

طبقه‌بندی پوشش گیاهی جنگل‌های ارس (*Juniperus excelsa* M.Bieb.)

و تجزیه و تحلیل آن در ارتباط با متغیرهای محیطی

(مطالعه موردی: بخشی از کوهستان البرز)

- ◆ هومن روانبخش؛ استادیار، عضو هیئت علمی گروه جنگل‌داری مناطق خشک، دانشکده کوبرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران
- ◆ محمدرضا مروی مهاجر؛ استاد گروه جنگل‌داری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
- ◆ مصطفی اسدی؛ عضو هیئت علمی گروه گیاه‌شناسی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران، ایران
- ◆ محمود زبیری؛ استاد گروه جنگل‌داری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
- ◆ وحید اعتماد؛ استادیار گروه جنگل‌داری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

چکیده

جوامع جنگلی ارتفاعات ایران و تورانی با گونه ارس شناخته شده است. این جنگل‌ها از گذشته‌های دور تاکنون تغییرات زیادی را متحمل شده‌اند و امروزه کمتر نشانی از جوامع پیوسته جنگلی دارند، اما هنوز هم می‌توان توده‌های دورافتاده اما متراکم ارس و حتی جنگل‌های وسیع آن را یافت. در این تحقیق به پوشش گیاهی و ویژگی‌های اکولوژیک این جنگل‌ها در البرز جنوبی از شمال استان تهران تا شمال غرب استان سمنان پرداخته شده است. برداشت داده‌های پوشش گیاهی بر اساس روش براون بلانکه همراه با اندازه‌گیری برخی متغیرهای مهم محیطی انجام پذیرفت. برای طبقه‌بندی پوشش گیاهی از TWINSpan، تحلیل پوشش گیاهی از نرم‌افزار JUICE، و برای بررسی روابط پوشش گیاهی-محیط از تجزیه واریانس (ANOVA) و رچ‌بندی CCA و PCA بهره‌گیری شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده شش گروه پوشش گیاهی مشخص شد که از لحاظ فلورستیک و اکولوژی متمایز بودند و ویژگی‌های رویشگاهی هر یک با تعیین گونه‌های غالب و معرف تشریح شد. این گروه‌ها در سه تپ اصلی جای گرفتند: *Juniperus excelsa* - *Rhamnus pallasii*، *Juniperus excelsa* - *Cotoneaster nummularius* و *Juniperus excelsa* - *Lonicera iberica* گروه اول در ارتفاعات پایین‌تر و خاک‌های فقیرتر از نظر ازت و ماده آلی رویش دارد؛ در حالی که گروه دوم در ارتفاع بالاتر و خاک‌هایی با ازت، ماده آلی، و ظرفیت رطوبت اشباع بیشتری رویش دارد. گروه سوم نیز مختص مناطقی تحت تأثیر رژیم رطوبتی با منشأ هیرکانی است. واژگان کلیدی: ارس، البرز، آنالیز گونه-محیط، طبقه‌بندی پوشش گیاهی، فیروزکوه.

مقدمه

اُرس^۱ از گونه‌های درختی ارتفاعات ناحیهٔ رویشی ایران و تورانی است که در کشور ما گونه‌ای ارزشمند و نماد جنگل‌های خشک کوهستانی و شرایط زیستی دشوار شناخته شده است. پراکنش این گونه از شرق مدیترانه، بالکان، ترکیه، کوهستان‌های ایران تا افغانستان و پاکستان است [۱، ۲]. جوامع ارس در جنگل‌های کوهستانی فلات مرکزی ایران در محدودهٔ ۱۷۰۰ متر تا ۲۵۰۰ متر (۳۴۰۰ متر در ارتفاعات جنوب کشور) انتشار دارند [۳]. زهری ارس ایران را به‌منزلهٔ گونهٔ باستانی^۲ و باقی‌مانده از گسترهٔ وسیع جنگل‌های این منطقه که دامنهٔ آن به خارج از ایران نیز کشیده شده می‌داند [۴]. او عقیده دارد علاوه بر عامل انسانی، شرایط اقلیمی و فرسایش مناطق کوهستانی نیز در تجزیهٔ این جنگل‌ها مؤثر بوده است. به بیان زهری جوامع جنگلی ارس نوعی جنگل استپی از ردهٔ *Junipereto - Pistacietea* بوده و این رده علاوه بر ارس و بنه، گونه‌های مختلف بادام^۳، برخی گونه‌های درختچه‌ای دیگر و گونه‌های مختلف گون^۴ را در بر می‌گیرد. کلین پراکنش جوامع ارس البرز جنوبی را در ارتفاع ۱۸۰۰-۳۲۰۰ متر از سطح دریا اعلام کرده که در ارتفاع بیش از ۲۵۰۰ متر با برخی درختچه‌ها و گونه‌هایی از خانوادهٔ چتریان همراه می‌شود [۵]. او در بالای جوامع ارس از ردهٔ *Onobrychidetae cornutae* که با گونه‌های گون‌های خاردار و کلاه میرحسن^۵ همراه است، نام می‌برد. از مطالعات جامع جنس ارس در ایران باید به مطالعات کروری و همکاران اشاره کرد [۶]. ایشان از رویشگاه‌های قدیمی ارس در فیروزکوه و دماوند، که برای مطالعات جوامع ارس مناسب‌اند، یاد می‌کنند. روانبخش و همکاران جنگل‌های ارس-شیرخشت و راناس^۶ را در دامنهٔ

ارتفاعی ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰-۲۶۰۰ متر و جنگل‌های ارس-زرشک و نسترن^۷ را از ۲۵۰۰-۲۶۰۰ متر تا ارتفاع ۲۸۵۰ متر از البرز مرکزی معرفی کرده‌اند [۷]. نجفی و همکاران در مطالعهٔ جوامع گیاهی گنو جامعهٔ *Aceri monspessulani - Juniperetum excelsae* مناطق مصون از تخریب شدید ذکر کرده‌اند [۸]. مؤمنی مقدم ویژگی‌های اکولوژیک رویشگاه‌های ارس کپه‌داغ شیروان را مطالعه کرده و شیب و ارتفاع از سطح دریا را از عوامل مؤثر بر خصوصیات رویشی ارس می‌داند [۹]. پژوهش‌های انجام‌شده در حوزهٔ مدیترانه معمولاً از جوامع ارس- بلوط نام برده‌اند. کارگی‌اقلو و تاتلی *J. excelsa* را شاخص جامعهٔ *Quercu vulcanicae Juniperetum excelsae*- دانسته که انتشار زیادی در آناتولی ترکیه در ارتفاع ۱۰۰۰-۲۶۰۰ متر دارد و در بخش فوقانی کمربند کوهستانی مدیترانه‌ای دیده می‌شود [۱۰]. ماتوسکی و همکاران جامعهٔ *Quercu trojanae - Juniperetum excelsae* را با خاک‌های آهکی کم‌عمق از مقدونیه معرفی کرده‌اند [۱۱]. میلیوس و همکاران مطالعاتی بر اکولوژی رشد ارس در یونان انجام داده‌اند و ارس را به‌عنوان گونه‌ای بردبار به سایه با انعطاف‌پذیری^۸ زیاد معرفی می‌کنند که البته سایه‌دوست نیست و در آفتاب کامل هم می‌تواند جوانه‌زنی بذر داشته باشد [۱۲]. آن‌ها عقیده دارند انعطاف‌پذیری بالای ارس باعث نگرانی آن در شرایط آشفته^۹ و دشوار محیطی شده است. آبیدو و کوربایسا وضعیت جنگل‌های ارس لبنان را بررسی کرده و حد پایینی انتشار این جنگل‌ها را ۱۸۸۰ متر ذکر کرده‌اند [۱۳]. احمد و همکاران در مطالعهٔ جوامع جنگلی هیمالیا در نواحی اقلیمی پاکستان، ارس را متعلق به نواحی معتدلهٔ خشک و جنگل‌های سوزنی‌برگ تک‌گونه می‌دانند که در جهات متفاوت

1. *Juniperus excelsa*

2. Relic

3. *Amygdalus* spp.4. *Astragalus* spp.5. *Acantholimon* spp.6. *J. excelsa*- *Cotoneaster* spp.- *Cerasus microcarpa*7. *J. excelsa*- *Berberis* spp.- *Rosa canina*

8. Plasticity

9. Disturbed

(شکل های ۱ و ۲). برداشت داده های پوشش گیاهی بر اساس روش براون بلانکه انجام شد. در این روش قطعات نمونه یا رلوه ها در فردجامعه هایی، که بر اساس سیمای ظاهری و بررسی اولیه ترکیب فلورستیک مجزا شده اند، برداشت می شوند. پیمایش منطقه و برداشت انتخابی در فردجامعه ها، روی ترانسکت هایی با نقطه شروع تصادفی انجام شد. اندازه قطعات نمونه نیز با روش پلات های حلزونی و سطح حداقل تعیین شد [۱۵]. با این روش اندازه مناسب برای رلوه ها در فردجامعه های گوناگون عموماً ۱۵×۱۵ متر محاسبه شد. در هر رلوه دو گروه داده، شامل ۱. گونه های گیاهی در اشکوب جنگلی و بوته ای-علفی بر اساس ویژگی هایی از جمله فراوانی-چیرگی، جامعه پذیری، و نیروی زیستی و ۲. داده های محیطی از جمله وضعیت توپوگرافی و شکل زمین، خاک، و سیمای طبیعی برداشت شد. فراوانی-چیرگی بر اساس مقیاس براون بلانکه [۱۶] به کار گرفته شد و داده های محیطی مرتبط با خاک با برداشت یک نمونه خاک از عمق ۱۵-۴۰ سانتی متری در هر رلوه و با انجام آزمایش های خاک شناسی مربوطه، اندازه گیری شدند. در این عمق به وضوح ریشه های گونه های مختلف از جمله گونه های چوبی مشاهده می شد. داده های گونه ها و داده های محیطی در جدول های خام جداگانه مرتب شدند و این جدول ها یا ماتریس داده ها وارد مرحله تحلیل و بررسی شدند.



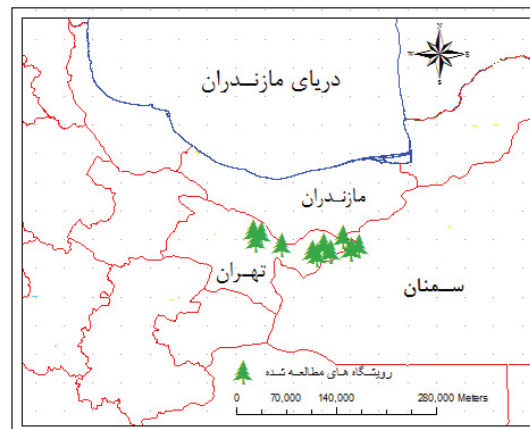
شکل ۲. نمایی از رویشگاه های ارس فیروزکوه

جغرافیایی از ۲۱۰۰ تا ۲۸۰۰ متر انتشار دارند [۲]. فیشر و گاردنر فقط جمعیت ارس در شبه جزیره عربستان را مطالعه کرده اند [۱۴]. این جمعیت ایزوله در کوه های شمال عمان و بالاتر از ۲۱۰۰ متر انتشار دارد که گونه *Olea europaea* در پایین تر از ۲۳۰۰ متر با ارس گونه غالب را تشکیل می دهد.

به رغم گسترش چشمگیر ارس در ایران، مطالعات انجام شده در رابطه با جوامع گیاهی ارس در مقایسه با سایر کشورهای حوزه پراکنش آن بسیار ناچیز است. همچنین نشناختن جوامع و رویشگاه های گیاهی، به ویژه رویشگاه های درختی و درختچه ای، در سالیان گذشته باعث نادیده انگاشتن آن ها در توسعه شهری، صنعتی، کشاورزی، و روستایی شده و نابودی برخی گونه ها و جوامع گیاهی را در پی داشته است. از این رو، در این تحقیق پوشش گیاهی جنگل های ارس و ویژگی های رویشگاهی آن ها در بخشی از کوهستان البرز بررسی شده است.

مواد و روش ها

این پژوهش در رویشگاه های طبیعی ارس حد فاصل شمال استان تهران از مختصات ۵۴۸۵۰۰ تا شمال غرب استان سمنان به مختصات ۶۸۶۵۰۰ طول جغرافیایی (ناحیه ۳۹S در مبنای UTM) انجام شد. این رویشگاه ها شامل توده های پراکنده و همچنین جنگل پیوسته ارس در منطقه کوهستانی بین دماوند و فیروزکوه، بوده اند



شکل ۱. موقعیت عمومی رویشگاه های مورد مطالعه

روابط گونه-محیط با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS۱۸ و PC-ORD۴ انجام شد. تجزیه واریانس یک‌طرفه ANOVA و مقایسه میانگین به روش Tukey برای مقایسه شرایط محیطی در گروه‌های مختلف پوشش گیاهی به کار رفت. روش توکی فقط اختلاف‌هایی را که مقدار آن‌ها به نسبت زیاد است، معنی‌دار نشان می‌دهد [۲۰]. نرمال بودن داده‌های متغیرهای محیطی با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. در میان متغیرهای محیطی، pH و ازت خاک دارای توزیع غیرنرمال بودند. بنابراین، برای آنالیزهای آماری مربوط به این دو متغیر از آمار ناپارامتری و آزمون Kruskal Wallis استفاده شد.

برای به‌کارگیری روش مناسب رج‌بندی، مدل پاسخ گونه‌ای داده‌ها بررسی شد. روش‌های رج‌بندی بر اساس دو نوع مدل پاسخ گونه‌ای خطی و گوسی توسعه یافته‌اند. این مدل‌ها حالت‌های ساده‌شده‌ای هستند و در واقعیت اشکال پیچیده‌تر منحنی پاسخ اتفاق می‌افتد [۲۱]. روش‌های CCA و DCA متناسب با مدل‌های غیرخطی‌اند. اگر همراه با داده‌های گونه‌ها، داده‌های محیطی خوبی نیز در دسترس باشند، CCA مناسب‌ترین روش است [۲۲]. داده‌های گونه‌های اصلی در این مطالعه عموماً نشان‌دهنده منحنی پاسخ گونه‌ای غیرخطی بودند. در برخی موارد منحنی آشکارا شکل زنگوله‌ای داشت؛ در مواردی نیز شکل واضحی مشاهده نشد. به هر حال، ضریب r^2 منحنی برازش‌شده، در حالت چندجمله‌ای بیش از حالت خطی بوده است. بنابراین، روش غیرخطی CCA (آنالیز تطبیقی متعارفی یا Canonical Correspondence A.) مورد استفاده قرار گرفت. برای به‌کارگیری رج‌بندی با توجه به واحدهای اندازه‌گیری متفاوت متغیرهای محیطی، این داده‌ها با میانگین صفر و واریانس واحد استاندارد

تحلیل و بررسی داده‌های پوشش گیاهی با استفاده از نرم‌افزار JUICE ۷,۰ انجام شد. JUICE یک نرم‌افزار ویرایش و تحلیل و بررسی جدول‌های فیتوسوسیولوژی با ابزار پیشرفته طبقه‌بندی است که برای آنالیز جامع پوشش گیاهی توسعه یافته است [۱۷]. برای تحلیل و بررسی داده‌های پوشش گیاهی، آنالیز گونه‌های شاخص دوطرفه یا TWINSpan [۱۸] به کار گرفته شد. برای کنترل نتایج حاصل از TWINSpan داده‌ها یک‌بار نیز به وسیله آنالیز خوشه‌ای با به‌کارگرفتن ضریب فاصله اقلیدسی و روش Ward بررسی شدند. پس از طبقه‌بندی پوشش گیاهی با TWINSpan، گونه‌هایی با ارزش تشخیصی تعیین شدند. تعیین ارزش تشخیصی گونه‌ها در نرم‌افزار JUICE بر مفهوم وفاداری^۲ استوار است. برای محاسبه وفاداری از روش کیتزی و همکاران [۱۹] استفاده شد. در این روش انحرافات مقادیر مشاهده‌شده از مقادیر قابل‌انتظار برای هر گونه در هر واحد پوشش گیاهی محاسبه شده و با استفاده از ضریب فی مقادیر وفاداری تعیین می‌شوند. ضریب فی کم‌وبیش تحت تأثیر اندازه نسبی واحدهای پوشش گیاهی است (تعداد رله متناسب به هر واحد)؛ بنابراین، با استاندارد کردن اندازه همه واحدهای پوشش گیاهی، این مسئله برطرف می‌شود [۱۹]. به این ترتیب، اندازه کلیه واحدها به یک مقدار مشخص استاندارد می‌شود، اما فرکانس گونه‌ها تغییر نمی‌کند. با انجام آزمون فیشر^۳ معنی‌دار بودن مقادیر وفاداری بررسی شده و مقادیر معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد مورد استفاده قرار گرفتند [۱۷]. گونه‌های تشخیصی در این مرحله با استفاده از جدول تعیین درجه وفاداری گونه‌ها [۱۶] و بررسی منابع مرتبط مجدداً کنترل و تأیید شده و با در نظر گرفتن سرشت اکولوژیک گونه‌ها در آنالیز رج‌بندی^۴، گونه‌های معرف^۵ تعیین شدند.

تحلیل و بررسی متغیرهای محیطی و بررسی

1. Diagnostic
2. Fidelity
3. Fisher's Exact Test
4. Ordination
5. Indicator

نتایج

طبقه‌بندی پوشش گیاهی

در ۶۸ رلوه برداشت شده در مجموع ۲۸۰ گونه گیاهی شناسایی شد که ۲۱ گونه درختی و درختچه‌ای (فانروفیت) و بقیه به ترتیب همی کریپتوفیت، تروفیت، کامفیت، و ژئوفیت، و سه گونه نیز از گیاهان انگل و نیمه‌انگل بوده‌اند. با تجزیه و تحلیل TWINSpan رلوه‌های مطالعه شده بر اساس ترکیب فلورستیک در ۶ گروه پوشش گیاهی طبقه‌بندی شدند. در ادامه، گروه‌ها با ذکر گونه‌های غالب به لحاظ فراوانی (گونه‌های پایدار^۲) و گونه‌های معرف هر یک تشریح می‌شوند.

گروه ۱) با گونه‌های غالب:

Juniperus excelsa, *Rhamnus pallasii*,
Stachys inflata

و گونه‌های معرف:

Astragalus podolobus, *Johrenia platycarpa*,
Bupleurum exaltatum

این گروه در منطقه بشم واقع در شمال غربی استان سمنان پراکنش دارد. دامنه ارتفاع از سطح دریا ۲۲۰۰-۲۴۰۰ متر و جهت عمومی جنوبی است.

گروه ۲) با گونه‌های غالب:

Juniperus excelsa, *Rhamnus pallasii*,
Tanacetum polycephalum

و گونه‌های معرف:

Gypsophila aretioides, *Pimpinella tragiium*,
Helichrysum oligocephalum, *Paronychia*
kurdica, *Valanthisia sp.*

رلوه‌های واقع در رویشگاه‌های صخره‌ای ارس در این گروه قرار گرفتند. رلوه‌های این گروه در جهات جغرافیایی گوناگون و دامنه ارتفاعی ۲۱۷۰ تا ۲۶۰۰ متر

شدند [۲۳]. معنی دار بودن محورهای رج‌بندی CCA و همبستگی گونه-محیط با روش Monte-Carlo آزمون شد. در آنالیز چندمتغیره، متغیرهای محیطی نباید ترکیب خطی متغیرهای دیگر باشند. برای مثال، این موضوع در مورد متغیرهای بافت خاک (درصد شن، سیلت، و رس) اتفاق می‌افتد و یکی از آن‌ها باید حذف شود [۲۴]. در اینجا متغیر سیلت از داده‌های رج‌بندی CCA حذف شد. در روش‌های مبتنی بر رگرسیون چندگانه، هنگامی که بین چند متغیر همبستگی بالایی مشاهده شود، هم‌خطی بروز می‌کند [۲۵]. در CCA برای رفع این اثر می‌توان یکی از متغیرهای همبسته را حذف کرد [۲۳]. در اینجا دو متغیر ماده آلی خاک و ازت همبستگی ۹۳ درصد و در سطح ۱ درصد معنی‌دار داشتند و از آنجا که داده‌های ازت خاک نرمال نبودند، این متغیر برای حذف از CCA انتخاب شد. برای نمایش بهتر نتایج رج‌بندی چهار رلوه پرت حذف شدند [۲۲]. پس از حذف این رلوه‌ها داده‌های pH نیز نرمال شدند. متغیر جهت جغرافیایی بر اساس چهار جهت اصلی (۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰، و ۳۶۰ درجه) برداشت و به صورت متغیر مصنوعی چهارطبقه‌ای وارد آنالیز شد. نتایج این روش تفسیر آسان‌تری را ارائه می‌دهد [۲۴]. گونه‌های نادر با فرکانس کمتر از ۵ درصد نیز در رج‌بندی از ماتریس گونه‌ها حذف شدند.

روش دیگر انتخاب بین روش‌های رج‌بندی مراجعه به طول گرادیان^۱ پس از اجرای DCA است. اگر این مقدار بزرگ‌تر از ۴ باشد، می‌بایست از روش‌های غیرخطی استفاده شود و اگر کوچک‌تر از ۳ باشد، احتمالاً روش‌های خطی انتخاب بهتری خواهند بود (اما نه لزوماً) [۲۱]. با توجه به طول گرادیان به‌دست‌آمده معادل ۲/۵، داده‌ها یک‌بار نیز با استفاده از روش خطی PCA (تحلیل مؤلفه‌های اصلی) بررسی شدند.

از سطح دریا پراکنش داشته‌اند.

گروه ۳) رویشگاه تیپیک ارس-تنگرس با گونه‌های

غالب:

Juniperus excelsa, Rhamnus pallasii

با گونه‌های معرف:

Rhamnus pallasii

این گروه به لحاظ سیمای ظاهری رویشگاه کوهستانی با خاک کم‌عمق و بیرون‌زدگی سنگی زیاد عمدتاً بر دامنه‌های جنوبی واقع است. دامنه ارتفاع ۲۴۰۰-۲۰۰۰ متر است.

گروه ۴) رویشگاه تیپیک ارس-شیرخشت با گونه‌های غالب:

Juniperus excelsa, Cotoneaster

nummularius, Lonicera nummularifolia,

Berberis integerrima

و گونه‌های معرف:

Cotoneaster nummularius, Lonicera

nummularifolia, Astragalus aegobromus,

Dactylis glomerata

این گروه پراکنش وسیعی دارد و بیشترین رلوه‌های مطالعه‌شده را در خود جای می‌دهد و به‌طور عمده، بر دامنه جنوبی گسترش دارد و سیمای انبوه جنگل‌های ارس را تشکیل می‌دهد. دامنه گسترش ارتفاعی آن ۲۲۵۰ تا ۲۷۵۰ متر از سطح دریاست.

گروه ۵) با گونه‌های غالب:

Juniperus excelsa, Berberis integerrima,

Bromus tomentellus

و گونه‌های معرف:

Pteroccephalus canus, Silene aucheriana

این گروه از نظر ارتفاع از سطح دریا مثل گروه قبل است، اما عمدتاً رویشگاه‌هایی با شرایط نامساعدتر از جمله رویشگاه‌های واقع بر دامنه‌های شمالی مرتفع و

سرد را تشکیل می‌دهند.

گروه ۶) با گونه‌های غالب:

Juniperus excelsa, Lonicera iberica,

Berberis integerrima

و گونه‌های معرف:

Lonicera iberica, Cerasus pseudoprostrata,

Campanula stevenii, Astragalus confusus

این گروه رویشگاه‌های ارس تحت تأثیر توده‌های هوای مرطوب ناحیه هیرکانی را تشکیل می‌دهد و در حدود ارتفاع ۲۶۰۰ متر از سطح دریا پراکنش دارد.

بنابر نتایج TWINSPAN این گروه‌ها در دو گروه بزرگ‌تر جای می‌گیرند:

الف) گروه‌های ۱، ۲، و ۳: که می‌توان آن‌ها را

اجتماعات ارس-تنگرس^۱ دانست.

ب) گروه‌های ۴ و ۵: که در واقع اجتماعات

ارس-شیرخشت^۲ هستند.

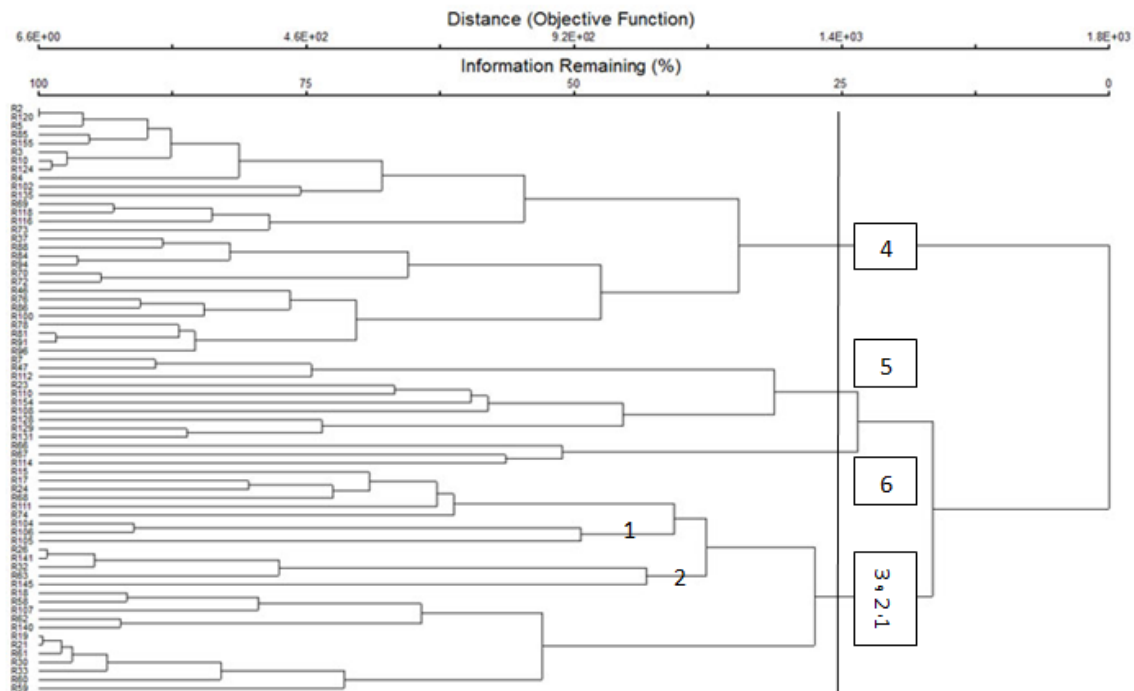
نتایج آنالیز خوشه‌ای داده‌های پوشش گیاهی در شکل ۳ آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، گروه‌های TWINSPAN در این روش نیز از یکدیگر تفکیک شده‌اند.

آنالیز گروه‌های پوشش گیاهی در ارتباط با متغیرهای محیطی

نتایج توصیفی مربوط به متغیرهای محیطی مورد مطالعه در بخش اول جدول ۱ آمده است. تجزیه واریانس یک‌طرفه ANOVA (برای داده‌های نرمال) و آزمون Kruskal Wallis (برای داده‌های غیرنرمال) نشان داد در میان متغیرهای محیطی، ماده آلی خاک، ازت خاک، ظرفیت رطوبت اشباع خاک، شیب، جهت جغرافیایی، و ارتفاع از سطح دریا در طبقات به‌دست‌آمده از TWINSPAN دارای اختلاف معنی‌دارند (جدول ۱). بر اساس مقایسه میانگین Tukey، اختلاف گروه ۶ با گروه‌های ۱، ۳، ۴، و ۵ مربوط به ماده آلی و ازت خاک

1. *J. excelsa*- *Rhamnus pallasii*

2. *J. excelsa*- *Cotoneaster nummularius*



شکل ۳. درختواره آنالیز خوشه‌ای؛ موقعیت گروه‌های تفکیک‌شده به وسیله TWINSpan نیز بر روی درختواره نمایش داده شده است.

جدول ۱. خلاصه داده‌های متغیرهای محیطی و نتایج تجزیه واریانس ANOVA و آزمون Kruskal Wallis

Sig.	F	میانگین مربعات	درجه آزادی	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	میانگین	متغیر محیطی
۰/۰۸۸	۲/۰۳۲	۱۲۷/۲۸۲	۵	۸/۳	۱	۲۹/۶	۱۶/۸	آهک (درصد)
۰/۰۰۰	۶/۸۸۵	۱۹/۵۲۰	۵	۲/۱	۰/۷	۱۱/۲	۳/۷	مواد آلی (درصد)
۰/۹۱۰	۰/۳۰۱	۵۱/۸۰۳	۵	۱۲/۷۲	۱۶/۹۸	۶۹/۸۴	۴۰/۷۰	شن (درصد)
۰/۲۰۷	۱/۴۹۴	۹۴/۶۰۳	۵	۸/۱۲	۱۳/۵۶	۵۳/۷۸	۳۲/۴۳	سیلت (درصد)
۰/۱۸۸	۱/۵۵۴	۱۴۴/۹۵۵	۵	۹/۸۸	۷/۶۰	۵۲/۲۵	۲۶/۸۸	رس (درصد)
۰/۰۰۱	۴/۶۳۰	۳۱۲/۳۱۱	۵	۹/۳۷	۲۵	۷۸/۱۳	۴۶/۵۹	رطوبت اشباع (درصد)
۰/۰۰۰	۹/۶۹۹	۱۷۲۰/۱۹/۷۸۰	۵	۱۷۵	۱۹۷۵	۲۷۳۵	۲۳۸۰	ارتفاع از س. د. (m)
۰/۰۰۲	۴/۳۲۲	۱۶۵۵۶/۹۶۸	۵	۷۰	۹۰	۳۶۰	۲۰۰	جهت جغرافیایی (درجه)
۰/۰۰۲	۴/۳۶۶	۹۱۱/۷۲۰	۵	۱۶	۱۰	۱۲۰	۴۵	شیب (درصد)
Sig.	-	Chi-square	درجه آزادی					
۰/۰۵۵	-	۱۰/۸۱۴	۵	۰/۲۴	۶/۷	۸/۲	۷/۸	pH
۰/۰۰۱	-	۲۰/۹۹۴	۵	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۴۶	۰/۱۶	ازت (درصد)

در گروه ۲ بیش از سایر گروه‌ها بوده و این اختلاف با گروه ۱ در سطح ۵ درصد و با گروه‌های ۳ و ۴ در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. در رابطه با متغیر جهت جغرافیایی، گروه ۵ با گروه‌های ۳ و ۴ در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار است. با بررسی رلوه‌های قرارگرفته در گروه ۵ مشخص می‌شود که تقریباً همه

است؛ به طوری که مقادیر این متغیرها در گروه ۶ بیش از سایر گروه‌ها بوده و این اختلاف در سطح ۵ درصد (با گروه ۴) و ۱ درصد (با سایر گروه‌ها) معنی‌دار است. متغیر ماده آلی برای گروه ۴ نیز به طور معنی‌داری بیش از گروه‌های ۱ و ۳ است. تفاوت گروه ۲ با گروه‌های ۱، ۳، و ۴ مربوط به متغیر شیب است؛ به طوری که شیب

دارد (جدول ۲). بنابراین، محور اول بیانگر یک گرادیان از این دو متغیر است. با توجه به همبستگی بالای ازت خاک با ماده آلی، این متغیر را نیز می‌توان در این گروه قرار داد. محور دوم نیز همبستگی منفی بزرگی با متغیر شیب دارد. به عبارت دیگر، با حرکت در جهت منفی محور دوم، مقدار شیب افزایش می‌یابد. این محور با میزان رس نیز همبستگی مثبت دارد. محور سوم CCA نیز همبستگی مثبت بالایی با متغیر جهت جغرافیایی دارد. با انجام آزمون Monte Carlo برای سه محور اول مقادیر $p=0/01$ برآورد می‌شود که نشان از معنی‌دار بودن سه محور اول دارد. محورهای اول و دوم که دارای بیشترین ارزش ویژه‌اند برای نمایش نتایج به کار گرفته شدند (شکل ۴). در این دیاگرام رلوه‌ها در امتداد گرادیان متغیرهای محیطی مرتب شده‌اند. متغیرهای اثرگذارتر پیکان بلندتری دارند. سه محور اول رج‌بندی نزدیک به ۶۳ درصد واریانس مربوط به ارتباط گونه‌محیط را توجیه می‌کنند. در رابطه با داده‌های گونه‌ها، اگرچه دیاگرام رج‌بندی حاصل، ۱۶ درصد کل

رلوه‌های قرارگرفته بر دامنه شمالی در این گروه قرار گرفته‌اند؛ در حالی که گروه‌های ۳ و ۴ به طور عمده مربوط به رلوه‌های جهت جنوبی‌اند. از لحاظ متغیر ارتفاع از سطح دریا، گروه ۶ دارای بیشترین میانگین ارتفاع و اختلاف معنی‌دار با گروه‌های ۲ و ۳ است. اختلاف ارتفاع بین گروه‌های ۳ و ۴ نیز معنی‌دار است. با مقایسه متغیرهای محیطی در دو گروه اصلی الف (*J. excelsa- Rh. pallasii*) و ب (*J. excelsa- C.*) اختلاف این دو گروه در میزان ماده آلی خاک، ظرفیت رطوبتی خاک، و ارتفاع از سطح دریا است. به طوری که میزان ماده آلی و ظرفیت رطوبتی خاک در گروه ب به طور معنی‌داری بیشتر از گروه الف است و گروه ب در ارتفاع بالاتری از سطح دریا نسبت به گروه الف قرار می‌گیرد.

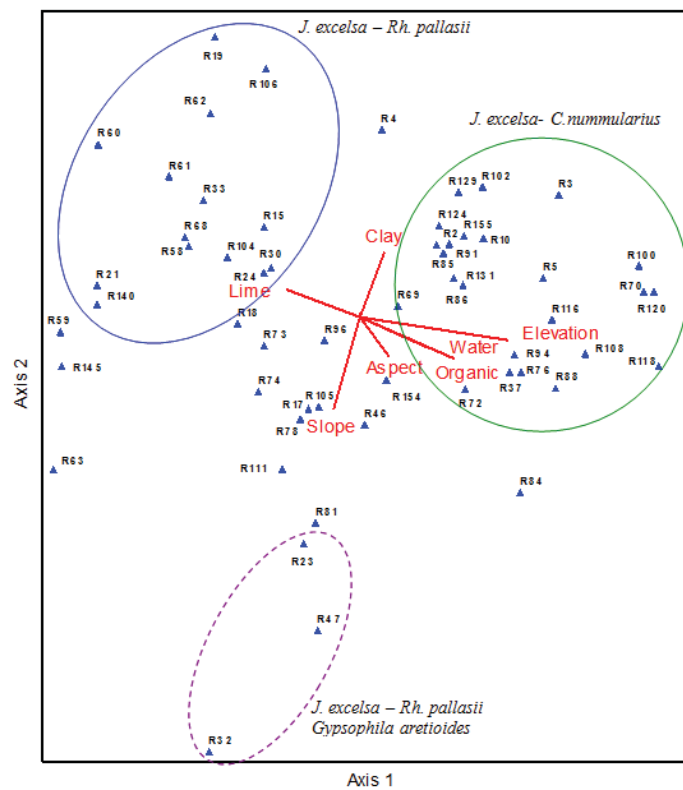
رج‌بندی و ارتباط پوشش گیاهی و متغیرهای محیطی نتایج CCA نشان داد محور اول همبستگی مثبت بالایی با متغیر ارتفاع از سطح دریا و ماده آلی خاک

جدول ۲. همبستگی متغیرهای محیطی و برخی گونه‌ها با سه محور اول CCA (همبستگی کندال)

گونه‌ها (با همبستگی بالا با محورها)	محور			محور			متغیرهای محیطی
	محور ۱	محور ۲	محور ۳	محور ۱	محور ۲	محور ۳	
<i>Juniperus excelsa</i>	۰/۱۲	۰/۳۹**	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۲۵*	-۰/۲۶**	pH
<i>Cotoneaster nummularius</i>	۰/۵۲**	-۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۱۸	-۰/۳۵**	آهک (درصد)
<i>Lonicera nummularifolia</i>	۰/۴۲**	-۰/۰۴	-۰/۰۹	۰/۰۵	-۰/۲۷**	۰/۴۱**	مواد آلی (درصد)
<i>Rhamnus pallasii</i>	-۰/۵۶**	۰/۰۸	-۰/۰۹	-۰/۳۴**	-۰/۰۸	۰/۰۰	شن (درصد)
<i>Ephedra major</i>	-۰/۴۸**	۰/۰۱	۰/۲۵*	۰/۱۶	۰/۴۱**	۰/۰۷	رس (درصد)
<i>Amygdalus lycioides</i>	-۰/۴۶**	-۰/۰۹	-۰/۱۹	۰/۲۶**	-۰/۱۸*	۰/۲۵**	رطوبت اشباع (درصد)
<i>Dactylis glomerata</i>	۰/۵۱**	-۰/۲۷*	۰/۰۳	-۰/۱۸	-۰/۱۲	۰/۷۳**	ارتفاع از سطح دریا (m)
<i>Astragalus aegobromus</i>	۰/۳۰**	۰/۰۲	-۰/۱۴	-۰/۲۰*	-۰/۵۱**	-۰/۰۶	شیب (درصد)
<i>Silene aucheriana</i>	۰/۳۲**	-۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۵۰**	-۰/۲۶*	۰/۱۰	جهت (درجه)
<i>Veronica biloba</i>	۰/۴۸**	-۰/۱۵	-۰/۰۱	-۰/۰۹**	۰/۱۳**	۰/۲۴**	مقدار ویژه
<i>Veronica capillipes</i>	-۰/۴۴**	۰/۲۵*	۰/۱۳				واریانس تشریح شده
<i>Teucrium polium</i>	-۰/۵۶**	۰/۱۶	۰/۰۱	۱۶/۱	۱۲/۹	۸/۴	داده‌های گونه
<i>Tanacetum polycephalum</i>	-۰/۱۷	-۰/۴۰**	-۰/۱۴				تجمعی (درصد)
<i>Pimpinella tragium</i>	-۰/۰۹	-۰/۲۶*	۰/۰۳	۶۲/۸	۵۱	۲۶/۸	ارتباط گونه-محیط
<i>Gypsophila aretioides</i>	-۰/۰۹	-۰/۳۴**	۰/۰۴	۰/۶۰	۰/۶۳*	۰/۶۹**	همبستگی گونه-محیط

*: معنی‌دار در سطح ۵ درصد؛ **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

واریانس داده‌های گونه‌ها را توجیه می‌کند، اما باید توجه داشت حتی یک دیاگرام رج‌بندی، که درصد کمی از واریانس را توضیح می‌دهد، ممکن است کاملاً مفید و دارای اطلاعات باشد [۲۳].



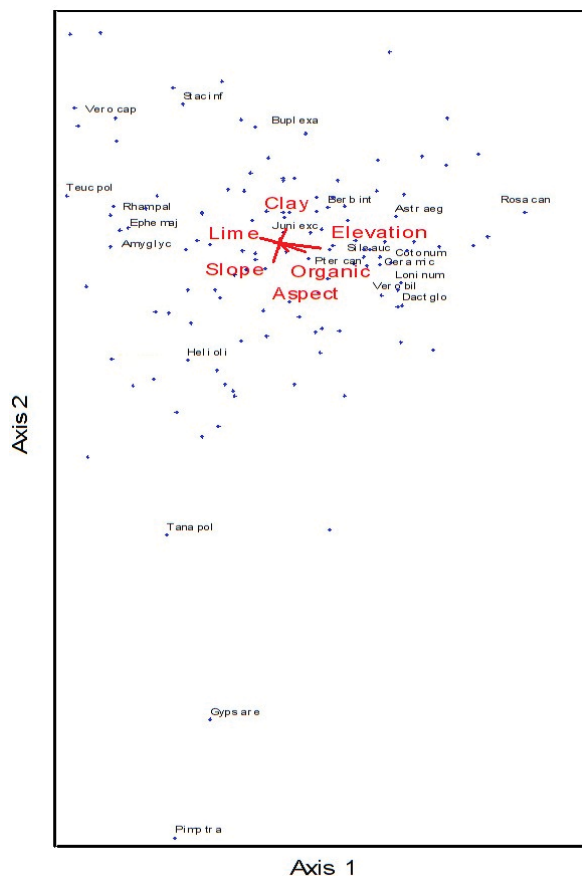
شکل ۴. دیاگرام رج‌بندی CCA، نمایش رلوه‌ها (R) در فضای رج‌بندی (بردارهای همبستگی متغیرهای محیطی عبارت‌اند از: Clay: درصد رس، Elevation: ارتفاع از سطح دریا، Water: رطوبت اشباع خاک، Organic: میزان ماده آلی خاک، Aspect: جهت جغرافیایی، Slope: شیب، و Lime: درصد آهک)

گونه‌های *Cotoneaster nummularius*، *Lonicera nummularifolia*، *Dactylis glomerata* و *Veronica biloba* در جهت مثبت محور اول قرار گرفته و همبستگی مثبت بالایی با محور اول دارند (شکل ۵، برای جلوگیری از ناخوانا شدن دیاگرام، فقط برخی از گونه‌ها نمایش داده شده است). این گونه‌ها در مقایسه با گونه‌های قرار گرفته در سمت منفی محور اول در ارتفاع بالاتری رویش داشته و در امتداد گرادیان ازت و ماده آلی خاک، در رویشگاه‌های غنی‌تری قرار دارند. در مقابل گونه‌های *Rhamnus pallasii*، *Ephedra major*، *Amygdalus lycioides*، *Veronica*

در دیاگرام CCA (شکل ۴) گروه اصلی *J. excelsa - C. nummularius* (شامل گروه‌های ۴ و ۵ طبقه‌بندی TWINSpan) با خط بسته در سمت راست دیاگرام، و گروه اصلی *Rh. pallasii - J. excelsa* (شامل گروه‌های ۱، ۲، ۳ و ۶ طبقه‌بندی TWINSpan) با خط بسته در سمت چپ دیاگرام مشخص شده‌اند. همچنین تجمع رلوه‌های مربوط به زیرگروه رویشگاه صخره‌ای ارس عمدتاً در سمت منفی محور دوم بوده که با خط چین مشخص شده است. رلوه‌های مربوط به گروه ۶ طبقه‌بندی TWINSpan (سه رلوه) به دلیل ایجاد نقاط پرت و اشکال در نمایش حذف شده‌اند.

منفی بالاتری با این محور دارند. بنابراین، می‌توان این گونه‌ها را با رویشگاه‌های پرشیب منطقه و خاک‌های غیر رسی مرتبط دانست. گونه ارس به‌عنوان گونه حاضر در تمام رلوه‌ها در میانه نمودار قرار گرفته و کمی به سمت بردار رس متمایل است (همبستگی با محور دوم). این امر نشان می‌دهد فراوانی و پوشش ارس در رلوه‌هایی با خاک رسی بیشتر بوده است.

Teucrium polium و *capillipes* در جهت منفی محور اول قرار داشته و همبستگی منفی بالایی با این محور دارند. این گونه‌ها در مقایسه با گونه‌های دسته قبل در ارتفاع پایین‌تری رویش داشته و در امتداد گرادیان ماده آلی و ازت خاک در رویشگاه‌های فقیرتری دیده می‌شوند. گونه‌های *Tanacetum polycephalum*، *Gypsophila aretioides* و *Pimpinella trarium* در سمت منفی محور دوم قرار گرفته و همبستگی



شکل ۵. دیاگرام گونه‌ها در فضای رج‌بندی CCA، برای جلوگیری از ناخوانا شدن دیاگرام فقط گونه‌های با همبستگی بالا و گونه‌های تشخیصی به نمایندگی از گروه‌های تشریح‌شده در متن نمایش داده شده است (نام علمی گونه‌ها اختصار چهار حرف اول جنس و سه حرف اول گونه است؛ رجوع به نتایج TWINSpan و جدول ۲)

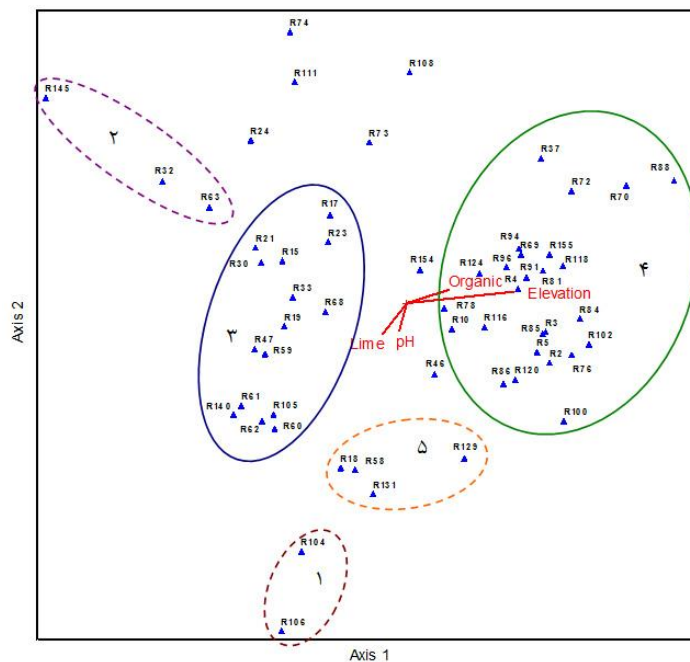
است (جدول ۳ و شکل ۶). این مقدار برای ۱۰ محور اول به ۵۰ درصد می‌رسد. محور اول بالاترین همبستگی را با ارتفاع از سطح دریا و ماده آلی دارد. همبستگی

آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) برای داده‌های پوشش گیاهی و متغیرهای محیطی نشان داد که از میزان کل واریانس، ۲۳ درصد مربوط به سه محور اصلی اول

جدول ۳. همبستگی متغیرهای محیطی و برخی گونه‌ها با سه محور اول PCA (همبستگی کندال)

گونه‌ها (با همبستگی بالا با محورها)	محور ۱	محور ۲	محور ۳	محور ۱	محور ۲	محور ۳	متغیر محیطی
<i>Juniperus excelsa</i>	۰/۱۶	-۰/۱۰	-۰/۳۴**	-۰/۱۲	-۰/۱۹	-۰/۲۳*	pH
<i>Cotoneaster ummularius</i>	۰/۶۲**	۰/۰۳	۰/۱۱	-۰/۰۱	-۰/۲۶**	-۰/۲۷**	آهک (درصد)
<i>Lonicera nummularifolia</i>	۰/۵۱**	۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۳۵**	مواد آلی (درصد)
<i>Rhamnus pallasii</i>	-۰/۵۹**	۰/۱۱	-۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۰۶	-۰/۰۲	شن (درصد)
<i>Ephedra major</i>	-۰/۵۳**	-۰/۱۶	-۰/۰۸	-۰/۱۲	۰/۲۲*	۰/۱۲	رس (درصد)
<i>Amygdalus lycioides</i>	-۰/۴۱**	۰/۱۱	۰/۰۱	-۰/۲۷	۰/۰۳	۰/۲۱*	رطوبت اشباع (درصد)
<i>Dactylis glomerata</i>	۰/۵۹**	۰/۱۹	۰/۲۱*	۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۵۴**	ارتفاع از س. د. (m)
<i>Astragalus aegobromus</i>	۰/۳۷**	۰/۱۵	-۰/۱۵	۰/۲۱*	-۰/۱۶	-۰/۰۷	شیب (درصد)
<i>Veronica biloba</i>	۰/۵۲**	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۱۷	-۰/۱۳	۰/۱۰	جهت (درجه)
<i>Veronica capillipes</i>	-۰/۳۸**	۰/۰۴	-۰/۳۱**	۷/۸	۹/۲	۱۲/۸	مقدار ویژه
<i>Teucrium polium</i>	-۰/۵۴**	-۰/۰۹	-۰/۰۸	۳/۹۲	۴/۴۲	۵/۴۲	Broken-Stick
<i>Tanacetum polycephalum</i>	-۰/۳۵**	۰/۲۵*	۰/۳۶**	۲۳/۴	۱۷/۳	۱۰/۱	واریانس تشریح شده تجمعی (درصد)
<i>Pimpinella tragiun</i>	-۰/۲۳*	۰/۰۵	۰/۰۷				
<i>Gypsophila aretioides</i>	-۰/۲۵*	۰/۰۲	۰/۱۹	→ <i>Stachys inflata</i>	-۰/۲۲*	۰/۴۳**	۰/۰۳

*: معنی‌دار در سطح ۵ درصد؛ **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد



شکل ۶. دیاگرام رج‌بندی PCA، نمایش رلوه‌ها (R) در فضای رج‌بندی (خطوط بسته نشان‌دهنده گروه‌های طبقه‌بندی TWINSpan هستند). گروه‌های ۴ و ۵ مربوط به گروه اصلی *J. excelsa*-*C. nummularius* هستند که به سمت مثبت محور اول متمایل‌اند و گروه‌های ۱ و ۲ و ۳ مربوط به گروه اصلی *J. excelsa* - *Rh. pallasii* هستند که به سمت منفی محور اول متمایل‌اند. محل‌های مشخص شده برای گروه‌های ۱، ۲، ۳ و ۵ مکان بیشترین تجمع رلوه‌های مربوط به آن‌هاست (نمایش با خط‌چین). (بردارهای همبستگی متغیرهای محیطی همانند شکل ۴)

گیاهی است، رلوه‌های حد واسط نیز در امتداد گرادیان مشخص شده‌اند.

از میان گروه‌های تفکیک‌شده به وسیله TWINSPAN گروه ۳ و ۴ به ترتیب رویشگاه‌های تیپیک ارس-تنگرس و ارس-شیرخشت‌اند. گروه ۱ و ۲ به دلیل حضور گونه شاخص *Rh. pallasii* در گروه اصلی ارس-تنگرس قرار گرفته و گروه ۵ نیز به دلیل حضور گونه‌های شاخص *C. nummularius* و *L. nummularifolia* در گروه اصلی ارس-شیرخشت در نظر گرفته می‌شود. گروه ۲ طبقه‌بندی TWINSPAN مربوط به رویشگاه‌های صخره‌ای ارس است که معمولاً از سایر رویشگاه‌ها پرشیب‌ترند. این موضوع با معنی‌دار بودن اختلاف متغیر شیب برای گروه ۲ و سایر گروه‌ها تأیید می‌شود و رلوه‌ها و گونه‌های این گروه نیز روی دیاگرام‌های رج‌بندی در امتداد محور شیب یا محور دوم رج‌بندی CCA جای می‌گیرند. همان‌طور که گفته شد، تیپ غالب در این گروه نیز ارس-تنگرس بوده با این تفاوت که گونه *Tanacetum polycephalum* به‌عنوان گونه غالب زیراشکوب، ظاهر شده و حضور خاص گونه‌های صخره‌دوست از جمله *Gypsophila aretioides* این گروه را متمایز می‌کند. بنابراین، گونه‌های صخره‌دوست به‌عنوان گونه‌های معرف این گروه شناخته می‌شوند. گروه ۱ تفکیک‌شده به وسیله TWINSPAN مربوط به رویشگاهی از تیپ ارس-تنگرس است که نسبت به سایر رویشگاه‌ها در فاصله کمی از کویر قرار گرفته و مشاهده گونه‌هایی مثل *Atriplex* sp. در این گروه تأییدکننده این مطلب است. رلوه‌های این گروه در سمت منفی محور اول رج‌بندی قرار دارند و قرار گرفتن آن‌ها در مجاور رلوه‌های گروه اصلی ارس-تنگرس تعلق آن‌ها را به این گروه اصلی تأیید می‌کند. گروه ۵ طبقه‌بندی TWINSPAN نیز به‌عنوان گروهی از تیپ ارس-شیرخشت، متعلق به رویشگاهی با شرایط دشوارتر است. رلوه‌های این گروه یا در مناطق سردتر و دامنه‌های شمالی و مرتفع بوده‌اند یا به اراضی با حضور دام و عرصه تخریب‌شده تعلق داشته‌اند. بررسی

داده‌های ماتریس گونه‌ها با این محور نیز مانند رج‌بندی CCA است (جدول ۳). بر این اساس همانند آنچه در دیاگرام CCA مشاهده شد، دو گروه اصلی پوشش گیاهی در امتداد مثبت و منفی محور اول مستقر شده‌اند (شکل ۶). این نتایج با نتایج حاصل از CCA همخوانی دارد. محور دوم PCA همبستگی معنی‌داری با میزان آهک و pH خاک و محور سوم با درصد رطوبت اشباع خاک دارد که این همبستگی‌ها چندان بزرگ نیست و تفسیر روابط گونه-محیط روی این محورها چندان قابل اعتماد نخواهد بود.

بحث

بر اساس نتایج TWINSPAN و آنالیز خوشه‌ای جوامع گیاهی مورد مطالعه به شش گروه با ترکیب فلورستیک متمایز تفکیک شدند که در دو گروه اصلی قرار گرفتند: الف) *Juniperus excelsa - Rhamnus pallasii* و ب) *J. excelsa - Cotoneaster nummularius* که در واقع می‌توان آن‌ها را دو جامعه جنگلی ارس دانست (البته بررسی سین‌تاکسونومی و تعیین جایگاه فیتوسوسیولوژی آن‌ها خود مبحث مفصلی است که خارج از موضوع این مقاله بوده و در آینده به آن پرداخته خواهد شد). گونه درختچه‌ای *Rh. pallasii* گونه معرف گروه اول و گونه‌های *C. nummularius* و *L. nummularifolia* به‌عنوان گونه‌های معرف گروه دوم هستند. تفکیک این گروه‌ها روی نمودار رج‌بندی CCA و PCA نیز به‌وضوح مشاهده می‌شود (شکل‌های ۴ و ۶). رلوه‌های گروه ارس-شیرخشت در سمت مثبت محور اول و رلوه‌های ارس-تنگرس در سمت منفی محور اول مشخص شده‌اند. به عبارت دیگر، گروه اصلی ارس-شیرخشت در ارتفاع از سطح دریای بالاتری نسبت به گروه اصلی ارس-تنگرس قرار دارد؛ خاک آن ظرفیت رطوبت بالاتری دارد و به لحاظ ماده آلی و ازت خاک غنی‌تر است. تجزیه واریانس ANOVA نیز دقیقاً همین موضوع را تأیید می‌کند. گونه‌های معرف هر گروه نیز روی دیاگرام رج‌بندی CCA مشاهده می‌شوند. با توجه به اینکه رج‌بندی بر اساس نظریه پیوستگی جوامع

با گروه ۶، که به رویشگاه‌های مرطوب‌تر مربوط است، شباهت‌هایی دارد. برای همین در آنالیز خوشه‌ای، که ترکیب فلورستیک به‌تنهایی مبنا قرار گرفته است، در کنار گروه ۶ دیده می‌شود، اما در TWINSpan که گونه‌های شاخص اهمیت بیشتری دارند در کنار گروه ۵ قرار گرفته است.

نتایج CCA، ۵۶ درصد واریانس روابط گونه-محیط و ۱۷ درصد واریانس داده‌های گونه‌ها را تفسیر می‌کند. پایین بودن تغییرات توجیه‌شده در داده‌های گونه‌ها را می‌توان به دلیل آشفتگی‌های محیطی از جمله قطع درختان در گذشته و چرای دام دانست که باعث حضور گونه‌های گیاهی مهاجم و تغییرات در فلور شده است. درباره این موضوع باید مطالعات بیشتری انجام بگیرد.

بنا بر نتایج به‌دست‌آمده، رویشگاه‌های مختلف ارس به لحاظ بافت خاک، pH، و میزان آهک خاک دارای تفاوت معنی‌داری نیستند. به‌عبارت دیگر، رویشگاه‌های گوناگون مطالعه‌شده در رابطه با این‌ها یا همگن‌اند یا اینکه در امتداد گرادیان محیطی موجود تغییراتی نشان نمی‌دهند. این وضعیت همگن می‌تواند نقطه اشتراک جوامع ارس و عامل تمایز آن‌ها از سایر جوامع مرتعی و استپی مجاور باشد که این موضوع باید بررسی شود. در رویشگاه‌های کمتر دست‌خورده ارس، لایه نسبتاً ضخیمی از لاشبرگ مشاهده می‌شود و مطالعه هوموس و افق‌های خاک در جنگل‌های ارس نیز می‌تواند موضوع تحقیقات آینده باشد.

با بررسی مطالعات گوناگون مشخص می‌شود گونه‌هایی از سرده‌های *Cotoneaster*، *Lonicera*، *Rhamnus* و *Berberis* به‌عنوان گونه معرف و شاخص در بسیاری جوامع معرفی شده‌اند. ماتوسکی و همکاران در معرفی جامعه *Quercus trojanae* - *Juniperetum excelsae* از مقدونیه، گونه‌های *J. excelsa* و *J. foetidissima* را به‌عنوان گونه‌های شاخص جامعه و گونه *Rhamnus rhodopeus* را به‌عنوان متمایزکننده^۱ آلیانس معرفی کرده‌اند [۱۱].

دیاگرام CCA نیز موقعیت رلوه‌های این گروه را در سمت مثبت پیکان جهت نشان می‌دهد. گروه ششم TWINSpan مربوط به رویشگاه ارس در محل تلاقی خود با رویش‌های ارتفاعات فوقانی ناحیه هیرکانی است. این گروه به لحاظ فلورستیک با گروه‌های دیگر کاملاً متفاوت بوده و تشکیل تپ *Juniperus excelsa* - *Lonicera iberica* با گونه‌های معرفی از جمله *Cerasus pseudoprostrata* و *Lonicera iberica* که از گونه‌های مناطق نیمه‌مرطوب هستند، را می‌دهد. در میان متغیرهای محیطی، ازت و ماده آلی عامل ایجاد اختلاف معنی‌دار این گروه با سایر گروه‌ها هستند. تفاوت مشاهده‌شده به‌سبب رطوبت بیشتر محیط و پوشش مترکم‌تر در نتیجه افزایش زیست‌توده قابل توضیح است. دلیل عدم تفکیک این گروه در PCA و CCA این بود که سه رلوه آن به‌علت ایجاد نقاط پرت (بی‌قواره) روی دیاگرام رج‌بندی و تحت تأثیر قراردادن نمایش نتایج، حذف شده بودند. قطعات نمونه پرت معمولاً شامل چند گونه‌اند که فقط در آن قطعات بوده و جای دیگری از داده‌ها وجود ندارد و راه‌حل معمول حذف آن‌ها است؛ البته در تفسیر نتایج باید علت حذف تشریح شود [۲۲]. واضح است دورافتادن رلوه‌های گروه سوم روی دیاگرام خود دلیل تمایز ترکیب گونه‌ای و شرایط اکولوژیک آن‌ها از سایر گروه‌هاست.

در طبقه‌بندی به روش TWINSpan و روش خوشه‌ای، گروه ۴ که دربرگیرنده رلوه‌های رویشگاه تپیک *J. excelsa* - *C. nummularius* است و گروه‌های ۱ و ۲ و ۳ که دربرگیرنده رلوه‌های رویشگاه *J. excelsa* - *Rh. pallasii* هستند کاملاً از یکدیگر تفکیک شده‌اند. گروه ۵ در روش TWINSpan در کنار گروه ۴ قرار می‌گیرد، اما در آنالیز خوشه‌ای در کنار گروه ۶. گروه ۵ به لحاظ گونه‌های شاخص و فرماسیون کلی به گروه ۴ شبیه است. اما همان‌طور که گفته شد، از آنجا که به رویشگاه‌های سردتر و دامنه‌های شمالی با تابش و تبخیر کمتر مربوط است، به لحاظ ترکیب فلورستیک

دارد. ملاحظه می‌شود *Cotoneaster* در ترکیه شاخص جوامع ارس بر خاک‌های عمیق‌تر، و *Rhamnus* در مقدونیه به‌عنوان شاخص در خاک‌های کم‌عمق ذکر شده که با نتایج به‌دست‌آمده از البرز همخوانی دارد. احمد و همکاران در مطالعه جوامع جنگلی هیمالیا در پاکستان، جامعه ارس را در جهات گوناگون جغرافیایی از ۲۱۰۰ تا ۲۸۰۰ متر با حضور گونه‌های درختچه‌ای *Cotoneaster racemiflora* و *Rosa laccrans* نام برده‌اند [۲]. این جامعه نیز با حضور جنس شیرخشت و دامنه ارتفاع از سطح دریا مشابه جامعه ارس-شیرخشت البرز است. گونه‌های *Cotoneaster nummularia*، *Berberis cretica* و *Rhamnus palaestina* از جنگل‌های ارس لبنان نیز در بالاتر از ۱۸۸۰ متر از سطح دریا به‌عنوان گونه‌های مهم گزارش شده است [۱۳].

ویژگی‌های رویشگاهی این جامعه خاک کم‌عمق و سنگ بستر آهکی و دامنه جنوبی و آفتاب‌گیر ذکر شده است که با رویشگاه ارس-تنگرس البرز شباهت دارد. ازکان و همکاران در مطالعه رویشگاه‌های ارس در جنوب غرب آناتولی گونه *Cotoneaster nummularia* را به‌عنوان گونه درختچه‌ای معرف عرصه برای احیای جنگل‌های ارس معرفی کرده‌اند [۲۵]. کارگی‌افلو و تاتلی گونه‌های *Cotoneaster nummularia*، *Berberis crateagina* و *Juniperus oxycedrus* را از گونه‌های شاخص اشکوب درختچه‌ای جامعه *Quercus vulcanicae-Juniperetum excelsae* در Yandag ترکیه برشمرده‌اند [۱۰]. این جامعه بر سنگ بستر آهکی، خاک قهوه‌ای جنگلی، در ارتفاع ۱۳۰۰ تا ۱۶۰۰ متر از سطح دریا و شیب ۵-۲۰ درصد انتشار

References

- [1]. Al-Refahi, A., Marvie Mohadjer, M.R., and Stimm, B. (2002). Verbreitung, Okologie, Nutzung & Vermehrung Der Baumwacholder. Allgemeine Forst Zeitschrift Der Wald, 16: 1-4.
- [2]. Ahmed, M., A.H.Sheikh, T.H., Hussain S.S., and Siddiqui, M.F. (2006). Phytosociology and Structure of Himalayan Forests from Different Climatic Zones of Pakistan. Pakistan Journal of Botany, 38(2): 361-383.
- [3]. Marvie Mohadjer, M. R. (2005). Silviculture, University of Tehran Press, Tehran.
- [4]. Zohary, M. (1973). Geobotanical Foundation of the Middle east, G. Fischer publisher, Stuttgart.
- [5]. Klein, J. C. (2001). La Vegetation Altitudinale de L'Alborz Central (Iran), Institut Francais de Recherche en Iran, Peeters, Louvain.
- [6]. A.A.Korori, S., khoshnevis, M., and Matinzade, M. (2010). Comprehensive Studies of *Juniperus* species in Iran, Forest, Range and Watershed Management Organization of Iran, Tehran.
- [7]. Ravanbakhsh, H., Marvi Mohajer, M.R., Zahedi Gh., and Shirvani, A. (2010). Forest typology in relation with altitude gradient on southern slopes of Central Alborz mountains (Latian watershed in North of Iran). Journal of Forest and Wood Products (Iranian Journal of Natural Resources), 63(1): 9-22.
- [8]. Nadjafi Tireh Shabankareh, K., Jalili, A., Khorasani, N., Asri Y., and Jamzad, Z. (2007). Plant associations of Geno protected area. Pajouhesh & Sazandegi, 75: 17-27.
- [9]. Momeni Moghaddam, T., Hosseini, S.M., Makhdoom, M., and Akbarinia, M. (2006). Qualitative and Quantitative Investigation of Juniper stands in Kop-e-Dagh hillsides, Shirvan. Journal of Environmental Studies, 32(40): 109-116.
- [10]. Kargioglu, M., and Tatli, A. (2005). A Phytosociological Research on the Forest Vegetation of Yandag (Isparta-Turkey). Pakistan Journal of Biology science, 8:929-939.
- [11]. Matevski, V., Čarni, A., Kostadinovski, M., Marinšek, A., Mucina, L., Paušič, A., and Šilc, U. (2010). Notes on phytosociology of *Juniperus excelsa* in Macedonia (southern Balkan Peninsula). HACQUETIA, 9(1): 161-165.
- [12]. Milios, E., Smiris, P., Pipinis, E., and Petrou, P. (2009). The growth ecology of *Juniperus excelsa* Bieb. Trees in the central part of the Nestos valley (NE Greece) in the context of anthropogenic disturbances. Journal of Biological Research-Thessaloniki, 11: 83-94.
- [13]. Abido, M.S. & Kurbaissa, M.S. (2003). The present status of the Syrian Juniper forests on the East Lebanon Mountain Chain, Syrian Arab Republic. Arab Journal of Scientific Research, 21(1): 64-70.
- [14]. Fisher, M. and Gardner, A. S. (1995). The status and ecology of a *Juniperus excelsa* subsp. *polycarpos* woodland in the northern mountains of Oman. Vegetatio, 119(1): 33-51.
- [15]. Asri, Y. (1995). Phytosociology, Institute of Forests and Rangelands, Tehran.
- [16]. Braun-Blanquet, J. (1932). Plant sociology, the study of plant communities, Mc Graw Hill, New York.

- [17]. Tichy, L. (2002). JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* 13: 451-453.
- [18]. Hill, M.O. (1979). TWINSpan: a FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two-Way Table by Classification of the Individuals and Attributes. Cornell Ecology Programs Series, Cornell University, Ithaca, NY, US.
- [19]. Chytrý M., Tichý, L., Holt, J., and Botta-Dukát, Z. (2002). Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science*, 13: 79-90.
- [20]. Bihamta, M.R., and Zare Chahouki, M.A. (2008). Principles of Statistics for the Natural Resources Science, University of Tehran Press, Tehran.
- [21]. Leps, J., and Smilauer, P. (1999). Multivariate analysis of ecological data, Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, České Budejovice.
- [22]. Kent, M. and Coker, P. (1994). *Vegetation description and analysis: a practical approach*, Wiley, Translated by Mesdaghi, M., J.D.M. Press, Mashhad.
- [23]. ter Braak, C.J.F. (1986). Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67: 1167–1179.
- [24]. Palmer, M.W. (1993). Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis. *Ecology*, 74: 2215-2230.
- [25]. Ozkan, K., Gulsoy, S., Aerts, R., and Muys, B. (2010). Site properties for Crimean juniper (*Juniperus excelsa*) in semi-natural forests of south western Anatolia, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 31: 97-100.