خود به دو زیرگروه عمده تقسیم می‌شود. در یک زیرگروه گونه چند ساله *E. ischnostylum* (شماره ۱۱) و گونه‌های *E. aitchisonii*، *E. kerbabaevii* و *E. crassipes* (شماره ۱۲) قرار دارند که از نظر بسیاری از ویژگی‌های مورفولوژیک به یکدیگر شباهت دارند. در زیر گروه دیگر (شماره ۱۰) گونه‌های یک‌ساله این جنس در یک انشعاب (شماره ۱۷) و دو گونه چند ساله *E. nanum* و *E. persepolitanum* در انشعاب دیگر (شماره ۱۸) قرار می‌گیرند. الگوی مشابهی نیز با آنچه در اینجا گفته شد، در نمودار حاصل از PCA نیز مشاهده می‌شود (شکل ۱B).

بحث و نتیجه‌گیری

***E. stocksianum* و *E. crassicaule*:** تجزیه چند متغیره CA که برای گروه‌بندی آرایه‌های مورد مطالعه استفاده شد، توانست میان افراد متعلق به گونه‌های *E. crassicaule* و *E. stocksianum* تمایز قائل شود. بر اساس نتیجه حاصل از این تجزیه (شکل ۲) اعضای متعلق به گونه *E. crassicaule* به دو دسته تقسیم می‌شوند که به نظر می‌رسد یک زیرگروه آن (crassi1=شماره ۵) از نظر فنتیکی به گونه *E. stocksianum* و زیرگروه دیگر (crassi 2=شماره ۷) به *E. crassicaule* کرک‌دار نزدیک‌تر باشند. تجزیه تک متغیره (جدول ۳) نشان می‌دهد که هفت صفت مربوط به اجزای گل شامل طول اجزای کاسه گل، طول گلبرگ، طول اجزای پرچم‌ها و ضخامت دم میوه نسبت به عرض میوه، به تقسیم‌بندی اعضای گونه *E. crassicaule* در دو زیرگروه (crassi 1 و crassi 2) منجر شده است که طول اندام‌های ذکر شده در زیرگروه crassi 1 کوتاه‌تر از طول این اجزا در زیرگروه crassi 2 است، و این توجیه‌کننده قرابت بیشتر زیرگروه اول با اعضای گونه *E. stocksianum* است، زیرا در این گونه اندازه اجزای گل کوچک‌تر از گونه *E. crassicaule* است.

نتایج حاصل از تجزیه تک متغیره Mann-Withney U نشان می‌دهد (جدول ۳) که ۲۸ صفت از ۷۵ صفت اندازه‌گیری شده، در تفکیک اعضای این دو گونه از یکدیگر نقش دارند که ۲۴ مورد از صفات متمایزکننده این دو آرایه، فقط به صفات زایشی تعلق دارند و تنها چهار صفت متمایزکننده، رویشی هستند. تفاوت در این صفات عمدتاً به اندازه بخش‌های مختلف اندام‌های زایشی در این افراد مربوط است که عموماً مقادیرشان در *E. crassicaule* بیشتر است. در کلیدهای موجود از جمله فلورا ایرانیکا (Polatscheck *et al.*, 1968) و

فلور پاکستان (Nasir, 1973) نیز، تنها از صفات مربوط به گل برای جداسازی این دو تاکسون استفاده شده است. البته، فلور پاکستان (Nasir, 1973) در بند ۵ کلید خود، که به جداسازی این دو تاکسون از یکدیگر منجر می‌شود، صفت محل انشعاب شاخه‌های فرعی را مد نظر قرار داده و بیان کرده است که در گونه *E. stocksianum* ساقه از قاعده منشعب می‌گردد، ولی در گونه *E. crassicaule* انشعابات از میانه ساقه منشأ می‌گیرند؛ اما در این مطالعه در کلیه افراد متعلق به گونه *E. stocksianum*، شاخه از میانه ساقه اصلی منشعب شده بود؛ بنابراین به نظر می‌رسد که صفت محل انشعاب، برای تفکیک بین این دو گونه مفید نباشد.

از آنجایی که در نمودار حاصل از PCA (شکل ۱A)، اغلب اعضای متعلق به گونه *E. stocksianum* در امتداد محور PC2، از اعضای گونه *E. crassicaule* جدا می‌شوند و هم‌پوشانی زیادی میان موقعیت قرارگیری اعضای این دو گونه وجود ندارد، به نظر می‌رسد که تقسیم‌بندی اعضای متعلق به گونه *E. crassicaule* به دو زیر گروه مجزا در CA قابل اعتماد نباشد. مطالعات گذشته نشان داده است که گاهی اوقات تکنیک‌های CA، ازجمله تکنیک UPGMA که در این مطالعه استفاده شده است، یک ساختار سلسله مراتبی را حتی بر روی داده‌هایی که با یکدیگر پیوستگی و ارتباط دارند، اعمال می‌کند که این می‌تواند گمراه‌کننده باشد (Thorpe, 1983). بنابراین، به نظر نمی‌رسد که تقسیم‌بندی اعضای گونه *E. crassicaule* در دو زیرگروه دارای معنای تاکسونومیک خاصی باشد.

کرک‌دار: *E. crassicaule* و *E. crassicaule*

تجزیه CA میان افراد متعلق به این دو آرایه تمایز قائل شده است. همان‌طور که پیش از این گفته شد، بر اساس این تجزیه (شکل ۲)، اعضای متعلق به زیرگروه دوم گونه *E. crassicaule* (crassi2=شماره ۷) با اعضای متعلق به آرایه *E. crassicaule* کرک‌دار ارتباط نزدیکتری نشان می‌دهند که علت آن طول زیاد اجزای زایشی (گل) در این دو آرایه است (برخلاف گونه *E. stocksianum* که اجزای زایشی طول کوتاه‌تری دارند).

با نگاهی به نمودار حاصل از CA (شکل ۲) می‌بینیم که با انشعاب شاخه شماره ۴ به دو زیرشاخه، آرایه‌های *E. crassicaule* و *E. crassicaule* کرک‌دار به خوبی از یکدیگر جدا می‌شوند. ۱۷ صفت در تمایز بین این دو آرایه نقش دارند. از مهم‌ترین صفات متمایزکننده می‌توان به حضور و تراکم کرک‌ها بر روی ساقه و دمگل، شکل کلی برگ‌های قاعده‌ای، طول دم گل و دم میوه، طول و عرض خامه و صفات مربوط به گل‌آذین اشاره کرد. مهم‌ترین تفاوتی که در نگاه اول از نظر مورفولوژیک در بین این دو آرایه مشاهده می‌شود، وجود کرک‌های ستاره‌ای‌شکل بر روی ساقه و امتداد آن بر روی دمگل آرایه *E. crassicaule* کرک‌دار است. این در حالی است که در فلورهای موجود، از جمله فلورا ایرانیکا (Polatscheck *et al.*, 1968) و فلور پاکستان (Nasir, 1973)، به صفت بی‌کرک بودن ساقه گیاه در گونه *E. crassicaule* اشاره شده است. همچنین در فلورهای ذکر شده، طول خامه در گونه *E. crassicaule*، ۱ تا ۱/۲ میلی‌متر عنوان شده است، در صورتی‌که در افراد مربوط به *E. crassicaule* کرک‌دار، طول خامه از ۳ تا ۵ میلی‌متر متغیر است. در مورد صفات مربوط به گل‌آذین نیز، طول و تعداد اجزای

گل‌آذین در آرایه مذکور، از مقدار کمّی این صفات در *E. crassicaule* کمتر است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، تجزیه چند متغیره PCA نیز توانست اعضای این دو آرایه را تا حدودی در امتداد محور PC1 (شکل ۱A) و PC3 (شکل ۱B) از یکدیگر تفکیک کند. ممکن است با توجه به نتایج حاصل از CA و PCA (شکل‌های ۱ و ۲) این تصور ایجاد شود که شاید *E. crassicaule* هیبرید میان دو والد احتمالی *E. stocksianum* و *E. crassicaule* کرک‌دار باشد. با توجه به مناطق محل پراکنش اعضای آرایه *E. crassicaule* کرک‌دار که عمدتاً از نواحی خشک و بیابانی استان جمع‌آوری شده‌اند، این امکان وجود دارد که کرک‌دار شدن ساقه و تراکم بیشتر کرک‌ها بر روی برگ‌ها، در نتیجه سازش با محیط ایجاد شده باشند و این صفات صرفاً محیطی بوده، هنوز از لحاظ تکاملی به جدایی این دو گروه از یکدیگر منجر نشده باشد که در این صورت لازم است که واژه "glaber" به معنای فاقد کرک بودن ساقه، در منابع آینده از توضیحات مربوط به شرح این گونه حذف گردد. البته، در این مطالعه که اساس آن بر مبنای مورفولوژی گیاه است، تنها می‌توان گفت که این دو آرایه از لحاظ ظاهری قابل تفکیک از یکدیگرند و اظهار نظر در باره اینکه آیا آنها به دو گونه مختلف تعلق دارند یا خیر و یا اینکه آیا *E. crassicaule* کرک‌دار زیرگونه ای از *E. crassicaule* است یا خیر، خارج از توان این مطالعه است و برای اظهار نظر قطعی نیاز به مطالعات بیشتر، به ویژه مطالعات مولکولی است.

***E. crassipes*، *E. kerbabaevii* و *E. aitchisoni*:** تجزیه و تحلیل مورفومتریک برای ارزیابی روابط فنتیکی میان گونه‌هایی که دارای شباهت مورفولوژیک بالا و ارتباط نزدیک هستند، ابزار بسیار مناسبی است (Otieno *et al.*, 2006). در نگاهی سطحی به این سه تاکسون، شباهت مورفولوژیک زیادی میان اعضای این سه گونه مشاهده می‌شود که از جمله این صفات مشابه می‌توان به رنگ ساقه و غالبیت کرک‌های دو شاخه بر روی اندام‌ها اشاره کرد. همان‌طور که نتیجه حاصل از CA (شکل ۲) نیز نشان می‌دهد این سه گونه بنا بر شباهت‌های ظاهری که با یکدیگر دارند، در یک شاخه قرار گرفته‌اند (شماره ۱۲). در نخستین تفرق، *E. crassipes* (شماره ۱۴) به راحتی به کمک ۳۸ صفت (جدول ۳) از دو گونه *E. aitchisonii* و *E. kerbabaevii* (شماره ۱۳، شکل ۲) و با ۲۷ صفت (جدول ۳) از *E. kerbabaevii* جدا می‌گردد. از جمله مهم‌ترین صفات متمایزکننده گونه‌های *E. kerbabaevii* و *E. crassipes* می‌توان به کرک‌دار بودن ساقهٔ *E. crassipes*، در مقایسه با ساقه بدون کرک *E. kerbabaevii* اشاره کرد. به علاوه، صفاتی نظیر تعداد انشعابات زیاد، کم عرض بودن برگ‌ها، نوع و تراکم متفاوت کرک‌ها بر روی ساقه و برگ‌ها، تعداد کم اجزای زایشی و طول زیاد خامه در جداسازی *E. crassipes* از *E. kerbabaevii* دخالت دارند.

در شاخه دیگر (شکل ۲، شماره ۱۳)، ۲۹ صفت (جدول ۳)، گونه‌های *E. kerbabaevii* و *E. aitchisonii* را از یکدیگر متمایز می‌سازد که مشهودترین آنها، صاف و بدون کرک بودن ساقه، طول بسیار بلند میوه‌ها و طول بلندتر خامه در *E. kerbabaevii* است که می‌تواند به جداسازی این گونه‌ها از هم کمک نماید. با وجود تفاوت‌های

مورفولوژیک نسبتاً مشخص میان اعضای این دو گونه، نتایج حاصل از PCA (شکل ۱A)، تداخل و در هم آمیختگی بین اعضای این دو تاکسون را نشان می‌دهد، به طوری که تفکیک و جداسازی آنها مشکل به نظر می‌رسد. علت تداخل و نزدیکی اعضای این دو گونه را می‌توان همان صفات مورفولوژیک مشابهی که چندی پیش گفته شد (از جمله رنگ ساقه، غالبیت کرک‌های دو شاخه بر روی اندام‌ها) بیان کرد.

گونه‌های یک‌ساله *E. sisymbrioides*، *E. griffithianum* و *E. repandum*: در نمودار حاصل از CA (شکل ۲)، هر سه گونه یک‌ساله جنس *Erysimum* در یک شاخه (شماره ۱۷) قرار گرفته‌اند. گونه *E. repandum* (شماره ۲۲) به راحتی با ۳۵ صفت (جدول ۳) متمایزکننده از دو گونه یک‌ساله دیگر (*E. sisymbrioides* و *E. griffithianum*) جدا می‌شود که عمده این صفات، به اجزای زایشی گیاه مربوط هستند. از جمله این صفات متمایزکننده می‌توان به طول گیاه، نوع و عمق زوائد حاشیه برگ‌ها و صفات مربوط به اجزای زایشی، مانند طول گل‌آذین، طول دمگل، طول و عرض کاسبرگ‌ها، گلبرگ‌ها، پرچم‌ها، طول دم میوه و همچنین، زاویه میوه نسبت به سطح افق اشاره کرد. تجزیه PCA نیز این تفکیک گونه‌ای را در امتداد محور PC1 نشان می‌دهد (شکل ۱A). وجود شباهت در صفاتی، مانند شکل کلی میوه، نوع کرک ساقه و تراکم گل در رأس گل‌آذین در برخی از افراد متعلق به گونه *E. repandum* باعث شده است که این افراد در موقعیتی نزدیک به سایر گونه‌های یک‌ساله این جنس قرار گیرند (شکل‌های ۱ و ۲ شماره ۲۱). ۲۴ صفت متمایزکننده معنادار (جدول ۳)، موجب تفکیک *E. repandum* از *E. griffithianum* شده است، که این صفات بیشتر به طول اجزای گل در این گونه‌ها مربوط می شود.

در زیرشاخه ۲۴ (شکل ۲) افراد متعلق به گونه *E. sisymbrioides* (شماره ۲۶) به کمک ۲۴ صفت مربوط به طول گیاه و محل انشعابات، برگ‌ها، گل و میوه (جدول ۳)، از افراد متعلق به گونه *E. griffithianum* (شماره ۲۵) متمایز می‌شوند. از جمله مهم‌ترین صفات متمایزکننده این دو گونه عبارتند از: وجود برگه در پای هر گل یا میوه در اعضای گونه *E. griffithianum* و نیز اندازه بزرگتر اجزای گل در همین گونه. با وجود برخی تفاوت‌های مورفولوژیک میان این دو گونه و همچنین، تفکیک آنها در تجزیه خوشه‌ای (شکل ۲)، همچنان در هم آمیختگی میان اعضای این دو گونه در نمودار حاصل از PCA (شکل ۱) مشاهده می‌شود و تنها در فضای بین محورهای PC1 و PC2 (شکل ۱A)، این دو گونه به طور حاشیه‌ای از یکدیگر تفکیک می‌شوند که این بیانگر رابطه و شباهت بسیار زیاد مورفولوژی این دو گونه به یکدیگر است.

کلید گونه‌های جنس *Erysimum* در استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی

a۱: ساقه صاف و بدون کرک ۲

b: ساقه پوشیده از کرک ۴

a۲: برگ‌ها دارای کرک‌های ۲ تا ۳ شاخه‌ای ..... *E. kerbabaevii* Kurbanov & Gudkova

b: برگ‌ها دارای کرک‌های ستاره‌ای با انشعابات بیشتر (بیش از ۵ شاخه) ۳

a۳: طول خامه حداکثر تا ۱/۵ میلی‌متر، کاسبرگ ۶ تا ۹/۵ میلی‌متر، گلبرگ ۸ تا ۱۳ میلی‌متر .... *E. stocksianum* (Boiss.) Boiss.

b: طول خامه ۱/۲ تا ۳ میلی‌متر، کاسبرگ ۱۰ تا ۲۱ میلی‌متر، گلبرگ ۱۳ تا ۳۲ میلی‌متر ..... *E. crassicaule* (Boiss.) Boiss.

a۴: کرک‌های ساقه ستاره‌ای شکل ..... *E. crassicaule* کرک‌دار

b: کرک‌های ساقه غیر ستاره‌ای، ۲ تا ۳ و به ندرت ۴ شاخه ۵

a۵: گیاه یک‌ساله، طول گلبرگ حداکثر تا ۱۰ میلی‌متر ۶

b: گیاه دو یا چند ساله، طول گلبرگ بیش از ۱۰ میلی‌متر ۸

a۶: عرض پهنک گلبرگ بیش از ۲ میلی‌متر، طول میله پرچم بلند بیش از ۵ میلی‌متر، عرض بساک در پرچم کوتاه بیش از ۰/۶ میلی‌متر، دم میوه بلندتر از ۲ میلی‌متر ..... *E. repandum* L.

b: عرض پهنک گلبرگ کمتر از ۲ میلی‌متر، طول میله پرچم بلند کمتر از ۵ میلی‌متر، عرض بساک در پرچم کوتاه کمتر از ۰/۶ میلی‌متر، دم میوه کوتاه‌تر از ۲ میلی‌متر..... ۷

a۷: گل‌ها و میوه ها برگه‌دار، طول بساک پرچم بلند حداقل ۱ میلی‌متر ..... *E. griffithianum* Boiss.

b: گل‌ها و میوه‌ها فاقد برگه، طول بساک پرچم بلند کمتر از ۱ میلی‌متر ..... *E. sisymbrioides* C. A. Mey.

a۸: تعداد اجزای زایشی بر روی ساقه اصلی کمتر از ۲۵ عدد، طول کاسبرگ کمتر از ۶/۷ میلی‌متر، عرض کاسبرگ حداکثر ۲/۵ میلی‌متر ۹

b: تعداد اجزای زایشی بر روی ساقه اصلی بیشتر از ۲۵ عدد، طول کاسبرگ بیشتر از ۶/۷ میلی‌متر، عرض کاسبرگ حداقل ۲/۵ میلی‌متر ۱۰

a۹: طول گیاه بیشتر از ۲۰ سانتی‌متر، طول میله پرچم کوتاه بیش از ۴ میلی‌متر، طول بساک پرچم کوتاه کمتر از ۲/۵ میلی‌متر، طول خامه بیش از ۲ میلی‌متر ..... *E. persepolitanum* Boiss.

b: طول گیاه کمتر از ۲۰ سانتی‌متر، طول میله پرچم کوتاه کمتر از ۴ میلی‌متر، طول بساک پرچم کوتاه بیشتر از ۲/۵ میلی‌متر، طول خامه کمتر از ۲ میلی‌متر ..... *E. nanum* Boiss. & Hohen.

a۱۰: کرک برگ طوقه ۲ تا ۴ شاخه (به ندرت ۵ شاخه)، طول خامه غالباً بیش از ۲ میلی‌متر ..... *E. ischnostylum* Freyn & Sint.

b: کرک برگ طوقه اکثراً ۲ شاخه و به تعداد کمتر ۳ شاخه، طول خامه غالباً کمتر از ۲ میلی‌متر ۱۱

a۱۱: گیاه چند ساله، کرک‌های سطح میوه ۲ شاخه (به ندرت ۳ شاخه)، طول خامه حداقل ۱ میلی‌متر ..... *E. crassipes* Fisch & C. A. Mey.

b: گیاه دو ساله، کرک‌های سطح میوه ۲ تا ۴ شاخه (به‌ندرت ۵ شاخه)، تقریباً فاقد خامه (حداکثر تا ۱ میلی‌متر) ..... *E. aitchisonii* O. E. Schulz.

تشکر و قدردانی

از زحمات فراوان و بی‌شائبه آقای علی اصغر بصیری، تکنسین آزمایشگاه سیستماتیک گیاهی دانشکده علوم پایه دانشگاه فردوسی و خانم‌ها آسیه اسماعیلی، فاطمه بطیاری و سمیه مختاری برای جمع‌آوری برخی از نمونه‌های گیاهی مورد بررسی در این مطالعه و نیز همکاری سرکار خانم محبوبه زنگوئی، تکنسین هرباریوم پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد و سایر همکارانشان در این مرکز، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌نماییم.

منابع

قهرمان، ا. (۱۳۷۲) کورموفیت‌های ایران. جلد ۲، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

مبین، ص. (۱۳۶۴) رُستنی‌های ایران. جلد ۳، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

Berry, P. E. (2011) Encyclopædia Britannica Inc. Retrieved from: http://www.britannica.com/EBchecked/topic/94114/Brassicales. On: 10 March 2011.

Dvořák, F. (1973) The importance of the indumentum for the investigation of evolutional relationship in the family Brassicaceae. Plant Systematics and Evolution 121: 155-164.

Ghahremaninejad, F., Joharchi, M. and Vitek, E. (2005) New plant records for Khorassan province, Iran. Naturhistorisches Museum Wien 106 B: 255- 293.

Gupta, S. K. (2009) Biology and breeding of Crucifers. Taylor & Francis Group. CRC Press. New York.

Khalik, K. A. (2005) Morphological studies on trichomes of Brassicaceae in Egypt and taxonomic significance. Acta Botany Croatica 64: 57-73.

Khosravi, A. R., Mohsenzadeh, S. and Mummenhoff, K. (2009) Phylogenetic relationships of old world Brassicaceae from Iran based on nuclear ribosomal DNA sequences. Biochemical Systematics and Ecology 37: 106-115

Koch, M., and Mummenhoff, K. (2006) Editorial: Evolution and phylogeny of the Brassicaceae. Plant Systemetics and Evolution 259: 81-83.

Legendre, P. and Legendre, L. (1998) Numerical ecology. Second edition, Elsevier Science BV, Amsterdam.

Nasir, A. (1973) *Erysimum*. Flora of Pakistan 55: 232-242.

Otieno, D. F., Balkwill, K. and Paton, A. J. (2006) A multivariate analysis of morphological variation in the *Hemizygia bracteosa* complex (Lamiaceae, Ocimeae). Plant Systematics and Evolution 261: 19-38.

Polatschek, A., Rechinger, A. and Rechinger, K. H. (1968) *Erysimum*. Flora Iranica 28: 285-306.

Ter Braak, C. J. F. and Smilauer, P. (2002) CANOCO Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer Power, Ithaca.

Thorpe, R. S. (1983) A review of the numerical methods for recognizing and analyzing racial differentiation. In: Numerical taxonomy (ed. Felsenstein, J.) 404-423. Springer, New York.

زمان واریز حق اشتراک فروردین هر سال به منظور احتساب در شمارگان چاپ شده است.

فرم اشتراک مجله تاکسونومی و بیوسیستماتیک

نام و نام خانوادگی: ..... سمت: .....

با واریز مبلغ ۱۲۰/۰۰۰ ریال (هزینه پست و اشتراک) به حساب شماره ۲۱۷۷۲۴۰۲۳۸۰۰۲ بانک ملی، کد ۱۱۰۲۲۷، شعبه دانشگاه اصفهان، به نام درآمدهای اختصاصی دانشگاه اصفهان، متقاضی اشتراک یک‌ساله (چهار شماره) مجله تاکسونومی و بیوسیستماتیک هستم.

لطفاً مجله را از شماره ..... به نشانی زیر ارسال نمایید.

نشانی دقیق: .....

.....

شماره تماس: ..... دورنگار: .....

نشانی پست الکترونیک: ..... مسؤول پاسخگویی: .....

اصل فیش بانکی را به نشانی اصفهان- خیابان هزار جریب - دانشگاه اصفهان- ساختمان کتابخانه مرکزی اداره چاپ، انتشارات و مجلات - دفتر مجله تاکسونومی و بیوسیستماتیک- کد پستی: ۸۱۷۴۶۷۳۴۴۱ ارسال فرمایید.

Morphometric study of the genus *Erysimum* L. (Brassicaceae) in Shomali, Razavi and Jonoubi Khorasan provinces

Somayeh Ghaempanah [1], Jamil Vaezi [2]*, Hamid Ejtehadi [1], Mohammad Farsi [3] and Mohammad Reza Joharchi [3]

[1] Department of Biology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[2] Department of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Chamran University of Ahwaz, Ahwaz, Iran
[3] Research Centre for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Abstract

According to the "Flora Iranica", the genus *Erysimum* has 26 species in Iran among which 11 species are reported in Shomali, Razavi and Jonoubi Khorasan provinces as yet. In this study, two of the species ate introduced for the first time. Due to the extreme similarities and the wide variation of the morphological characters, identification of these species is very difficult. In this study, we attempted to separate the species using morphological characters. We scored 75 morphological (vegetative and generative) characters of 84 individuals belonging to 11 species. The results of the multivariate analysis indicated the separation among the studied species and showed three distinct groups among samples. The first group was individuals of *E. repandum*, *E. griffithianum*, *E. sisymbrioides*, *E. nanum* and *E. persepolitanum*. The second group included individuals of *E. aitchisonii*, *E. kerbabaevii* and *E. crassipes*. The third group consisted of *E. crassicaule*, *E. stocksianum*, *E. crassicaule* (with trichome) and *E. ischnostylum.* Finally, an identification key was introduced based on morphological characters for *Erysimum* species in Khorasan.

Key words: Cluster Analysis (CA), Principal Component Analysis (PCA), Brassicaceae, Phenetics, *Erysimum*

*Corresponding Author: j.vaezi@scu.ac.ir

Taxonomic study of *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas in Iran with emphasis on Floristic marker and using special station method

Ramazan Kalvandi [1]*, Morteza Atri [1], Ziba Jamzad [2] and Keivan Safikhani [3]

[1] Department of Biology, Faculty of Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[2] Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, Iran
[3] Hamedan Agriculture and Natural Resources Center, Hamedan, Iran

Abstract

Thymus L. is one of the largest genus of Lamiaceae family. This species had cammercial values due to containing essential oils and also its wide applications in food and pharmaceutical industries. From this genus, 18 species have been identified in Iran. Because of the gene flow potentiality among populations, a high morphological diversity exists among them. *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas is one of the species of this genus that is distributed only in west of Iran and also north of Iraq to determine intraspecific variations in *T. eriocalyx* from taxonomic point of view and effective ecological factors, data were collected using special station method. In this way, ten special stations were recognized for *T. eriocalyx* in west of Iran. Results from floristic data analysis (floristic composition of each special station) with MVSP software by PCO method, led to the identification of 6 separate groups that was indicative of the existence of intraspecific diversity. Furthermore morphometric data analysis of individual collected from each special station, by using 33 vegetative and reproductive characters, with PCO and UPGMA methods, confirmed 5-mentioned floristic groups. Ecologic data analysis with CCA method showed that various ecological factors are effective in grouping and forming special stations diversity, so that among studied factors, altitude, soil texture and permeability and slop direction factors were all effective in groupment of special stations. On this base, at least 3 ecodemes were identifiable and thus, could be introduced.

Key words: *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas, Ecodeme, Iran, Taxonomy, Morphology, Special stations

*Corresponding Author: ramazankalvandi@yahoo.com

Microscopical, macroscopical and chemical investigations and their uses in chemotaxonomy of *Crataegus pontica* C. Koch

Nasrollah Ghassemi Dehkordi, Alireza Ghannadi * and Alireza Khabbaz Mehrjardi

Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences,
Isfahan University of Medical Sciences and Health Services, Isfahan, Iran

Abstract

The *Crataegus* genus is widely distributed in Iran. This genus belongs to Rosaceae family and has 17 species in Iran one of which is *Crataegus pontica* C. Koch. In this paper, we analyzed some microscopic and macroscopic characteristics of this plant, then compared them with other features that were presented previously in previous reports. We analyzed all components in *C. pontica*, using thin layer chromatography method and then specified the type of flavonoids and hydroxycinnamic acid in *C. pontica*. Hyproside, rutin and chlorogenic acid were the main flavonoids and hydroxycinnamic occurred acid in this plant. Also, we analyzed its flavonoids quantitatively based on Deutsch Pharmacopoeia method according to hyproside content. Because, to determine the chemosystematic relevancies in some species flavonoids are used, so in this paper we compared *C. pontica* with 3 other species of its genus such as *C. monogyna*, *C. melanocarpa* and *C. curvisepala* that are found in Iran, and also with the medicinal standard species of *Crataegus* genus which is called *C. oxyacantha*. Finally we concluded that hyproside, rutin and chlorogenic acid were the main and common structural components in all species of that genus which were mentioned above.

Key words: *Crataegus pontica*, Chlorogenic acid, Rutin, Chemotaxonomy, Hyproside

*Corresponding Author: ghannadi@pharm.mui.ac.ir

Study on floristic, life form and plant chorology of wetlands in northern and eastern slopes of Sabalan mountains

Jaber Sharifi [1]*, Adel Jalili [2], Shakir Gasimov [3], Alireza Naqinezhad [4] and Farzaneh Azimi Motem [5]

[1] Institute of Agriculture and Natural Resources, Ardabil, Iran
[2] Research Institutes of Forests and Rangelands, Tehran, Iran
[3] Azerbaijan National Academy of Science, Central Botanical Garden, Baku, Azerbaijan Republic
[4] Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

Abstract

In the northern and the eastern slopes of Sabalan mountains which has a semi-aria climate. There were several pools, and wetlands and the study of the flora in these areas is important. Identification of plants provide useful guidelines for environmental and ecological management. In this study, flora, life form and chorology the species were studied and introduced. During vegetation growth, from 2008 to 2009 we collected and identified plant species in the region, and floristic list was provided. The results showed that totally, there were 216 plant species that belonged to 128 genera and 36 families in the studied area. The flora of these regions included 216 plant species that belonged to 128 genera and 36 families. Poaceae family including 25 genera and 46 species, Astraceae family with 11 genera and 19 species, Fabaceae family with 9 genera and 18 species and Brassicaceae family with 12 genera and 15 species, had the highest number of species. Also according to the classification Raunkiaer system (Raunkiaer, 1934) there were 22%. Therophytes, 30% Cryptophytes, 46% Hemicryptophytes, and 2% Chamaephytes. From view point of plant chorology, were formed in: 44.44% Pluriregional, 20.83% Europa-Siberian, Irano-Turanian and Mediterranean, 15.74% Europa-Siberian, Irano-Turanian, 3.7% Europa-Siberian, 2.32% Irano-Turanian and Mediterranean, 5.56% Indemic for Iran and 7.41% of species were not identified. Considering that the region climate affected by Siberian, Hyrkaniane and Mediterranean climate therefore the most vegetative elements in this study region belonged to Europa-Siberian and Europa-Siberian, Irano-Turanian, respectively.

Key words: Flora, Life forms, Chorology, Vegetative elements, Sabalan

*Corresponding Author: sh_j2320 @yahoo.com

Phylogenetic study of some bifurcate hairy sections belonging to *Astragalus* L. with emphasis on sect. *Ornithopodium*, based on morphological and molecular data in Iran

Abbas Saidi [1]*, Reza Sheikh Akbari Mehr [2], Shahrokh Kazempour Osaloo [3]
Ali Asghar Maassoumi [4] and Majid Ghorbani Nahooji [2]

[1] Faculty of Energy Engineering and New Technologies, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[2] Faculty of Biological Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[3] Faculty of Biological Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[4] Research Institutes of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

Abstract
In this research, total of 15 species belonging to *Astragalus* section *Ornithopodium* as well as its closely related ones were analyzed using morphological and molecular data. *A. frigidus* and *A. stocksii* were selected as outgroups based on previous studies. Based upon our results, species of sect. *Ornithopodium* along with those of sect. *Onobrychoidei* were placed within a single large clade with high support and are closely related taxa. Species from section *Dissitiflori* formed a distinct clade from the two other studied sections. Based on our molecular and morphological data, *Astragalus pravitzii* Podlech, which had been recently transferred to the section *Ornithopodium* from the section *Dissitiflori*, was not affiliated with that section.

Key words: Phylogeny, Cladistic, *Astragalus*, *Dissitiflori, Ornithopodium*, *Onobrychoidei*

*Corresponding Author: abbas.saidi@gmail.com

Leaf, Stomata and Trichome Morphology of the species in *Carpinus* Genus

Iman Chapolagh Paridari [1], Seyyed Gholamali Jalali [1]*, Ali Sonboli [2] and Mehrdad Zarafshar [1]

[1] Department of Forestry, Faculty of Natural Resource, Tarbiat Modares University, Noor, Iran
[2] Department of Biology, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Iran

Abstract
The species of *Carpinus* genus are widely distributed in the Hyrcanian and Arasbaran forests. Previous researches identified the species only by leaf and seed macro-morphological traits. Leaf morphological variations in the different ecological conditions led to some problems in taxonomy of the genus. In the current research for first time, stomata and trichome morphology were surveyed on plant collections of Noshahr Herbarium by scanning electron microscope (SEM) and light microscope (LM). Some plant samples were collected from natural sites by the authors. First, separation accuracy of *Carpinus betulus*, *C. schuschaensis* and *C. oreintalis* was investigated by multivariate analysis. Extracted components of Principal Component Analysis (PCA) were highly correlated with some leaf size parameters but could not clearly separate the three groups. Discriminate analysis proved accuracy of grouping about 64.7%. *Carpinus betulus* had the largest dimension in stomata and trichome trait while *C. orientalis* had the smallest about this trait and *C. schuschaensis* had the medium size between of two species. Stomata type in *C. betulus* was paracytic, anomocytic, and Anisocytic and *C. oreintalis* were laterocytic and *C. schuschaensis* was Anisocytic and laterocytic. In contrast to other species, cells of stomata located upper than epidermal cells in *C. betulus*. Simple unicellular trichome was determined for the genus. Although the size and dense of trichome on the leaf and petiole were different among three species, these traits were highly associated with ecological conditions. We concluded that these traits did not have any taxonomic significant in the genus. The current research calls for seed and bract morphology as well as molecular markers to be revised.

Key words: *Carpinus*, Leaf morphology, Stomatal index, Trichome index

*Corresponding Author: jalali_g@modares.ac.ir

Identification of novel spp. of rice and wheat endophytic diazotrophs by 16S rDNA gene and FTIR analysis

Mohammad Javad Mehdipour Moghaddam [1]*, Giti Emtiazi [2], Majid Bouzari [2] and Zivar Salehi [1]

[1] Deparment of Biology, Faculty of Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
[2] Deparment of Biology, Faculty of Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Abstract

In this research, six isolates, including three from three rice roots (PxR_1, PxR_2 and StR_1) and three from three wheat roots (PxW_1, PxW_2 and PxW_3) were isolated as endophytic bacteria and except for StR_1, all the isolates were identified as *Pseudoxanthomonas* based on phenotypic analysis including FTIR and PCR amplification of 16S rDNA. The results showed that PxR_1, PxR_2, PxW_1 and PxW_2 were all similar and belonged to a novel species of *Pseudoxanthomonas*, but PxW_3 was from different species. StR_1 belonged to a novel species of *Stenotrophomonas*. Two strains including *Azospirillum brasiliense* Sp7 (S_1) and *Azospirillum lipoferum* (S_2) were selected as standard strains and compared with those isolates; however, phenotypic and genotypic analysis verified that those isolates were not *Azospirillum*. For the first time, it was indicated that *Pseudoxanthomonas* existed as an endophytic bacterium in rice root.

Key words: Endophyte, Rice, Wheat, *Azospirillum*, *Pseudoxanthomonas*, *Stenotrophomonas*

*Corresponding Author: mj_mehdipour@guilan.ac.ir

Taxonomy and Biosystematics
4th Year, No. 10, Spring 2012
ISSN: 2008-8906

Contents

- **Identification of novel spp. of rice and wheat endophytic diazotrophs by 16S rDNA gene and FTIR analysis** 1
  Mohammad Javad Mehdipour Moghaddam, Giti Emtiazi, Majid Bouzari and Zivar Salehi

- **Leaf, Stomata and Trichome Morphology of the species in *Carpinus* Genus** 2
  Iman Chapolagh Paridari, Gholam ali Jalali, Ali Sonboli and Mehrdad Zarafshar

- **Phylogenetic study of some bifurcate hairy sections belonging to *Astragalus* L. with emphasis on sect. *Ornithopodium*, based on morphological and molecular data in Iran** 3
  Abbas Saidi, Reza Sheikh Akbari Mehr, Shahrokh Kazempour Osaloo, Ali Asghar Maassoumi and Majid Ghorbani Nahooji

- **Study on floristic, life form and plant chorology of wetlands in northern and eastern slopes of Sabalan mountains** 4
  Jaber Sharifi, Adel Jalili, Shakir Gasimov, Alireza Naqhinezhad and Farzaneh Azimi Motem

- **Microscopical, macroscopical and chemical investigations and their uses in chemotaxonomy of *Crataegus pontica* C. Koch** 5
  Nasrollah Ghassemi Dehkordi, Alireza Ghannadi and Alireza Khabbaz Mehrjardi

- **Taxonomic study of *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas in Iran with emphasis on Floristic marker and using special station method** 6
  Ramazan Kalvandi, Morteza Atri, Ziba Jamzad and Keivan Safikhani

- **Morphometric study of the genus *Erysimum* L. (Brassicaceae) in Shomali, Razavi and Jonoubi Khorasan provinces** 7
  Somayeh Ghaempanah, Jamil Vaezi, Hamid Ejtehadi, Mohammad Farsi and Mohammad Reza Joharchi

Referees to this issue (4th Year, No. 10, Spring 2012)

We express our deep gratitude to the following faculty members of the universities and of educational-research Institutes who have co-operated in evaluation and assessment of the articles of this issue of Journal of Taxonomy and Biosystematics (TBJ):

Dr. Rayhaneh Amooaghaei
University of Shahrkord

Dr. Firouzeh Bordbar
International Center for Science, High Technology and Environmental Science

Dr. Hamid Ejtehadi
Ferdowsi University of Mashhad

Dr. Marzieh Beygom Faghir
University of Guilan

Dr. Farrokh Ghahremaninejad
Tarbiat Moallem University of Tehran

Mr. Behnam Hameh'ee
Research Institute of Forests and Rangelands

Dr. Mohammad Hassan-Shahian
Shahid Bahonar University

Dr. Abasalt Hosseinzadeh Colagar
University of Mazandaran

Dr. Navaz Kharazian
University of Shahrkord

Dr. Seyed Abolghasem Mohammadi
University of Tabriz

Dr. Alireza Naqinezhad
University of Mazandaran

Dr. Masoud Ranjbar
Bu-Ali Sina University

Dr. Seyed Ebrahim Sajjadi Jazi
Isfahan University of Medical Sciences

Dr. Ali Sattarian
Gonbad Kavous University

Dr. Majid Sharifi Tehrani
University of Shahrkord

Dr. Habib Zare
Mazandaran Agricultural and natural Resources Research Center

Dr. Behzad Zolfaghari
Isfahan University of Medical Sciences

Taxonomy and Biosystematics

4th Year, No. 10, Spring 2012

ISSN: 2008-8906

Scientific Research Journal

Editor-in-Chief:

Dr. Mohammad Reza Rahiminejad Ranjbar University of Isfahan

Editorial Board

Dr. Hamid Ejtehadi	Professor - Ferdowsi University of Mashhad
Dr. Ali Akbar Ehsanpour	Professor - University of Isfahan
Dr. Ali Asghar Maassoumi	Professor - Research Institute of Forests and Rangelands
Dr. Jamshid Darvish	Professor - Ferdowsi University of Mashhad
Dr. Mohammad Reza Rahiminejad Ranjbar	Professor - University of Isfahan
Dr. Homa Rajaei	Associate Professor - University of Shiraz
Dr. Badrodin Ebrahim Seyed Tabatabaee	Professor - Isfahan University of Technology
Dr. Mehrdad Abbasi	Associate Professor - Iranian Research Institute of Plant Protection
Dr. Hossein Fathpour	Associate Professor - University of Isfahan
Dr. Iraj Nahvi	Professor - University of Isfahan
Dr. Sadegh Vallian Boroujeni	Professor - University of Isfahan

Executive and Manuscript Manager: Fariba Hadian (Msc)

Scientific English Editor: Fereidoon Parvizian
Literary Editor: Naser Karimpoor
General Layout Designer: Fariba Hadian
Professional Layout Designer: Fariba Hadian
Publisher: University of Isfahan

Address

Taxonomy and Biosystematics Office- Technology and Research Department- University of Isfahan- Isfahan- Iran.
Email: TBJ@ui.ac.ir
Website: http://uijs.ui.ac.ir/tbj

Journal of Taxonomy and Biosysematics has been ranked as a ***scientific-research*** journal based on the document number 3/11/955 issued by the Evaluation Committee of Scientific Journals of Research and Technology Ministry in September, 2009; also it has been registered with ***International Standard Serial Number (ISSN): 2008-8906*** by National Library and Archives of Islamic Republic of Iran.

The complete text of this Journal is available at the following sites:

http://uijs.ui.ac.ir/tbj

http://www.magiran.com

http://www.SID.ir

http://www.ISC.gov.ir

Publication and Lithography: University of Isfahan Publications

Publisher: University of Isfahan

Price: 40000 Rials

Published in: Spring 2012

Taxonomy and Biosystematics

4th Year, No. 10, Spring 2012

Published by

University of Isfahan Research Center