

Research Article

Ecological group classification of Crimean juniper (*Juniperus excelsa* M.Bieb.) in Haraz Valley, Northern Iran

Omid Esmailzadeh ^{1*}, Reza Rahnamazadeh ² and Taiebeh Amini ³

1* - Corresponding author, Department of Forest Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. Email: oesmailzadeh@modares.ac.ir

2- M.Sc. Student of Forestry, Department of Forest Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

3- Assistance Prof., Nowshahr Botanical Garden, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 18.05.2024

Revised: 04.08.2024

Accepted: 06.08.2024

Abstract

Background and objectives: Vegetation classification is an effective tool for understanding ecological relationships among species, aiding in the planning, monitoring, and management of forest ecosystems. Until now, such studies in Northern Iran have been limited to the deciduous temperate forests of the northern slopes of the Alborz range and the juniper forests in the Firouzkouh Valley on the southern slopes. However, juniper is expanding in some east-west valleys of the Haraz River (specifically, the Siah Beisheh and Punjab Amol regions), adjacent to the deciduous broadleaf Hyrcanian forests, where it forms distinct plant communities. This study presents, for the first time, an ecological classification of Crimean juniper (also known as Greek juniper, *Juniperus excelsa* M. Bieb.) forests in Haraz Valley (Amol County, northern Iran), located on the northern slope of the Alborz Mountains.

Methodology: A total of 54 sample plots, each 400 m², were established based on the principle of representative stands. Within each plot, all vascular plant species were visually identified and their percent cover estimated using the ordinal van der Maarel cover-abundance scale. Floristic classification was conducted using TWINSpan based on vegetation cover, and indicator species analysis was performed using the incidence-based phi fidelity method in JUICE software. Differences in ecological units or plant communities based on topographic characteristics were analyzed using one-way ANOVA followed by Duncan post-hoc tests.

Results: Five ecological units or plant communities were identified based on distinct floristic composition and topographic properties: (1) Crimean juniper-Caucasian oak (*J. excelsa-Quercus macranthera* Fisch. & C.A.Mey.); (2) Crimean juniper-Horned sainfoin (*J. excelsa-Onobrychis cornuta* (L.) Desv.); (3) Crimean juniper-Judas tree (*J. excelsa-Cercis siliquastrum* L.); (4) Crimean juniper-common yellow jasmine (*J. excelsa-Chrysojasminum fruticans* (L.) Banfi); and (5) Crimean juniper-Alder buckthorn (*J. excelsa-Rhamnus pallasii* Fisch. & C.A.Mey.). The *J. excelsa-Q. macranthera* group (group 1), due to its association with European-Siberian indicator species, represents a bioclimatic vegetation type on the northern slopes of the Lehar region (Punjab). The *J. excelsa-J. fruticans* (Group 4) and *J. excelsa-C. siliquastrum* (Group 3) communities are indicative of Mediterranean climatic conditions in the Siah-Bisheh and Tara

regions. Meanwhile, the *J. excelsa-O. cornuta* (Group 2) and *J. excelsa-R. pallasii* (Group 5) groups, which also occur on the southern slopes of the Alborz, represent elements of the Iran-Turanian climate in the northern profile.

Conclusion: The findings highlight that Crimean juniper in Haraz Valley is associated with Mediterranean indicator species such as *C. siliquastrum*, *Spiraea crenata* L., *C. fruticans*, *Cotoneaster integerrimus* Medik., *Paliurus spina-christi* Mill., *Asparagus officinalis* L., and *Clematis orientalis* L., forming several distinct plant communities. The presence of Mediterranean elements, along with some European-Siberian bioclimatic indicators, such as *Acer monspessulanum* L., *A. campestre* L., *Zelkova carpinifolia* (Pall.) K. Koch, *Celtis caucasica* Willd., and *Q. macranthera*, emphasizes the marked contrast between *J. excelsa* communities on the northern and southern slopes of the Alborz. These differences underline the need for greater conservation efforts focused on these newly identified plant communities.

Keywords: Ecological groups, indicator species, plant community.

طبقه‌بندی گروه‌های بوم‌شناختی جنگل‌های ارس (*Juniperus excelsa* M.Bieb.) در دره هراز، شمال ایران

امید اسماعیل‌زاده^{۱*}، رضا رهنمازاده^۲ و طیبه امینی^۳

۱- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

پست الکترونیک: oesmailzadeh@modares.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳- استادیار، باغ اکولوژیک نوشهر، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۶

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳/۰۵/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۹

چکیده

سابقه و هدف: طبقه‌بندی پوشش گیاهی، ابزاری مناسب برای شناخت روابط بوم‌شناختی گونه‌ها به منظور برنامه‌ریزی، نظارت و مدیریت رویشگاه‌های جنگلی است. تاکنون این نوع مطالعات فقط در جنگل‌های معتدله خزان‌کننده نیم‌رخ شمالی البرز و جنگل‌های ارس دره فیروزکوه در نیم‌رخ جنوبی البرز انجام شده‌اند، اما ارس در برخی دامنه‌های مشرف به دره‌های شرقی- غربی رود هراز (منطقه سیاه‌بیشه و پنجاب آمل) در مجاورت با توده‌های جنگلی پهن‌برگ خزان‌کننده ناحیه هیرکانی انتشار دارد و جوامع گیاهی متمایزی را تشکیل داده است. در پژوهش پیش‌رو برای نخستین بار، طبقه‌بندی بوم‌شناختی جنگل‌های ارس (*Juniperus excelsa* M.Bieb.) دره هراز (شهرستان آمل، شمال ایران) در نیم‌رخ شمالی البرز انجام شد.

مواد و روش‌ها: برای این منظور، ۵۴ قطعه نمونه ۴۰۰ متر مربعی باتوجه به اصل توده معرف در سطح منطقه برداشت شد. در هر قطعه نمونه پس از ثبت فهرست همه گونه‌های گیاهی آوندی، درصد تاج‌پوشش آن‌ها با استفاده از ضریب‌های وفور- غلبه وان دارمارل ثبت شد. طبقه‌بندی جوامع گیاهی منطقه با استفاده از روش طبقه‌بندی TWINSpan اصلاح شده براساس درصد تاج‌پوشش گونه‌ها و تعیین گونه معرف با استفاده از روش تعلقه فی اصلاح شده براساس مقادیر فراوانی گونه‌ها در محیط نرم‌افزاری Juice انجام شد. همچنین، معنی‌داری تغییرات خصوصیات توپوگرافی جوامع مزبور با استفاده از تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون مقایسه میانگین دانکن ارزیابی شد.

نتایج: در نتیجه طبقه‌بندی پوشش گیاهی مناطق مورد بررسی، پنج گروه بوم‌شناختی در سطح قطع چهارم دارنگاره طبقه‌بندی شامل: (۱) ارس-اوری (*J. excelsa-Quercus macranthera* Fisch. & C.A.Mey.)؛ (۲) ارس-اسپرس کوهی (*J. excelsa-Onobrychis*)؛ (۳) ارس-ارغوان (*J. excelsa-Cercis siliquastrum* L.)؛ (۴) ارس-یاسمن زرد (*J. excelsa-cornuta* (L.) Desv.)؛ (۵) ارس-سیاه‌تنگرس (*Chrysojasminum fruticans* (L.) Banfi) و (۶) ارس-سیاه‌تنگرس (*J. excelsa-Rhamnus pallasii* Fisch. & C.A.Mey.) با ترکیب گونه‌ای متمایز و خصوصیات توپوگرافی متفاوت شناسایی شدند. گروه بوم‌شناختی ارس-اوری (گروه ۱) به دلیل اجتماع‌پذیری درختان ارس با گونه‌های معرف که خاستگاه ناحیه اروپا- سیبری دارند را می‌توان به عنوان نماینده این زیست‌اقليم در دامنه‌های شمالی منطقه لهر (پنجاب) محسوب کرد. گروه‌های بوم‌شناختی ارس-یاسمن زرد (گروه ۴) و ارس-ارغوان (گروه ۳) نیز معرف زیست‌اقليم مدیترانه‌ای در دو منطقه سیاه‌بیشه و ترا محسوب می‌شوند. همچنین، دو گروه بوم‌شناختی ارس-اسپرس کوهی (گروه ۲) و ارس-سیاه‌تنگرس (گروه ۵) که در نیم‌رخ جنوبی البرز نیز انتشار دارند، گسترش زیست‌اقليم ایران- تورانی در نیم‌رخ شمالی البرز را تبیین می‌کنند.

نتیجه‌گیری کلی: نتایج این پژوهش تصریح می‌کند که ارس در هراز با ترکیب‌های مختلفی از گونه‌های معرف شاخص در نواحی مدیترانه‌ای مانند ارغوان، اسپیره (*Spiraea crenata* L.)، یاسمن زرد، شیرخشت (*Cotoneaster integerrimus* Medik.)، سیاه‌تلو (*Paliurus spina-christi* Mill.)، مارچوبه (*Asparagus officinalis* L.) و کلماتیس (*Clematis orientalis* L.)، جوامع گیاهی متمایزی را تشکیل داده است. توسعه عناصر مدیترانه‌ای مذکور به همراه وقوع برخی از عناصر اروپا- سیبری مانند کرکو (*Acer*)، کرب (*A. campestre* L.)، آزاد (*Zelkova carpinifolia* (Pall.) K.Koch)، داغداغان (*Celtis caucasica*)

(Willd.) و اوری بر تفاوت آشکار جوامع ارس در دو نیم‌رخ شمالی و جنوبی البرز دلالت دارند و ضرورت حفاظت بیش‌ازپیش جوامع مزبور را نشان می‌دهد.
واژه‌های کلیدی: جامعه گیاهی، گروه‌گونه بوم‌شناختی، گونه معرف.

مقدمه

ارس (*Juniperus excelsa* M.Bieb.) متعلق به خانواده سرو (Cupressaceae) از محدود بازدانگان بومی در رویشگاه‌های جنگلی ایران است که به‌عنوان گونه شاخص مناطق کوهسری با رخنمون سنگی محسوب می‌شود. دامنه انتشار این گونه در سطح کشور وسیع است. به‌طوری‌که گستره انتشار آن از نواحی غربی زاگرس شروع می‌شود و تا دامنه‌های جنوبی نیمه‌خشک البرز و جنوب ایران امتداد دارد. پهنه رویشی آن، رشته‌کوه‌های شرق ایران و کوه‌های منتهی به کشور افغانستان را دربرمی‌گیرد (Ravanbakhsh et al., 2013). ارس، نسبت به شرایط سخت محیطی مقاوم است و از نظر ارتفاعی نیز دامنه انتشار گسترده‌ای دارد. به‌طوری‌که حضور آن تا محدوده ۲۷۰۰ متر از سطح دریا (۳۴۰۰ متر در ارتفاعات جنوب کشور) امتداد دارد (Marvie, 2005; Mohadjer, 2005). البته پایین‌ترین محدوده ارتفاعی گسترش ارس در ایران در منطقه سیاه‌بیشه دره هراز (ارتفاع ۷۰۰ متر از سطح دریا) گزارش شده است (Ali Ahmad, 2000; Koroori & Khoshnevis, 2000).

طبقه‌بندی پوشش گیاهی، ابزاری مناسب در پژوهش‌های محیط‌زیستی و شناخت روابط بوم‌شناختی گونه‌ها به‌منظور برنامه‌ریزی، نظارت و مدیریت رویشگاه‌ها است (Kusbach et al., 2012). شناسایی گروه‌گونه‌های گیاهی که دارای نیاز بوم‌شناختی مشابه هستند و تمایل دارند که در رویشگاه با دامنه مشابه حضور پیدا کنند، از مزایای طبقه‌بندی پوشش گیاهی است (Witte, 2002; De Cáceres & Legendre, 2009). با مطالعه گروه‌گونه‌های بوم‌شناختی، اجتماع‌های گیاهی که در شرایط محیطی مشابهی حضور دارند، تفکیک می‌شوند و عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش گونه‌های گیاهی شناسایی می‌شوند (Naqinezhad et al., 2013). هدف اصلی طبقه‌بندی پوشش گیاهی، سازمان‌دهی

و تفکیک بوم‌سازگان به گروه‌ها یا جوامع گیاهی با نیازهای بوم‌شناختی مشابه است (Tichy, 2005) که نتیجه آن در مدیریت مبتنی بر ظرفیت بوم‌شناختی عرصه‌های جنگلی، بسیار اهمیت دارد. تاکنون، مطالعات طبقه‌بندی جوامع گیاهی در پهنه رویشی هیرکانی بر جنگل‌های معتدله خزان‌کننده تمرکز داشته‌اند (Hamzehee et al., 2008; Esmailzadeh et al., 2011; Naqinezhad & Zarezadeh, 2013; Gholizadeh et al., 2020; Khabazi & Esmailzadeh, 2020; Karami-Kordalivand et al., 2021; Esmailzadeh et al., 2022) و رویش‌های مدیریت‌شده به‌ویژه جنگل‌های ارس که به‌صورت لکه‌ای در برخی از دره‌های شرقی-غربی نیم‌رخ شمالی البرز انتشار دارند، مورد توجه قرار نگرفته‌اند. همچنین، طبقه‌بندی جوامع جنگلی ارس فقط در دره فیروزکوه (از شمال استان تهران تا شمال غرب استان سمنان) در نیم‌رخ جنوبی البرز انجام شده است (Ravanbakhsh et al., 2013; Ravanbakhsh et al., 2015; Ravanbakhsh & Assadi, 2017).

نتایج پژوهش‌ها نشان داده‌اند که ارس در رویش‌های کوهسری دامنه جنوبی البرز، سه جامعه شامل شیرخشت-ارس (*Cotoneastro nummulariis-Juniperetum excelsae*), شن-ارس (*Lonicera ibericae*), و اشنگور-ارس (*Juniperetum excelsae*) را تشکیل داده است (Ravanbakhsh et al., 2013, 2016). هرکدام از جوامع مزبور نسبت به متغیرهای محیطی، پاسخ جداگانه دادند. به‌طوری‌که جامعه اشنگور-ارس اغلب در ارتفاعات پایین‌تر و خاک‌های فقیرتر از نظر ازت و ماده آلی و جامعه شیرخشت-ارس، بیشتر در ارتفاع بالاتر و خاک‌هایی غنی از ازت، ماده آلی و ظرفیت رطوبت اشباع پراکنش دارند. جامعه شن-ارس نیز مختص مناطقی تحت تأثیر رژیم رطوبتی با

و مطالعه طبقه‌بندی پوشش گیاهی و تعیین جوامع گیاهی آن را بیش‌ازپیش ضروری می‌کند. انجام چنین پژوهش‌هایی برای مدیریت حفاظتی جنگل‌های مزبور با خصوصیات ناهمگن بوم‌شناختی اجتناب‌ناپذیر است. از این رو، پژوهش پیش‌رو در نظر دارد تا ضمن طبقه‌بندی بوم‌شناختی جنگل‌های ارس دره هراز، امکان توسعه گروه‌های بوم‌شناختی متمایز ارس در دو نیم‌رخ شمالی و جنوبی البرز را که به ترتیب نماینده جوامع جنگلی مدیترانه‌ای و ایران-تورانی هستند را ارزیابی کند. در واقع، در این پژوهش، با طبقه‌بندی گروه‌های بوم‌شناختی ارس در دره هراز و مقایسه آن‌ها با جوامع گیاهی ارس نیم‌رخ جنوبی البرز، فرضیه وقوع گروه‌های گیاهی متمایز ارس در نیم‌رخ شمالی البرز را آزمون می‌کند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پژوهش مورد نظر در جنگل‌های اُرس واقع در سه منطقه شامل پنجاب یا لهر (روستای گل‌از) با وسعت حدود ۶۰۰ هکتار (۵۶' ۴" عرض شمالی و ۵۲' ۱۲" طول شرقی)، سیاه‌بیشه با وسعت تقریبی ۱۰۰ هکتار (۳۶' ۸" ۴" عرض شمالی و ۵۲' ۲۰" ۱" طول شرقی) و منطقه امیری (روستای ترا) با مساحت حدود سه هکتار (۳۵' ۵۵" ۳۵' عرض شمالی و ۵۲' ۱۸" ۴" طول شرقی) واقع در دره هراز و محدوده ارتفاعی ۷۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا در نیم‌رخ شمالی البرز انجام گرفت (شکل ۲). براساس نقشه پهنه‌بندی اطلاعات هواشناسی پایگاه اطلاعاتی CHELSA (<https://chelsa-climate.org/>) و تطابق با داده‌های ماهواره‌ای مناسب هواشناسی لندست ۸، متوسط بارندگی و دمای سالانه مناطق مورد بررسی به ترتیب ۷۰۹ میلی‌متر و ۱۲/۴ درجه سانتی‌گراد برآورد شد.

روش پژوهش

نمونه‌برداری

نمونه‌برداری پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه در خردادماه سال ۱۴۰۲ زمانی که انتظار می‌رود بیشتر گیاهان

منشأ هیرکانی معرفی شد (Ravanbakhsh et al., 2016). البته در مطالعه جامعه‌شناسی گیاهی جنگل‌های ارس لبنان (*J. turbinata* Guss.) در نواحی مدیترانه‌ای جنوب اروپا، شمال آفریقا و غرب آسیا، ۳۵ جامعه گیاهی، هشت اتحادیه مربوط به دو راسته ارمک-ارس (*Ephedra-Junipertolia*) و پسته-اشنگور (*Pistacio-Rahmnetalia*) تفکیک شد (Asensi et al., 2007). در پژوهش مذکور بر قابلیت اجتماع‌پذیری درختان ارس با انواع گونه‌های معرف نواحی مدیترانه‌ای شامل ارغوان (*Cercis siliquastrum* L.)، سرو (*Cupressus atlantica* Gaussen)، پسته (*Pistacia*)، اشنگور (*Rhamnus* spp.) و ارمک (*Ephedra* spp.) تأکید شد (Asensi et al., 2007).

ارس در دامنه‌های مشرف به دره‌های شرقی- غربی رود هراز (منطقه سیاه‌بیشه و پنجاب آمل) در مجاورت با توده‌های جنگلی پهن‌برگ خزان‌کننده ناحیه هیرکانی انتشار می‌یابد. محدودیت رطوبت هوا سبب عدم توسعه گونه‌های گیاهی جنگل‌های معتدله هیرکانی در دره‌های مزبور شده است (Ali Ahmad Koroori & Khoshnevis, 2000). در نتیجه، به دلیل حذف عامل رقابت، شرایط برای آشیان‌گزینی جوامع گیاهی ارس فراهم شده است. با افزایش فاصله از این دره‌ها (افزایش ارتفاع دامنه)، بهره‌مندی از نفوذ جریان‌های مرطوب از دامنه‌های شمالی البرز بیشتر می‌شود. در نتیجه، بستر رشد برای وقوع جوامع گیاهی هیرکانی دوباره فراهم می‌شود. بنابراین آشیان‌گزینی جوامع گیاهی پهن‌برگ در محدوده ارتفاعی بالاتر از جوامع ارس فراهم می‌شود. در واقع، شرایط خاص رطوبت نسبی هوا در دره‌های شرقی- غربی منطقه پنجاب آمل سبب واژگونی نیم‌رخ ارتفاعی انتشار جنگل‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ شده است و توسعه جنگل‌های ارس در ارتفاع‌های کمتر نسبت به جنگل‌های پهن‌برگ هیرکانی را به دنبال داشته است (شکل ۱). ضمن اینکه اجتماع‌پذیری درختان ارس با انواع مختلف گونه‌های پهن‌برگ از دو ناحیه معتدل خزری و مدیترانه‌ای، بستر حضور جوامع گیاهی متنوع ارس را فراهم می‌کند. این مسئله، منطقه پنجاب را در جایگاه ممتازتری از نقطه نظر تنوع شرایط بوم‌شناختی قرار داده است

منابع فلوری قابل دسترس مانند فلور ایرانیکا (Rechinger, 1963-2015)، مجموعه فلورهای فارسی ایران (Assadi, 1988-2021) و فلور مصور رشته کوه های البرز (Noroozi & Talebi, 2023) شناسایی شدند.

جهت دامنه نیز برای بهره گیری در تجزیه و تحلیل های چندمتغیره از طریق دو رابطه $+ A \cos (\varphi)$ و $+ A \sin (\varphi)$ که در آن A آزمون دامنه از بالا به پایین شیب است، به ترتیب به متغیرهای کمی شمال گرایی (Northness) و شرق گرایی (Eastness) با دامنه تغییرات صفر (جهت جنوبی و غربی) تا دو (جهت شمالی و شرقی) تبدیل شد (Karimi-Kordalivand et al., 2020).

منطقه حضور دارند و به رشد کامل رسیده اند، به روش توده معرف انجام شد (Esmailzadeh et al., 2011). مساحت قطعه نمونه ها، مطابق اندازه قطعه نمونه نواحی معتدله، ۴۰۰ متر مربع (۲۰×۲۰ متری) در نظر گرفته شد (Dengler et al., 2017). در هر کدام از ۵۴ قطعه نمونه برداشت شده نخست موقعیت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت دامنه ثبت شد. سپس، فهرست ترکیب پوشش گیاهی به همراه درصد پوشش آن ها به صورت تخمینی و براساس ضریب های وفور-غلبه وان دارمارل (صفر: غایب، یک: ۰-۱، دو: ۱-۲/۵، سه: ۲/۵-۵، چهار: ۵-۱۲/۵، پنج: ۱۲/۵-۲۵، شش: ۲۵-۵۰، هفت: ۵۰-۷۵ و هشت: ۷۵-۱۰۰ درصد) ثبت شد (Esmailzadeh et al., 2022). گونه های گیاهی با استفاده از

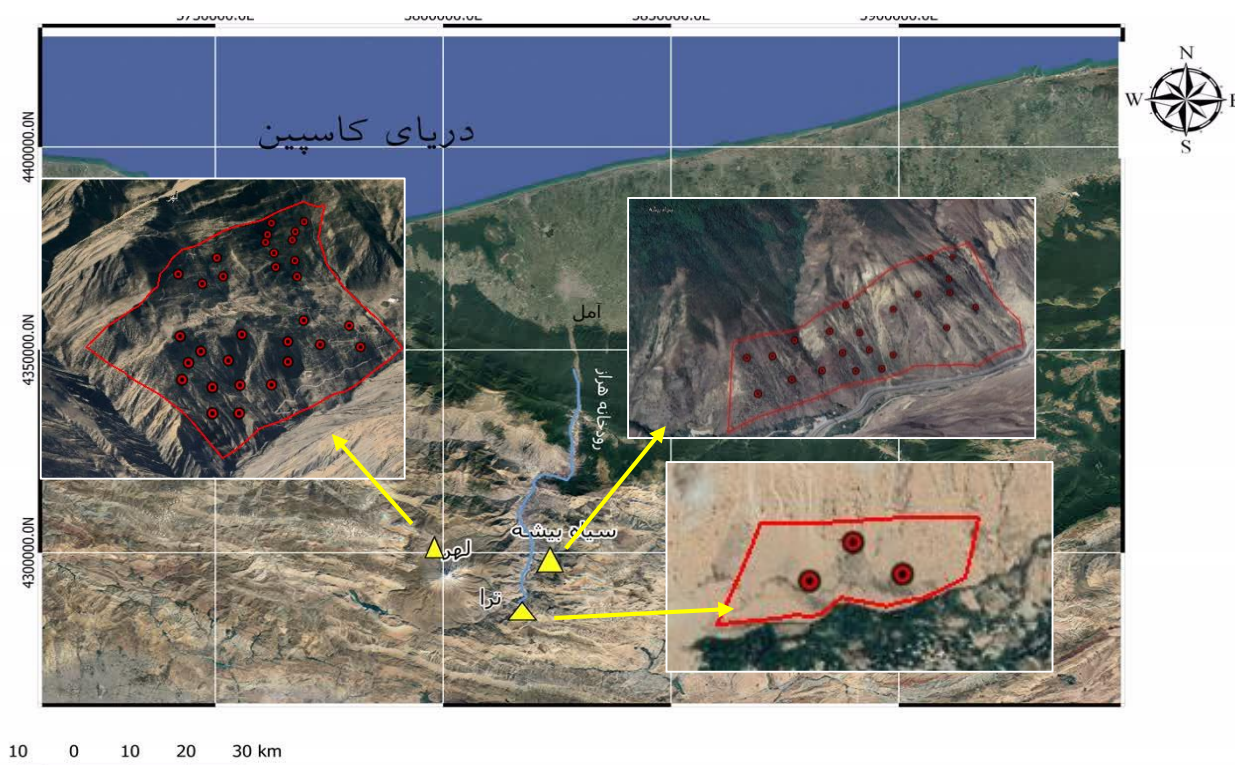


شکل ۱- واژگونی نیم رخ ارتفاعی انتشار جنگل های ارس و جنگل های پهن برگ هیرکانی در منطقه سیاه بیشه هراز

Fig.1- Elevational profile inversion of the Juniper forest and Hyrcanian broadleaf forests in the Siahbیشه region of Haraz

گیاهی بر مبنای درصد تاج پوشش گونه ها و براساس سطوح قطع ۱۰۰ - ۷۵ - ۵۰ - ۲۵ - ۱۲/۵ - ۵ - ۲/۵ - ۱ - ۰ (صفر) با به کارگیری بسته نرم افزاری Juice (Tichy, 2002) انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل داده ها در پژوهش پیش رو برای طبقه بندی پوشش گیاهی منطقه از روش TWINSpan اصلاح شده (Modified TWINSpan)، استفاده شد. در این روش، طبقه بندی جوامع



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی مناطق مورد بررسی

Fig. 2- Geographical location of the studied areas

نتایج

در نتیجه طبقه‌بندی پوشش گیاهی مناطق مورد بررسی با استفاده از TWINSpan اصلاح شده، پنج گروه بوم‌شناختی در سطح قطع چهارم شناسایی و تعیین شد (شکل ۳). گروه بوم‌شناختی اول، نماینده جنگل ارس-اوری (*Juniperus excelsa-Quercus macranthera* Fisch. & C.A.Mey. است. به دلیل وقوع گونه‌های معرف ون (*Fraxinus excelsior* L.، شن البرزی (*Lonicera floribunda* Boiss. & Buhse) به همراه دو گونه بوته‌ای شامل کلاه‌میرحسین (*Acantholimon festucaceum* (Jaub. & Spach) Boiss.) و گون پشته‌ای (*Astragalus microcephalus* Willd.) در سطح قطع اول، طبقه‌بندی از گروه‌های دیگر جوامع گیاهی ارس که نماینده جنگل ارس-ارمک (*J. excelsa-Ephedra foeminea* Forssk. هستند، تفکیک شد (جدول ۱).
تعلقه زیاد گونه‌های اسپرس کوهی (*Onobrychis cornuta*)

سپس اجتماع‌پذیری گونه‌ها به گروه‌های مزبور با بهره‌گیری از نتایج شاخص اجتماع‌پذیری فی (با رعایت تنظیم اندازه گروه‌ها) براساس داده‌های کیفی حضور-غیاب گونه‌ها تعیین شد. گونه‌های گیاهی با مقادیر تعلقه فی بیشتر از ۰/۲۵ بعد از احراز معنی‌داری آن‌ها براساس آزمون صحت فیشر ($P < 0.05$) به عنوان گونه‌های معرف عرضه شدند.
در پایان نام‌گذاری هرکدام از گروه‌ها با بهره‌گیری از نام گونه غالب در هر گروه (شامل گونه‌ای که واجد برترین درجه فراوانی و درصد تاج‌پوشش باشد) و نام گونه معرف (گونه‌ای که بیشینه درجه وفاداری نسبت به یک گروه را داشته باشد) انجام گرفت. فرایند طبقه‌بندی و تحلیل گونه معرف با استفاده از نرم‌افزار Juice انجام شد (Tichy, 2002). همچنین، معنی‌داری خصوصیات توپوگرافی در جوامع گیاهی ارس با استفاده از آزمون‌های تجزیه واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین دانکن در بسته نرم‌افزاری SPSS انجام گرفت.

Cornus sanguinea (سیاه‌آل (*Celtis caucasica* Willd.)،
Bromus (L.)، مارچوبه (*Asparagus officinalis* L.) و
tomentellus Boiss. با درختان ارس از دو گروه چهارم و پنجم
به‌عنوان نماینده جنگل ارس-گون (*J. excelsa-Astragalus*)
(*submitis* Boiss. & Hohen. تفکیک می‌شود. در نهایت،
اجتماع‌پذیری یاسمن زرد (*Chrysojasminum fruticans* L.)،
گیاه همیشه‌گی (*Sempervivum iranicum* Bornm. & Gauba)
و (*Salvia glutinosa* L.) در گروه چهارم سبب تمایز این
گروه از گروه پنجم به‌عنوان نزدیک‌ترین اجتماع گیاهی در سطح
چهارم طبقه‌بندی می‌شود.

Centaurea kotschy (Boiss.) Hayek، ((L.) Desv.
Silene schafta S.G.Gmel. *Astragalus aureus* Willd.
و *Salsola vermiculata* L. ex Fisch. & C.A.Mey.
دغدغک (*Colutea buhsei* (Boiss.) Shap.) به گروه دوم سبب
تمایز این گروه به‌عنوان نماینده جنگل ارس-اسپرس کوهی از
گروه‌های دیگر که نماینده جنگل ارس-شیرخشت (*J. excelsa-*
Cotoneaster integerrimus) در سطح قطع دوم دارنگاره
طبقه‌بندی TWINSpan شد. در سطح قطع سوم این دارنگاره،
جنگل ارس-ارغوان (*J. excelsa-Cercis siliquastrum* L.)
به‌دلیل اجتماع‌پذیری گونه‌های ارغوان، درخت تا (داغداغان)



شکل ۳- گروه‌های بوم‌شناختی جنگل‌های ارس در دره هراز امل
Fig.3- Ecological groups of Juniper Forests in the Haraz valley, Amol

Astragalus urmiensis, *Salsola vermiculata* (درصد)،
Bunge و *Silene schafta* (۶۰ درصد) و *Lisaea strigosa*
 (Banks & Sol.) Eig (۵۰ درصد) به‌عنوان گونه‌های معرف
 این جامعه گیاهی محسوب می‌شود (جدول ۱).
 گروه بوم‌شناختی ارس-ارغوان (گروه ۳)، آشیان‌گزینی
 مشترک ارغوان و ارس در محدوده کوچکی از دامنه‌های
 شرقی مشرف به روستای کوهستانی ترا از توابع منطقه امیری
 لاریجان در محدوده ارتفاع ۱۹۰۰ تا ۱۹۵۰ متر از سطح دریا
 محسوب می‌شود (شکل ۴-ج). درختان ارغوان با متوسط
 درصد تاج‌پوشش ۳۲ درصد، داغداغان (شش درصد) و ارس
 (پنج درصد) به‌همراه درختچه‌های سیاه‌تنگرس (*Rhamnus*
pallasii Fisch. & C.A.Mey. (۱۰ درصد)، شیرخشت
 (هفت درصد)، شن البرزی (شش درصد) و زرشک
 (*Berberis integerrima* Bunge) (پنج درصد) و بوته اسپیره
 (دو درصد)، مهم‌ترین گونه‌های چوبی این جامعه گیاهی را
 تشکیل می‌دهند. همچنین، *Stachys inflata* Benth.
 و *Artemisia aucheri* (سه درصد) مهم‌ترین گونه علفی
 زیراشکوب این جامعه گیاهی هستند. ارغوان با فراوانی
 صددرصد به‌عنوان گونه شاخص این جامعه محسوب می‌شود.
 همچنین، *Rubus criticus* Tourn. ex L. ~~*sanctus* Schreb.~~
Dracocephalum *Isatis cappadocica* Desv. و *Coronilla varia* L.
kotschy Boiss. و ون با فراوانی ۱۰۰ درصد به‌همراه
Vincetoxicum scandens Sommier، *Teucrium chamaedrys* L.
 و *Deschampsia cespitosa* (L.) P.Beauv. (۶۷ درصد)
 به‌عنوان گونه‌های تفریقی این جامعه گیاهی محسوب می‌شود
 (جدول ۱).

گروه بوم‌شناختی ارس-یاسمن زرد (گروه ۴) که
 پایین‌ترین محدوده ارتفاعی جنگل‌های ارس در دره هراز
 (محدوده ارتفاعی ۷۰۰ تا ۱۲۰۰ متر از سطح دریا) را شامل
 می‌شود، در دامنه‌های شمالی و شیب‌های به‌نسبت تند (۷۰ تا
 ۱۱۰ درصد) در منطقه سیاه‌بیشه و رخنمون‌های سنگی منطقه
 گلاز وقوع می‌یابد (شکل ۴-د، ن). ارس با متوسط درصد
 تاج‌پوشش ۴۹ درصد و کرکو (سه درصد) در اشکوب درختی

گروه بوم‌شناختی ارس-اوری (گروه ۱) به‌عنوان بالاترین
 محدوده آشیان‌گزینی ارس در نیم‌رخ شمالی البرز (ارتفاع
 ۱۸۰۰ تا ۲۰۵۰ متر از سطح دریا) محسوب می‌شود. این گروه
 در دامنه‌های شمالی و شیب متوسط ۵۰ تا ۷۰ درصد منطقه
 گلاز در دره پنجاب هراز وقوع می‌یابد (شکل ۴-الف). وقوع
 مشترک درختان ارس (متوسط درصد تاج‌پوشش ۴۱ درصد)
 با درختان پهن‌برگ کرکو (*Acer monspessulanum* subsp. *ibericum* (M.Bieb. ex Willd.) Yalt.
 اوری (سه درصد) به‌همراه درختچه شن گرجستانی
 (*Lonicera iberica* M.Bieb.) (۱۵ درصد) سبب تفکیک و
 تمایز این سین‌تاکسون ارس می‌شود. اسپره (*Spiraea*
crenata L. و نسترن (*Rosa canina* L.) به‌ترتیب با متوسط
 درصد تاج‌پوشش ۲۷ و چهار درصد به‌همراه *Artemisia*
aucheri Boiss. و آویشن (*Thymus kotschyanus* Boiss.
 & Hohen. به‌ترتیب با متوسط درصد تاج‌پوشش هفت و
 چهار درصد به‌ترتیب به‌عنوان مهم‌ترین گونه‌های بوته‌ای و
 علفی این سین‌تاکسون محسوب می‌شوند. *Astragalus*
microcephalus اوری، کرب (*Aer campestre* L.)،
 کلاه‌میرحسن، شن البرزی و آویشن به‌عنوان گونه‌های معرف
 این گروه بوم‌شناختی محسوب می‌شوند (جدول ۱).

گروه بوم‌شناختی ارس-اسپرس کوهی (گروه ۲) در
 محدوده ارتفاعی ۱۵۰۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا در
 شیب‌های شمالی (شیب ۶۰ تا ۹۰ درصد) منطقه گلاز وقوع
 می‌یابد. ارس با متوسط تاج‌پوشش ۶۷ درصد در اشکوب
 درختی، شن و دغدغک (سه درصد) در اشکوب درختچه‌ای،
 اسپیره (۲۳ درصد)، ارمک (هفت درصد) و اسپرس کوهی
 (یک درصد) در اشکوب بوته‌ای به‌همراه *Brachypodium*
sylvaticum (Huds.) P.Beauv. (۲/۵ درصد) و
Artemisia aucheri (دو درصد) در اشکوب علفی، بیشترین
 میزان وفور در این جامعه گیاهی را داشتند (شکل ۴-ب).
 همچنین، اسپرس کوهی با فراوانی ۱۰۰ درصد، *Hypericum*
scabrum L. و *Achillea arabica* Kotschy.
Euphorbia biebersteinii Afan. (۹۰ درصد)،
Centauria kotschy L. (۸۰ درصد)،

ارتفاع ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰ متر از سطح دریا در دامنه‌های شمالی و شیب‌های ۴۵ تا ۹۰ درصد در منطقه گلاز وقوع می‌یابد. ارس با متوسط درصد تاج‌پوشش ۶۸ درصد در اشکوب درختی به همراه درختچه‌های سیاه‌تگرس (۳/۴ درصد) و راناس (۲/۵ درصد) و گونه‌های بوته‌ای اسپیره (پنج درصد)، *Astragalus submitis* (پنج درصد) و ارمک (۱/۳ درصد) مهم‌ترین گونه‌های چوبی این گروه را تشکیل می‌دهند (شکل ۴-و). *Artemisia aucheri* (چهار درصد) و *Festuca ovina* L. (۴/۷ درصد) مهم‌ترین گونه‌های علفی زیراشکوب این جامعه گیاهی هستند. سیاه‌تگرس با فراوانی ۸۴ درصد به عنوان گونه معرف این اجتماع گیاهی محسوب می‌شود.

به همراه درختچه راناس (*Prunus microcarpa* C.A.Mey.) با متوسط درصد تاج‌پوشش ۸ درصد و گونه‌های بوته‌ای اسپیره (۱۶ درصد)، ارمک (هفت درصد)، یاسمن زرد (پنج درصد) و آلبالوی پاکوتاه (*Prunus pseudoprostrata* (Pojark.) Rech.f.) (چهار درصد) مهم‌ترین گونه‌های چوبی این گروه بوم‌شناختی را تشکیل می‌دهند. *Artemisia aucheri* (چهار درصد) مهم‌ترین گونه علفی زیراشکوب این گروه بوم‌شناختی است. یاسمن زرد با فراوانی صددرصد به همراه همیشگی با فراوانی ۶۸ درصد به ترتیب به عنوان گونه معرف این گروه بوم‌شناختی محسوب می‌شوند. گروه بوم‌شناختی ارس-سیاه‌تگرس (گروه ۵) در محدوده

جدول ۱- ضریب‌های تعلقه فی در تعیین گونه‌های معرف گروه‌های بوم‌شناختی ارس در دره هراز آمل

مقادیر عددی بدنه جدول پایایی (درصد فراوانی) و ضریب تعلقه فی گونه‌ها را به ترتیب در پایه و توان نشان می‌دهد. گونه‌هایی که مقادیر عددی تعلقه آن‌ها، حدآستانه ($\phi=25$) را رد می‌کند و براساس آزمون فیشر ($p<0.05$) معنی‌دار باشد، به عنوان گونه معرف با رنگ خاکستری مشخص هستند. رنگ خاکستری تیره، روشن و روشن‌تر، معنی‌داری آزمون فیشر برای مقادیر درجه وفاداری گونه-گروه یا اجتماع گیاهی به ترتیب در سطح اطمینان ۹۹/۹، ۹۹ و ۹۵ درصد را نشان می‌دهد. مقادیر صفر بیانگر غیبت گونه در جوامع گیاهی مورد نظر است. گونه‌های معرف هر یک از گروه‌های بوم‌شناختی توسط یک قاب مستطیلی مشخص می‌شوند.

Table 1- Phi fidelity indices for determining indicator species of Juniper ecological groups in the Haraz valley, Amol

Phi fidelity measures of all species along with their relative frequency or constancy are shown in power format (constancy is in the base and fidelity is in the power) in the synoptic table. Species with numerical values of association exceed the threshold ($\phi=25$) and are significant according to Fisher's test ($p<0.05$) are marked as indicator species with a gray color. Grey shade values indicate significant fidelity at $p<0.05$ (light gray); $p<0.01$ (medium gray) and $p<0.001$ (dark gray). Dots in the table indicate species absence. Indicator species of each ecological group are shown by a rectangular box.

Ecological groups	1	2	3	4	5
Number of plots	10	10	3	12	19
<i>Astragalus microcephalus</i> Willd.	80 ^{73.6}	10 ⁻⁻⁻	.	.	.
<i>Quercus macranthera</i> Fisch. & C.A.Mey.	50 ^{67.9}	.	.	.	.
<i>Acer campestre</i> L.	40 ^{60.3}	.	.	.	.
<i>Acantholimon festucaceum</i> (Jaub. & Spach) Boiss.	60 ^{49.9}	10 ⁻⁻⁻	.	.	.
<i>Lonicera floribunda</i> Boiss. & Buhse	40 ^{49.2}	.	.	.	.
<i>Thymus kotschyanus</i> Boiss. & Hohen.	60 ^{48.2}	40 ^{26.1}	.	.	.
<i>Onobrychis cornuta</i> (L.) Desv.	40 ⁻⁻⁻	100 ^{44.2}	67 ^{16.9}	.	14 ⁻⁻⁻
<i>Hypericum scabrum</i> L.	10 ⁻⁻⁻	90 ^{67.1}	.	.	14 ⁻⁻⁻
<i>Centaurea kotschy</i> (Boiss.) Hayek	.	70 ^{61.2}	.	.	.
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	.	80 ^{60.7}	.	.	29 ^{8.4}
<i>Salsola vermiculata</i> L.	.	60 ^{51.4}	.	.	.
<i>Astragalus aureus</i> Willd.	10 ⁻⁻⁻	60 ^{47.9}	.	.	29 ^{13.3}
<i>Lisaea strigosa</i> (Banks & Sol.) Eig	20 ¹⁰	50 ^{47.6}	.	.	.
<i>Silene schafta</i> S.G.Gmel. ex Fisch. & C.A.Mey.	20 ^{3.6}	60 ^{47.4}	.	.	14 ⁻⁻⁻
<i>Achillea arabica</i> Kotschy. <i>biebersteinii</i> Afan.	70 ^{27.9}	90 ^{44.8}	.	.	14 ⁻⁻⁻
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	.	.	100 ¹⁰⁰	.	.

<i>Rubus criticus</i> Tourn. ex L. sanctus Schreb.	.	.	100 ¹⁰⁰	.	.
<i>Isatis cappadocica</i> Desv.	.	.	100 ¹⁰⁰	.	.
<i>Celtis caucasica</i> Willd.	.	.	100 ^{78.7}	40 ^{18.8}	.
<i>Dracocephalum kotschy</i> Boiss.	10 ⁻⁻⁻	.	100 ^{94.5}	.	.
<i>Coronilla varia</i> L.	30 ¹²	.	100 ^{85.5}	.	.
<i>Vincetoxicum scandens</i> Sommier & Levier	.	.	67 ^{79.5}	.	.
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	.	.	67 ^{79.5}	.	.
<i>Cornus sanguinea</i> L.	.	.	67 ^{79.5}	.	.
<i>Bromus tomentellus</i> Boiss.	.	.	67 ^{79.5}	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	50 ^{25.6}	.	100 ^{73.7}	.	.
<i>Chrysojasminum fruticans</i> (L.) Banfi L.	.	.	.	100 ^{64.5}	.
<i>Sempervivum iranica</i> Bornm. & Gauba	.	20 ⁻⁻⁻	.	80 ^{56.3}	.
<i>Rhamnus pallasii</i> Fisch. & C.A.Mey.	.	30 ⁻⁻⁻	100 ^{37.3}	40 ⁻⁻⁻	86 ^{25.5}
<i>Paliurus spina-christi</i> Mill.	.	.	.	.	.
<i>Pyracantha coccinea</i> M.Roem.	.	.	.	29 ^{10.8}	.
<i>Acer monspessulanum</i> L.	90 ^{22.4}	80 ¹⁴	.	100 ^{30.9}	71 ^{6.7}
<i>Phlomis herba-venti</i> L.	.	.	.	57 ^{60.1}	.
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	.	.	.	57 ^{60.1}	.
<i>Petrorhagia saxifraga</i> Link	.	.	.	43 ^{55.7}	.
<i>Crambe orientalis</i> L.	.	30 ^{23.5}	.	43 ^{39.9}	.
<i>Salsola arbuscula</i> Pall.	.	.	.	.	.
<i>Pteropryum aucheri</i> Jaub. & Spach	.	10 ⁻⁻⁻	.	40 ²¹	29 ^{9.3}
<i>Artemisia fragrans</i> Willd.	.	.	.	.	.
<i>Cotoneaster integerrimus</i> Medik. intergrina	.	.	100 ^{50.4}	20 ⁻⁻⁻	100 ^{50.4}
<i>Acanthophyllum bracteatum</i> Boiss.	20 ^{11.7}	.	.	.	57 ^{60.1}
<i>Astragalus submitis</i> Boiss. & Hohen.	40 ⁻⁻⁻	10 ⁻⁻⁻	.	60 ^{14.5}	86 ^{35.8}

Frequent species

<i>Juniperus excelsa</i> M.Bieb.	100 ⁻⁻⁻	100 ⁻⁻⁻	100 ⁻⁻⁻	100 ⁻⁻⁻	100 ⁻⁻⁻
<i>Ephedra major</i> Host	.	90 ^{9.3}	100 ^{19.7}	100 ^{19.7}	86 ^{4.9}
<i>Lonicera iberica</i> M.Bieb.	100 ²⁰	100 ^{20.4}	100 ^{20.4}	40 ⁻⁻⁻	57 ⁻⁻⁻
<i>Colutea buhsei</i> (Boiss.) Shap.	70 ^{22.5}	70 ^{22.5}	.	60 ^{14.3}	14 ⁻⁻⁻
<i>Spiraea crenata</i> L.	90 ^{14.4}	100 ^{23.8}	100 ^{23.8}	40 ⁻⁻⁻	43 ⁻⁻⁻
<i>Prunus pseudoprostrata</i> (Pojark.) Rech.f.	90 ⁻⁻⁻	100 ^{6.7}	100 ^{6.7}	100 ^{6.7}	100 ^{6.7}
<i>Artemisia aucheri</i> Boiss.	100 ⁻⁻⁻	100 ⁻⁻⁻	100 ⁻⁻⁻	100 ⁻⁻⁻	100 ⁻⁻⁻
<i>Hymenocrater calycinus</i> (Boiss.) Benth.	.	20 ²⁰	.	.	.
<i>Aethionema cordatum</i> Boiss.	10 ^{3.4}	10 ^{3.4}	.	20 ^{18.7}	.
<i>Prangos ferulacea</i> Lindl.	.	80 ²⁰	100 ^{36.4}	80 ²⁰	14 ⁻⁻⁻
<i>Galium verum</i> L.	50 ^{13.8}	30 ⁻⁻⁻	67 ^{28.2}	40 ^{5.2}	.
<i>Eryngium bungei</i> Boiss.	20 ⁻⁻⁻	.	.	40 ^{8.1}	57 ^{23.2}
<i>Stachys inflata</i> Benth.	70 ⁻⁻⁻	60 ⁻⁻⁻	100 ^{20.2}	100 ^{20.2}	100 ^{20.2}
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P.Beauv.	90 ^{22.5}	100 ³¹	.	40 ⁻⁻⁻	100 ³¹
<i>Teucrium polium</i> L.	40 ⁶	10 ⁻⁻⁻	.	60 ^{23.4}	43 ^{8.5}
<i>Berberis integerrima</i> Bunge	80 ^{2.9}	90 ^{12.6}	100 ^{22.3}	20 ⁻⁻⁻	86 ^{8.5}
<i>Festuca ovina</i> L.	60 ⁻⁻⁻	90 ¹²	100 ^{21.8}	60 ⁻⁻⁻	86 ^{7.8}
<i>Prunus microcarpa</i> C.A.Mey.	90 ⁻⁻⁻	100 ^{6.7}	100 ^{6.7}	100 ^{6.7}	100 ^{6.7}
<i>Phlomis olivieri</i> Benth.	50 ^{25.1}	40 ^{15.5}	.	40 ^{15.5}	.
<i>Asparagus officinalis</i> L.	.	10 ⁻⁻⁻	67 ^{45.6}	20 ⁻⁻⁻	29 ^{7.5}
<i>Rosa canina</i> L.	80 ^{33.2}	50 ^{8.2}	100 ^{49.8}	.	29 ⁻⁻⁻

Random species

	<i>Salvia glutinosa</i> L.	10	---	.	.	40	29.7	.	
	<i>Viola</i> sp.	.	.	.	67	79.5	.	.	
	<i>Verbascum tapsus</i> subsp. <i>tapsus</i> Neck.	60	20.4	10	---	100	54.4	57	18
	<i>Krascheninnikovia Eurotia ceratoides</i> (L.) Gueldenst.	.	.	10	7.2	.	.	14	14.7
	<i>Chenopodium foliosum</i> Asch.	.	.	30	51.8	.	.	.	.
	<i>Linum</i> sp.	.	.	20	33	.	.	.	.
	<i>Juniperus communis</i> L.	20	42	.	.	.	.	.	.
	<i>Scandix iberica</i> M.Bieb.	10	29.5	.	.	.	.	.	.
	<i>Juniperus sabina</i> L.	10	29.5	.	.	.	.	.	.
	<i>Atriplex halimus</i> L.	10	29.5	.	.	.	.	.	.
	<i>Psephellus zuvandicus</i> Sons.	10	29.5	.	.	.	.	.	.
	<i>Pyrus boissieriana</i> Buhse	10	29.5	.	.	.	.	.	.
	<i>Zelkova carpinifolia</i> (Pall.) K.Koch	.	.	.	.	20	21	.	.
	<i>Leptolepis</i> sp.	.	.	.	.	40	49.2	.	.
	<i>Dianthus orientalis</i> Adams	20	10.4	.	.	40	35.7	.	.
	<i>Phedimis spurius</i> (M.Bieb.) 't Hart	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Teucrium</i> sp.	.	.	.	.	.	.	14	35.4
	<i>Silene schafta</i> S.G.Gmel. ex Fisch. & C.A.Mey.	.	.	.	.	.	.	14	35.4
	<i>Astragalus lineatus</i> Lam.	30	31.3	30	31.3	.	.	.	.
Group 1	<i>Juniperus-Quercus macranthera</i>	Group 6		<i>J.- Chrysojasminum fruticans</i>					
Group 2	<i>J.- Chrysojasminum fruticans</i>	Group 5		<i>J.- Rhamnus pallasii</i>					
Group 3	<i>J.- Cercis siliquastrum</i>								

گیاهی دیگر، رفتار متوسطی را از نظر شیب دامنه نشان دادند و تفاوت معنی داری باهمدیگر ندارند.

نتایج مقایسه جوامع گیاهی از نظر جهت جغرافیایی نشان داد که اغلب جوامع گیاهی ارس مورد بررسی در دامنه‌های شمالی حضور دارند. ضمن بهره‌مندی از درجه زیاد شمال‌گرایی، بیشتر اجتماع‌های شناسایی شده ارس از این نظر بایکدیگر تفاوت معنی داری را نشان ندادند. فقط اجتماع ارس-ارغوان به دلیل استقرار در شیب‌های جنوب شرقی مشرف به دره امیری لاریجان، کمترین درجه شمال‌گرایی را داشت. ضمن اینکه این اجتماع گیاهی به دلیل انتشار در دامنه‌های جنوب شرقی، بیشترین درجه شرق‌گرایی را نشان داد و از این نظر، اختلاف معنی داری با بقیه جوامع گیاهی ارس داشت (جدول ۲).

تعیین معنی داری متغیرهای محیطی (میانگین $\pm$ اشتباه معیار) در جوامع گیاهی ارس دره هراز با استفاده از نتایج تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون مقایسه میانگین دانکن (جدول ۲) مشخص شد که اجتماع‌های گیاهی ارس-ارغوان (گروه ۳) و ارس-یاسمن زرد (گروه ۴) به ترتیب در بالاترین (95 ± 1924 متر از سطح دریا) و پایین ترین (95 ± 1026 متر از سطح دریا) محدوده ارتفاع از سطح دریا استقرار دارند.

مقایسه جوامع گیاهی ارس از نظر شیب دامنه نشان داد که دو اجتماع گیاهی ارس-یاسمن زرد (88 ± 4 درصد) و ارس-اسپرس کوهی (79 ± 5 درصد) در بیشترین شیب دامنه استقرار دارند. اجتماع گیاهی ارس-ارغوان نیز در کمترین شیب دامنه (40 ± 3 درصد) حضور دارد. جوامع

جدول ۲- تجزیه واریانس متغیرهای توپوگرافی در جوامع گیاهی ارس در دره هراز

Table 2- Analysis of variance of topographic variables in Juniper plant communities in Haraz Valley

Variables	Ecological groups of Juniper forests in the Haraz Valley					F
	1	2	3	4	5	
Elevation	1791±98 ^{ab}	1611±19 ^{bc}	1924±95 ^a	1026±95 ^d	1440±56 ^c	16.56*
%Slope	57±5 ^{bc}	79±5 ^a	40±3 ^c	88±4 ^a	62±b	11.67*
Northness	1.99±0.01 ^a	1.99±0.01 ^a	1.12±0.02 ^b	2±0.00 ^a	1.97±0.01 ^a	244.1*
Eastness	1.05±0.05 ^a	1.05±0.05 ^b	1.88±0.01 ^a	1±0.00 ^b	1.1±0.05 ^b	24.1*
Group 1	<i>Juniperus-Quercus macranthera</i>		Group 6	<i>J.- Chrysojasminum fruticans</i>		
Group 2	<i>J.- Chrysojasminum fruticans</i>		Group 5	<i>J.- Rhamnus pallasii</i>		
Group 3	<i>J.- Cercis siliquastrum</i>					

*: Significant at p<0.001

Letters that differ indicate a significant difference between means (P<0.05).



(ب) گروه ۲: ارس-اسپرس کوهی

(b) Groupe 2: *Juniperus - Chrysojasminum fruticans*

(الف) گروه ۱: ارس-اوری

(a) Groupe 1: *Juniperus-Quercus macranthera*

(د) گروه ۴: ارس-یاسمن زرد

(c) Groupe 4: *Juniperus - Chrysojasminum fruticans*

(ج) گروه ۳: ارس-ارغوان

(d) Groupe 3: *Juniperus - Cercis siliquastrum*



(و) گروه ۵: ارس-سیاه‌تنگرس

(e) Groupe 5: *Juniperus - Rhamnus pallasii*

(ن) گروه ۴: ارس-یاسمن زرد

(f) Groupe 4: *Juniperus - Chrysojasminum fruticans*

شکل ۴- تصاویر گروه‌های بوم‌شناختی ارس در دره هراز آمل

Fig.4- Images of Juniper ecological groups in Haraz Valley, Amol

مطالعه نسبت به عرصه‌های جنگلی پهن‌برگ هیرکانی، کاهش چشم‌گیر و قابل توجهی دارد. حضور ترکیب پوشش گیاهی سرزمین‌های نیمه‌خشک و گسترش درمنه‌زارها، گون‌زارها و بیشه‌زارهای درختچه‌ای و یا بوته‌ای بردبار به شرایط خشک و نیمه‌خشک مانند زرشک، شور (*Salsola* spp.)، اُرمک، دغدغک، نسترن، راناس و آلبالوی پاکوتاه و وقوع گونه علفی *Prangos ferulacea* Lindl. نیز دلالتی آشکار بر توسعه ریختار گیاهی درختچه‌زارهای استپی (Noroozi et al., 2020) در این مناطق دارد، اما این چالش رطوبتی در بخش‌های فوقانی دره‌های مذکور به دلیل بهره‌مندی از جریان مه به‌ویژه در فصل خشک سال تاحد زیادی کاهش می‌یابد. در نتیجه، بستر رشد و توسعه انبوه درخت بردبار به خشکی ارس و تشکیل جنگل ارس فراهم می‌شود. این جوامع در قعر و دامنه‌های شمالی مشرف به دره‌های مزبور انتشار دارند، اما در مجاورت یال‌ها به دلیل نزدیک شدن به محدوده نفوذ ابر و توده هوای مرطوب شمالی، جوامع گیاهی پهن‌برگ، جایگزین آن‌ها می‌شوند.

برخی از دره‌های فرعی دره اصلی هراز در ناحیه هیرکانی مرکزی در حدواسط یال اصلی دوم و سوم نیم‌رخ شمالی البرز همواره از رطوبت هوای برخاسته از دریای کاسپین در فصل گرم سال به مقدار کمی بهره‌مند می‌شود، اما به دلیل شکل خاص

بحث

درختان ارس به عنوان شاخص رویشگاه‌های کوهسری، اغلب پس از تیپ‌های جنگلی پهن‌برگ در بخش‌های مرتفع (ارتفاع ۲۵۰۰ تا ۳۵۰۰ متر از سطح دریا) نواحی رویشی مختلف دنیا پراکنش دارند (Noroozi et al., 2020). علت پراکنش وسیع ارس در ایران به دیرزیستی و مقاومت زیاد این گونه در شرایط سخت محیطی برمی‌گردد (Alipoorfar et al., 2023; Fallah et al., 2023; Kartoolinejad et al., 2024). در رویشگاه‌های مورد نظر پژوهش پیش‌رو (دره‌های فرعی دره هراز در منطقه سیاه‌بیشه و پنجاب) به دلیل شکل‌گیری شرایط خاص خرداقلیمی، واژگونی بوم‌شناختی رخ داده است. بروز شرایط اقلیمی خاص در این منطقه ازجمله استقرار در پایین‌ترین محدوده ارتفاعی رویشگاه‌های ارس در ایران و دنیا (جنگل ارس سیاه‌بیشه در ارتفاع ۷۰۰ متر از سطح دریا حضور دارند) و بروز شرایط واژگونی اقلیمی باعث شده است که این رویشگاه‌ها نسبت به جنگل‌های دیگر ارس در ایران و دنیا، ممتاز باشند.

دامنه‌های مرتفع البرز، مانند دیواره بلند و سد طبیعی، مانع از توسعه هوای مرطوب شمالی و رطوبت دریای کاسپین در دو منطقه سیاه‌بیشه و پنجاب همانند عرصه‌های دیگر مجاور آن می‌شوند، بنابراین متوسط بارندگی سالانه منطقه مورد

شمال استان تهران تا شمال غرب استان سمنان، سه جامعه گیاهی سیاه‌تنگرس-ارستان (*Rhamno pallasii*)، شن-ارستان (*Juniperetum excelsae*)، شیرخشت-ارستان (*ibericae-Juniperetum excelsae*) و شیرخشت-ارستان (*Cotoneastro nummularis-Juniperetum excelsae*) را شناسایی کردند. با اینکه گونه‌های معرف شن، سیاه‌تنگرس و شیرخشت در جوامع ارس دره هراز نیز رویش دارند، اما توسعه عناصر مدیترانه‌ای و البته وقوع برخی از عناصر اروپا-سیبری مانند کرکو، کرب، آزاد (*Zelkova carpinifolia*) K.Koch (Pal.)، داغداغان و اوری، وجه تمایز آشکار جوامع ارس در نیم‌رخ شمالی البرز با جوامع ارس در نیم‌رخ جنوبی البرز است. غیبت کرکو به عنوان وجه تمایز جوامع ارس در دامنه جنوبی البرز با جوامع ارس در شمال شرق ایران (Akhani, 2005) و جامعه کیکم-ارس (*Aceri monspessulani-Juniperetum excelsae*; Nadjafi et al., 2007) در ارتفاعات گنو در جنوب ایران معرفی شد (Ravanbakhsh et al., 2015 2016).

نتایج طبقه‌بندی جوامع جنگلی و بیشه‌زار مدیترانه‌ای ترکیه بر این نکته تأکید دارد که ارس علاوه بر انتشار در رویشگاه‌های ماکی و بیشه‌زارهای سخت‌برگ مدیترانه‌ای در مناطق کوهستانی در حد نهایی گسترش گونه‌های چوبی یا دارمرز که سهم عمده‌ای از عناصر گیاهی آن‌ها مربوط به ناحیه رویشی اروپا-سیبری است نیز انتشار دارد (Kavagaci et al., 2021). براساس نتیجه‌گیری پژوهش مذکور، اجتماع‌پذیری درختان ارس با انواع مختلف گونه‌های معرف از دو زیست‌اقلیم مدیترانه‌ای و اروپا-سیبری (همانند جوامع ارس مناطق مرکزی جنوب بالکان و یونان که در اتحادیه *Juniperion excelso-foetidissimae* طبقه‌بندی می‌شوند) سبب می‌شود تا جوامع گیاهی متمایز ارس در هر دو پهنه اقلیمی مدیترانه‌ای و اروپا-سیبری در ترکیه حضور داشته باشند (Kavagaci et al., 2021). البته تاکنون، قابلیت توسعه جوامع ارس در پهنه رویشی اروپا-سیبری در ارتفاعات نیم‌رخ شمالی البرز گزارش نشده است. در پهنه‌بندی زیست‌اقلیم‌های مناطق کوهستانی البرز نیز به‌روشنی اشاره

حوضه آبخیز، هوای مه‌آلود و جریان مه را در طول فصل خشک تابستان تجربه می‌کنند. براین اساس، نتایج پژوهش پیش‌رو بر این نکته دلالت دارد که ارس در منطقه مورد مطالعه با ترکیب‌های مختلفی از گونه‌های معرف شاخص نواحی مدیترانه‌ای مانند ارغوان، اسپیره، یاسمن زرد، شیرخشت، سیاه‌تلو، مارچوبه و کلماتیس (*Clematis orientalis* L.) جوامع گیاهی متمایزی را تشکیل داده است. به عبارت دیگر، جوامع ارس نیم‌رخ شمالی البرز در دره هراز، نماینده بیشه‌زارهای ایران-تورانی که وسعت قابل توجهی در ایران دارند، نیستند. بلکه همانند جوامع زربین (*Cupressus sempervirens* L.) در حسن‌آباد چالوس، رامیان و سورکش دره فاضل‌آباد گلستان در دسته جوامع جنگلی مدیترانه‌ای قرار دارند. همسو با نتایج پژوهش پیش‌رو، طبقه‌بندی پوشش گیاهی بیشه‌زارهای بلوط ترکیه نشان داد که درختان ارس (*J. excelsa*) با درختان بلوط (*Q. pubescens* Willd.) و (*Q. trojana* Webb)، تشکیل جامعه ارستان (*Juniperetum excelsae*)، اتحادیه *Juniperetum excelsae*-*Quercion pubescens* و راسته *Quercion pubescens*-*Ugurlu et al.*, (2012) را داده‌اند (Carpinetalia prientalis). در پژوهش مذکور، ارستان به عنوان یک جامعه گیاهی جنب مدیترانه‌ای یا شبه مدیترانه‌ای معرفی شد. همچنین، در طبقه‌بندی پوشش گیاهی جنگل‌های کاج مناطق جلگه‌ای تا نیمه کوهستانی مدیترانه‌ای در جنوب اروپا، شمال آفریقا، شام، آناتولی، کریمه و قفقاز، اتحادیه یاسمن زرد-ارس (*Jasmino fruticantis-Juniperion excelsae*) معرفی شد (Bonari et al., 2021). درختان ارس، بلوط (*Q. pubescens* Willd.) و بَنَه (*Pistacia atlantica* Desf.) نیز به عنوان فراوان‌ترین گونه‌های درختی و یاسمن زرد و سیاه‌تلو (*Paliurus spina-christi* Mill.) به عنوان فراوان‌ترین گونه‌های درختچه‌ای این سین‌تاکسون معرفی شدند، درحالی‌که Ravanbakhsh و همکاران (۲۰۱۶)، درختان ارس را شاخص رویشگاه‌های کوهستانی نواحی رویشی ایران-تورانی در دامنه‌های جنوبی البرز معرفی کردند. آن‌ها در مطالعه جامعه‌شناسی رویشگاه‌های ارس کوهستان‌های

پهنه رویشی هیرکانی در شمال ایران دارای شرایط متنوع بوم‌شناختی و متأثر از آن‌ها، تغییرات متمایز جوامع جنگلی در امتداد دو شیب تغییرات طول جغرافیایی (به سبب تأثیر بر متوسط بارندگی سالانه از ۲۰۰۰ میلی‌متر در آستارا تا ۳۵۰ میلی‌متر در گلیداغی گلستان) و ارتفاع از سطح دریا (از منفی ۲۶ متر از سطح آب‌های آزاد در نواحی پست حاشیه دریای کاسپین تا جوامع جنگلی دارمرز در ارتفاع ۲۸۰۰ متر از سطح دریا در سنگده ساری) است که تغییرات عمده در این دو شیب مانند متوسط دمای سالانه واضح است، اما نتایج پژوهش پیش‌رو تصریح می‌کند که باید به تغییرات خرد اقلیمی و در نتیجه، فراهم شدن بستر رشد و توسعه عناصر گیاهی مدیترانه‌ای در مقیاس محلی در برخی از دره‌های اصلی پهنه هیرکانی مانند دره رودبار، چالوس، هراز، سوادکوه، چهارباغ گرگان، زرین‌گل و رامیان نیز توجه شود و حفاظت از رویشگاه‌های مزبور را در اولویت قرار داد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از سرکار خانم مهندس ثریا یوسفوند و آقای مهندس صالح سخاوت بابت مشارکت فعال در فرآیند نمونه‌برداری پوشش گیاهی تشکر و قدردانی می‌کنند. همچنین، از زحمات سرکار خانم دکتر ارغوان همت‌زاده در بازبینی مقاله سپاسگزاری می‌شود.

شده است که هرچند ارس به عنوان عنصر اصلی مرز درختی پس از پایان محدوده انتشار جوامع جنگلی پهن‌برگ خزان‌کننده در رویش‌های مرتفع و کوهسری مشابه البرز مانند کوهستان‌های آلپ در اروپا و هندوکش در شرق آسیا محسوب می‌شود، اما هرگز حضور آن در محدوده اقلیمی دارمرز در نیم‌رخ شمالی البرز قابل مشاهده نیست (Noroozi & Korner, 2018).

آنچه که مدیترانه‌ای بودن جوامع جنگلی ارس در دامنه‌های شمالی یال‌های دوم (منطقه سیاه‌بیشه) و سوم (منطقه آفنه سر و مریجان) در شرق هراز و گلاز و لهر در غرب هراز را تأیید می‌کند، همسایگی و وقوع مشترک پهنه‌های انتشار درختان ارس با درختان زربین است. اگرچه توسعه جنگل‌های زربین در دره هراز در اوایل دهه پنجاه شمسی گزارش شد (Sabeti, 1976)، اما بیشه‌زارهای زربین، اول به دلیل مساحت کم و دوم به علت همسایگی با جنگل‌های ارس و در نتیجه شناسایی اشتباه درختان ارس به جای درختان زربین، مورد توجه کارشناسان اجرایی و تحقیقاتی قرار نگرفته‌اند. با این حال، بیشه‌زارهای مدیترانه‌ای ارس، زربین و سرونوش (*Platycladus orientalis* (L.) Franco) در نیم‌رخ شمالی البرز به دلیل وسعت اندک این پهنه اقلیمی در ایران و شکنندگی بوم‌سازگانی، نیازمند توجه و حمایت ویژه هستند.

References

- Akhani H. 2005. The Illustrated Flora of Golestan National Park, Iran. Vol. 1. Tehran: Tehran University Press.
- Ali Ahmad Koroori, S. and Khoshnevis, M., 2000. Ecological and Environmental Studies of the Greek Juniper Habitats of Iran. Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, 208p (In Persian).
- Alipoorfard, M., Pourtahmasi, K., Raeini Sarjaz, M. and Nadi, M., 2023. Reconstruction of Jan-Mar mean temperature using tree ring widths of Juniper trees in the east of Lorestan province. Iranian Journal of Forest, 15(1): 53-67 (In Persian with English summary).
- Asensi, A., Díez-Garretas, B. and Quézel, P., 2007. Plant communities of *Juniperus turbinata* Guss. subsp. *turbinata* in the Mediterranean Region. A biogeographical, bioclimatical and syntaxonomical survey. Phytocoenologia, 37: 599-623.
- Assadi, M. (Ed.), 1988-2021. Flora of Iran, Vols. 1-151. Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran (In Persian).
- Bonari, G., Fernández-González, F., Çoban, S., Monteiro-Henriques, T., Bergmeier, E., Didukh, Y.P., ... and Chytrý, M., 2021. Classification of the Mediterranean lowland to submontane pine forest

- vegetation. *Applied Vegetation Science*, 24(1): e12544.
- De Cáceres, M. and Legendre, P., 2009. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. *Ecology*, 90(12): 3566-3574.
 - Dengler, J. 2017. Phytosociology. *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*, 6p.
 - Esmailzadeh, O., Hosseini, S.M., Tabari, M. and Asadi, H., 2011. Classification system analysis in classification of forest plant communities (Case study: Darkola's beech forest). *Journal of Plant Biology*, 3: 11-28 (In Persian with English summary).
 - Esmailzadeh, O., Soofi, M. and Darvandand, R., 2022. Predicting environmental variables using vegetation composition. *Forest and Wood Products*, 75(1): 39-50 (In Persian with English summary).
 - Fallah, A., Nadi, M., Imani, M. and Hamidi, S.K., 2023. Reconstruction of precipitation using the chronology of juniper trees (*Juniperus polycarpus*) in North Khorasan Province, Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 31(1): 1-13 (In Persian with English summary).
 - Gholizadeh, H., Naqinezhad, A. and Chytrý, M., 2020. Classification of the Hyrcanian forest vegetation, Northern Iran. *Applied Vegetation Science*, 23(1): 107-126.
 - Hamzeh'ee, B., Naqinezhad, A., Attar, F., Ghahreman, A., Assadi, M. and Prieditis, N. 2008. Phytosociological survey of remnant *Alnus glutinosa* ssp. *barbata* communities in the lowland Caspian forests of northern Iran. *Phytocoenologia*, 38: 117-132.
 - Karami-Kordalivand, P., Esmailzadeh, O., Willner, W., Noroozi, J. and Alavi, S.J., 2021. Classification of forest communities (co-)dominated by *Taxus baccata* in the Hyrcanian forests (northern Iran) and their comparison with southern Europe. *European Journal of Forest Research*, 140(2): 463-476.
 - Kartoolinejad, D., Ravanbakhsh, H., Fadaei, Z., Moshki, A.R. and Nikouee, E., 2024. Infection of juniper trees (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) to juniper dwarf mistletoe (*Arceuthobium oxycedri* (DC) M. Bieb.) in forests of Miankouh Tash protected area, Shahroud. *Iranian Journal of Forest*, 15(4): 497-514 (In Persian with English summary).
 - Kavgacı, A., Balpınar, N., Öner, H.H., Arslan, M., Bonari, G., Chytrý, M. and Čarni, A., 2021. Classification of forest and shrubland vegetation in Mediterranean Turkey. *Applied Vegetation Science*, 24(2): e12589.
 - Khabazi, F. and Esmailzadeh, O., 2020. Classification of box tree plant communities (*Buxus hyrcana* Pojark.) in the Cheshmeh bolbol forest (Bandar Gaz Golestan). *Journal of Forest Research and Development*, 6(3): 491-503 (In Persian with English summary).
 - Kusbach, A., Long, J.N., Van Miegroet, H. and Shultz, L.M., 2012. Fidelity and diagnostic species concepts in vegetation classification in the Rocky Mountains, northern Utah, USA. *Botany*, 90(8): 678-693.
 - Marvi Mohadjer, M. R., 2005. *Silviculture*, University of Tehran press, 387 pp. [In Persian].
 - Nadjafi-T.Sh. K, Jalili A, Khorasani N, Asri Y, Jamzad Z. 2007. Plant associations of Geno protected area. *Pajouhesh & Sazandegi* 75: 17-27.
 - Naqinezhad, A., Zare-Maivan H., Gholizadeh H. and Hodgson, J.G., 2013. Understory vegetation as an indicator of soil characteristics in the Hyrcanian area, N. Iran. *Flora*, 208(1): 3-12.
 - Naqinezhad, A. and Zarezadeh, S., 2013. Phytosociological survey of Noor and Sisangan lowland Hyrcanian forests Mazandaran province. *Journal of Plant Biology*, 5: 103-122 (In Persian with English summary).
 - Noroozi, J., 2020. *Plant Biogeography and Vegetation of High Mountains of Central and South-West Asia. Plant and Vegetation (Vol. 17)*, Springer, Cham, Switzerland, 360p.
 - Noroozi, J., Körner, C., 2018. A bioclimatic characterization of high elevation habitats in the Alborz mountains of Iran. *Alpine Botany* 128, 1–11 (2018).
 - Noroozi, J. and Talebi, A., 2023. *Illustrated Flora of Alborz Mountain Range Iran*. Published by Ideh Talaei, Tehran, Iran, 580p (In Persian).
 - Ravanbakhsh, H. and Assadi, M., 2017. Biodiversity of forest and steppe associations in Juniper (*Juniperus excelsa*) habitat of southern Alborz (Firuzkooch, Iran). *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 30(3): 591-606 (In Persian with English summary).
 - Ravanbakhsh, H., Marvie Mohadjer, M.R., Assadi, M., Zobeiri, M. and Etemad, V., 2013. A classification of *Juniperus excelsa* M.Bieb. communities and analysis of vegetation in relation to environmental variables (Case study: Some parts of Alborz Mountains, Iran). *Forest and Wood Products*, 66(3): 277-292 (In Persian with English summary).
 - Ravanbakhsh, H., Hamzeh'ee, B., Etemad, V., Marvie Mohadjer, M. R., & Assadi, M. (2015). Phytosociology of *Juniperus excelsa* M.Bieb. forests in Alborz Mountain range in the north of Iran. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 150(5), 987–1000.
 - Rechinger, K.H. (Ed.), 1963-2015. *Flora Iranica*, Vols. 1-181. Akademische Druck und Verlagsanstalt,

- Verlag des Naturhistorischen Museum Wien, Graz and Wien, Austria.
- Sabeti, H., 1976. Forests, Trees and Shrubs of Iran. Publication of Agricultural Research Education and Extension Organization, Tehran, Iran, 810p (In Persian).
 - Tichý, L., 2002. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 13: 451-453.
 - Tichý, L., 2005. New similarity indices for the assignment of relevés to the vegetation units of an existing phytosociological classification. *Plant Ecology*, 179(1): 67-72.
 - Uğurlu, E., Roleček, J., & Bergmeier, E. (2012). Oak woodland vegetation of Turkey—a first overview based on multivariate statistics. *Applied Vegetation Science*, 15(4), 590-608.
 - Witte, J.P.M., 2002. The descriptive capacity of ecological plant species groups. *Plant Ecology*, 162: 199-213.