

طبقه‌بندی درجات تخریب بر اساس ویژگی‌های کمی در جنگل‌های ارسباران (حوزه کلیبر چای و ایلگنه چای)

راهله استادهاشمی^{۱*}، رضا اخوان^۲، عظیم عباسلو^۳، قاسم صفاپور^۴ و محمد پورخاکی^۴

*۱- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران پست الکترونیک: ra.oh.fo@gmail.com

۲- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران

۴- کارشناس پژوهش، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۲

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۱۶

چکیده

جنگل‌های ارسباران یکی از غنی‌ترین رویشگاه‌های جنگلی کشور محسوب می‌شود که در چند قرن گذشته فعالیت‌های شدید انسانی، سیمای ظاهری، ترکیب و ساختار آنها را به شدت تغییر داده است. این تحقیق به دنبال مشخص کردن ساختارهای متفاوت جنگل ارسباران در نتیجه ایجاد تخریب و دگرگونی در آنها می‌باشد. داده‌های کمی تحقیق از ۱۴۸ قطعه نمونه دایره‌ای شکل ۳ آری در حوزه‌های کلیبر چای و ایلگنه چای در جنگل‌های ارسباران جمع‌آوری شد. ابتدا با استفاده از تحلیل خوشه‌ای سلسله‌مراتبی و شش متغیر رویه زمینی در هکتار، تراکم در هکتار، ارتفاع بلندترین درخت، درصد تاج پوشش و تعداد پایه‌های دانه‌زاد و شاخه‌زاد، توده‌های جنگلی به گروه‌های مجزا تقسیم‌بندی شدند که تعداد خوشه بر اساس آزمون K-Means مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس به منظور یافتن مؤثرترین متغیرها در طبقه‌بندی از PCA استفاده شد. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که دو مؤلفه اول و دوم ۷۳/۷ درصد تغییرات را توجیه می‌کنند و مؤثرترین متغیرها در طبقه‌بندی، سطح مقطع در هکتار و تراکم در هکتار تشخیص داده شدند و در نهایت با استفاده از نتایج آنالیز تشخیص، صحت طبقه‌بندی در هر گروه مشخص شد و صحت کلی نیز ۸۹/۱ درصد برآورد گردید. بنابراین منطقه به ۵ طبقه با درجات مختلف تخریب تقسیم گردید که گروه اول با بهترین شرایط شامل توده‌های در حال پیشروی به سمت جوامع کلیماکس هستند و گروه پنجم شامل جنگل‌های تخریب‌یافته می‌باشند. بر اساس این نتایج می‌توان تصمیمی متناسب با درجه تخریب توده جنگلی اتخاذ کرد و برای بهبود آن برنامه‌ریزی درستی در نظر گرفت.

واژه‌های کلیدی: توده جنگلی، تخریب، تحلیل خوشه‌ای، تجزیه مؤلفه اصلی، کلیماکس.

مقدمه

آذربایجان شرقی و در محدوده شهرستان‌های اهر و کلیبر قرار گرفته و جزو زیر ناحیه هیرکانی از ناحیه اصلی اروپا- سیبری

جنگل‌های ارسباران در ارتفاعات قره‌داغ در شمال استان

(Willd.)، پر (Cotinus coggygria Scop.)، چنته (Juniperus oblonga M.Bieb.) و هفت کول (Viburnum lantana L.) می‌باشد. چنین تنوع گونه‌ای و ژنتیکی زیاد، جایگاه ویژه‌ای را به این اکوسیستم مهم کشور بخشیده است. فعالیت‌های شدید انسانی در چند قرن گذشته، سیمای ظاهری، ترکیب و ساختار جنگل‌های ارسباران را به شدت تغییر داده است. به طوری که منطقه دچار از هم گسیختگی زیست‌محیطی می‌باشد. عمده منطقه پوشش گیاهی خود را در اثر تبدیل به زمین‌های زراعی، زغال‌گیری و چرای شدید از دست داده و آماده فرسایش شده است. جنگل‌های واقع در مرزهای شرقی، جنوبی و غربی این منطقه به علت توسعه جمعیت به شدت مورد تجاوز و بهره‌برداری بی‌رویه قرار گرفته و پوشش جنگلی خود را به استثناء آثاری به صورت لکه‌های بسیار کوچک و پراکنده از دست داده است (Ghanbari Sharafteh, 2005). به طوری که لکه‌ای شدن و تکه‌تکه شدن جنگل و ایجاد مرز بین لکه‌ها از نشانه‌های تخریب در جنگل است (Saura & Carballal, 2004).

مطالعات ارزشمندی در زمینه بررسی ساختار، بررسی کمی و کیفی توده‌های جنگلی و بررسی تنوع زیستی در ارسباران انجام شده است. Ghanbari و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی وضعیت کمی و کیفی، ترکیب و ساختار توده‌های جنگلی در ۳ منطقه با سابقه حفاظتی مختلف در حوزه کلیبر در جنگل‌های ارسباران پرداختند. نتایج آنان نشان داد که چهار گونه ممرز (۶۸٪)، کرب (۸٪)، سرخدار (۷٪) و اوری (۵/۲٪) ۸۸ درصد از کل درختان موجود در منطقه را تشکیل می‌دهند. تعداد و درصد گونه‌ها در منطقه با حفاظت طولانی مدت بیشتر بود و دامنه وسیعی از طبقه‌های قطری و ارتفاعی را در مقایسه با رویشگاه با حفاظت کوتاه مدت دربرداشتند و فراوانی پایه‌های درختی در رویشگاه با حفاظت کوتاه مدت کمتر بود. همچنین بیشتر درختان موجود در توده‌ها قطر برابر سینه کمی داشتند و میانگین قطر برابر سینه درختان در کل بین ۹/۷ تا ۲۳/۲ سانتی متر بود. Alijanpour و همکاران (۲۰۱۷) نیز با بررسی خصوصیات کمی و کیفی گونه ممرز در حوزه کلیبر و ایلگنه‌چای ارسباران نشان دادند که خالص‌ترین رویشگاه‌های ممرز در دامنه‌های شمالی با ۹۱/۹ درصد حضور و آمیخته‌ترین آن در دامنه‌های جنوبی دیده

قرار گرفته است. این جنگل‌ها به شکل نواری نسبتاً باریک در نیم‌رخ شمالی رشته کوه‌های قره‌داغ از کناره رود مرزی رود ارس تا بیش از ۲۰۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا ادامه دارند و مساحت تقریبی پوشش جنگلی در این منطقه به گزارش پایگاه اطلاع‌رسانی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور ۱۷۴۸۳۸ هکتار می‌باشد (Safari et al., 2018). این ناحیه از چهار واحد هیدرولوژیکی با نام‌های سلن‌چای، کلیبرچای، ایلگنه‌چای و حاجلرچای و ۱۱ حوزه آبخیز اصلی تشکیل شده است. این جنگل‌ها پهن‌برگ و خزان‌کننده هستند و دارای بیش از ۹۷ گونه درختی و درختچه‌ای می‌باشند (Javanshir, 1976). در جنگل‌های ارسباران درختان ممرز (Carpinus betulus L.) گونه غالب را در شرایط مناسب اقلیمی و خاکی در دامنه‌ها تشکیل می‌دهد که به احتمال زیاد در گذشته تمامی بسترهای پرتوان اکولوژیک منطقه را پوشانده بوده است. درختان دو گونه جنس بلوط، گونه Quercus macranthera Sub climax (Fisch. & C.A. Mey.) و گونه همراه آن Quercus petraea (L.) بوده و زمانی که شرایط نامناسب از نظر اقلیمی و خاکی به وجود می‌آید، مثل دامنه‌های گرم رو به جنوب و شرق با خاک‌های نسبتاً فقیر از نظر رطوبت و مواد آلی، به صورت اوج تکامل خاکی ظاهر می‌شوند (Habibi Kaseb, 1992). ساختار تجدید حیات طبیعی جنگل‌های ارسباران نشان داده است که ساختار بیشتر توده‌های جوان، دانه و شاخه‌زاد با فراوانی شاخه‌زادهاست و بیشترین تجدید حیات در دامنه‌های شمال غربی و شمالی انجام می‌شود و به ترتیب بیشترین تجدید حیات مربوط به ممرز، بلوط، افرا (Acer campestre L., Acer monspessulanum L.)، گیلاس وحشی (Cerasus avium L.) و سایر گونه‌هاست (Amirghasemi et al., 2001). ارتفاعات متغیر منطقه ارسباران و موقعیت خاص اقلیمی و تأثیرپذیری از چندین جریان آب و هوایی (مدیترانه‌ای، سیبری و خزری) زمینه‌ساز یکی از غنی‌ترین رویشگاه‌های جنگلی کشور شده که از نظر اکولوژیکی جزو نواحی ۱۰۳ گانه بیوسفر جهان شناخته شده است (Alijanpour et al., 2009b). این اکوسیستم مهم جنگلی، رویشگاه گونه‌هایی مانند زغال‌اخته (Cornus mas L.)، اردوج (Juniperus foetidissima)

می‌شود. بیشترین میانگین قطر برابر سینه در دامنه‌های شمالی ۱۲/۵ و شرقی ۱۲/۲ سانتی‌متر و کمترین آن در دامنه‌های جنوبی ۹/۲۶ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. قطر تاج گونه ممرز در دامنه‌های شمالی با ۲/۴۹ و جنوبی با ۲/۴۲ متر بیشتر از سایر جهت‌ها بوده و کمترین مقدار آن در دامنه غربی ۲/۲۷ مشاهده شد. همچنین Safari و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی ساختار و زادآوری توده بلوط سیاه در سه دامنه ارتفاعی در حوزه کلیبرچای ارسباران پرداختند و نشان دادند که زادآوری دانه‌زاد در بالاترین دامنه ارتفاعی برای همه گونه‌ها بیشتر از شاخه‌زاد بود که عدم دسترسی به جنگل و کاهش تخریب انسانی در ارتفاعات بالاتر و همچنین شرایط مناسب‌تر رطوبتی و حرارتی و امکان حضور زادآوری دانه‌زاد بیشتر فراهم شده است. مقایسه دو ویژگی کمی سطح مقطع برابر سینه در هکتار و تعداد در هکتار در دو منطقه حفاظت‌شده و غیرحفاظتی نیز در ارسباران حکایت از بیشتر بودن این دو ویژگی در مناطق حفاظتی دارد (Alijanpour et al., 2004). بررسی تنوع زیستی نیز اطلاعات زیادی را در مورد ساختار و ترکیب توده‌ها فراهم می‌کند. Pourbabaei و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی تنوع زیستی گونه‌های چوبی رویشگاه‌های سفیدمازو (*Quercus petraea*) در حوزه ایلگنه‌چای ارسباران پرداختند و نشان دادند که بیشترین اهمیت گونه (بر اساس فراوانی نسبی، تراکم نسبی و چیرگی نسبی) مربوط به بلوط سفید و کمترین آن مربوط به گونه بارانک بود.

تخریب، فرایند تغییر منفی بر خصوصیات جنگل (ساختار، ترکیب گونه‌ای، کارکرد) است که سبب کاهش ارزش، تولید محصولات و خدمات آن می‌شود. کاهش ظرفیت جنگل سبب می‌شود تا بهبود آن به سختی حاصل شود و یا برای همیشه از بین برود که دلیل اصلی آن فعالیت خسارت‌بار انسان می‌باشد (Vásquez-Grandón et al., 2018). بررسی وضعیت و رتبه‌بندی شاخص‌های تخریب جنگل‌های ایران نشان داده است که مهمترین شاخص تخریب در جنگل‌های ارسباران، تخریب زیستگاه می‌باشد و رتبه‌بندی میزان تخریب به تفکیک رویشگاه‌های جنگلی نشان داد که جنگل‌های ارسباران پس از زاگرس، خلیج عمانی و ایران- تورانی در رتبه چهارم قرار دارد

(Mahmoudi et al., 2016). تحقیقات زیادی نیز در دنیا به‌منظور درجه‌بندی و بررسی ساختار و تخریب جنگل‌ها در دیگر کشورها انجام شده است. Scharnweber و همکاران (۲۰۰۷) جنگل‌های هیرکانی جنوب کشور آذربایجان را به شش درجه مختلف تخریب تقسیم کردند که این طبقات از نظر ساختار و پوشش گیاهی اختلاف معنی‌داری با هم داشتند. این طبقات شامل جنگل طبیعی، جنگل با دگرگونی و تخریب کم، جنگل با دگرگونی و تخریب متوسط، پارک شبه جنگلی، درختچه‌زار و بوته‌زار و زمین‌های بدون درخت با پوشش گیاهی کم بودند.

Vásquez-Grandón و همکاران (۲۰۱۸) نیز به تعیین و تهیه یک راهنما برای ارزیابی و طبقه‌بندی تخریب در توده‌های جنگلی بر اساس معیارهای ساختار، ترکیب گونه‌ای و زادآوری پرداختند و برای هر یک از معیارها، شاخص‌هایی تعریف کردند. همچنین تقسیم‌بندی درجات تخریب در جنگل‌های بلوط کرواسی نشان داد که عدم مدیریت و عدم کنترل بر قطع درختان و بهره‌برداری بی‌رویه سبب تشدید تخریب و تغییر میکرواقلیم‌ها در منطقه جنگلی می‌شود (Ugarković et al., 2019). در نتیجه، حفظ آنچه امروزه به‌عنوان جنگل‌های ارسباران شناخته می‌شود، جلوگیری از تخریب بیشتر منطقه، احیا مناطق مخروبه و توسعه مناطق جنگلی امری اجتناب‌ناپذیر است. بررسی‌ها نشان داده که مدیریت حفاظتی در منطقه حفاظت‌شده ارسباران طی دوره ۲۴ ساله سبب بهبود وضعیت خاک و افزایش تراکم پوشش گیاهی شده است (Valizade Kamran et al., 2013).

همچنین مدیریت حفاظتی، موجب افزایش معنی‌دار تنوع گونه‌ای زادآوری توده‌های جنگلی منطقه حفاظت‌شده ارسباران شده است و شدت تخریب در منطقه غیر حفاظتی بسیار بیشتر از ظرفیت توده‌های جنگلی بوده و در صورت ادامه روند تخریب، سیر قهقراپی پیدا خواهد کرد (Alijanpour et al., 2009b).

بررسی جنگل‌زدایی و تخریب در جنگل‌های آمازون نیز نشان داد که پس از اجرای برنامه حفاظتی در این جنگل‌ها، میزان جنگل‌زدایی کاهش یافته و سبب افزایش غنای گونه‌ای، حجم و بیوماس جنگل شده است و به‌طور غیرمستقیم تاثیر کاهشی بر روند تخریب داشته است (Eguiguren et al., 2019).

هدف از این تحقیق طبقه‌بندی تغییرات ساختاری ایجاد شده

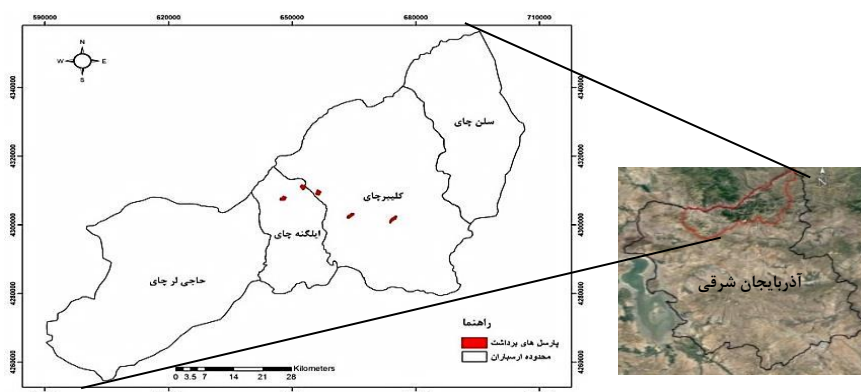
و بلوط - ممرز و فرماسیون درختی اغلب در جهت‌های شمال و غرب و مقادیری در شرق و جنوب پراکنده می‌باشند و فرماسیون درختچه‌زار عمدتاً در دامنه‌های جنوبی و شرقی پراکنده شده‌اند (Ebrahimi Gajoti, 1995). سپس در این دو حوزه ۵ منطقه با وضعیت‌های تخریبی متفاوت (جزء جنگل‌های تحقیقاتی، غیرقابل دسترس بودن جنگل، نزدیکی به روستا و مناطق گردشگری و دوری از جاده) انتخاب و در هر منطقه یک قطعه با مساحت مناسب (تعداد قطعات نمونه کافی بر اساس دقت مورد نظر به منظور توزیع مناسب در جهت‌های مختلف و گرادیان ارتفاعی) انتخاب شد و در هر قطعه قطعات نمونه به روش تصادفی - سیستماتیک پیاده و آماربرداری انجام گردید (شکل ۱). دامنه ارتفاعی در کل مناطق برداشت بین ۹۹۱ تا ۱۹۲۳ متر از سطح دریا، شیب بین ۱۵ تا ۹۰ درصد و بیشتر جهت جغرافیایی قطعات نمونه در شمال و شمال‌غرب (در ارسباران جنگل‌ها عمدتاً در شیب‌های شمالی و شمال‌غرب واقع شده‌اند و در شیب‌های جنوبی و شرقی بیشتر درختچه‌زار و بوته‌زار هستند که قابل اندازه‌گیری نیستند) بود. میانگین بارندگی در جنگل‌های ارسباران در حدود ۳۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر می‌باشد. البته زیاد بودن روزهای مه‌خیز و بارش‌های مخفی در بیلان آبی مناطق ارتفاعی میانی بسیار مؤثر است. میانگین دمای سالانه در مناطق پایین‌بند ۱۷ درجه و در ارتفاعات کوهستانی ۵ درجه سانتی‌گراد است (Alijanpour et al., 2009a).

بر اثر تخریب جنگل‌ها با منشأ انسانی با استفاده از ویژگی‌های کمی اندازه‌گیری شده در دو حوزه کلیبرچای و ایلگنه‌چای جنگل‌های ارسباران می‌باشد. اگرچه تغییرات در جنگل پیوسته هستند و نمی‌توان برای آن مرزی تعیین کرد اما این تحقیق به دنبال مشخص کردن ساختارهای متفاوت جنگل در نتیجه ایجاد دگرگونی در آنها و تحلیل این طبقه‌بندی و شناخت موثرترین عوامل ایجاد گروه‌های تفکیک شده می‌باشد تا بتوان با استفاده از نتایج این تحقیق تصمیمی متناسب با درجه تخریب توده جنگلی (حفاظتی، عملیات پرورشی، بهداشتی، احیاء و جنگل‌کاری و غیره) اتخاذ کرد و برای بهبود آن برنامه‌ریزی درستی در نظر گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

نتایج این تحقیق بر اساس داده‌های حاصل از طرح ملی پایش رویش حجمی و موجودی جنگل‌های ارسباران می‌باشد که با روش نمونه‌برداری دو مرحله‌ای انجام شد. ابتدا با جنگل‌گردشی و نظر کارشناسی، حوزه‌هایی که بیشترین سطح جنگل‌ها را داشتند انتخاب شد که حوزه کلیبرچای با وسعت ۱۵۴۰۵۰ هکتار و ایلگنه‌چای با وسعت ۱۰۰۱۸۰ هکتار بیشترین سطح جنگل‌ها را داشتند و در حوزه‌های دیگر جنگل‌ها به صورت لکه‌های کوچک و پراکنده بودند. همچنین تیپ غالب جنگل‌های منطقه بیشتر ممرز، بلوط، ممرز - بلوط



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

در هر مجموعه تقریباً ۳۰ قطعه نمونه دایره‌ای (متناسب با سطح قطعه و شبکه آماربرداری) با مساحت ۳ آر (۰/۰۳ هکتار) (Alijanpour et al., 2017) به روش منظم - تصادفی بر روی شبکه‌ای به ابعاد ۱۵۰×۲۰۰ متر انتخاب شده و متغیرهای لازم برای تحقیق در هر قطعه نمونه اندازه‌گیری شد. در مجموع ۱۴۸ قطعه نمونه انتخاب و مختصات جغرافیایی، شیب، ارتفاع و جهت آنها ثبت گردید. متغیرهای اندازه‌گیری شده شامل قطر تمام درختان ($DBH \geq 4/5$)، تراکم (تعداد درخت)، ارتفاع قطورترین و نزدیکترین درخت به مرکز قطعه نمونه، سطح تاج پوشش، نوع گونه درختی و تعداد پایه‌های دانه‌زاد و شاخه‌زاد در هر قطعه نمونه می‌باشند. ابتدا با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از قطعات نمونه، متغیرهای سطح مقطع در واحد سطح (محاسبه قطر جست‌گروه‌ها با روش مجذور میانگین قطر) (Curtis & Marshall, 2000)، تراکم در واحد سطح، ارتفاع بلندترین درخت و تعداد درختان دانه‌زاد و شاخه‌زاد در واحد سطح در هر قطعه نمونه محاسبه گردید. برای طبقه‌بندی تغییرات ساختاری در جنگل پس از استانداردسازی داده‌ها، از روش تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی (Hierarchical Cluster) (روش Ward بر اساس فاصله اقلیدسی) استفاده شد. تعیین

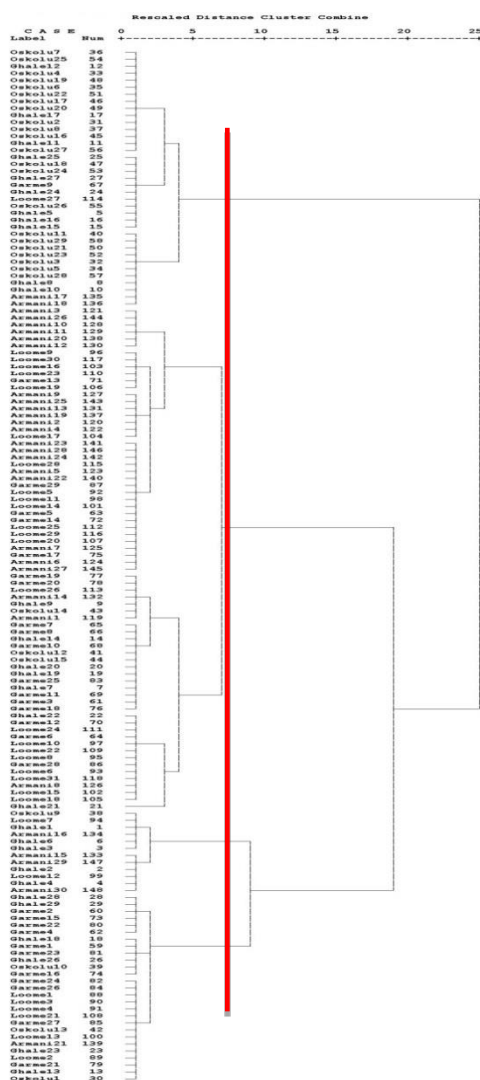
تعداد درست خوشه بر اساس آزمون K-Means بررسی گردید. سپس به منظور تشخیص مؤثرترین متغیرها در طبقه‌بندی از روش رجبندی تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Analysis) استفاده و در نهایت به روش آنالیز تشخیص (Discriminate Analysis) میزان صحت طبقه‌بندی محاسبه شد. پس از آن با افزودن داده‌های ثبت شده در هر قطعه نمونه شامل شیب، جهت، ارتفاع و فاصله مجموعه‌های برداشت تا جاده اصلی و روستا گروه‌های مختلف بر اساس درجه تخریب تعریف شدند. تجزیه و تحلیل‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 انجام شد.

نتایج

نتیجه تحلیل خوشه‌ای بر اساس ۱۴۸ قطعه نمونه و شش متغیر محاسبه شده منجر به تشکیل پنج خوشه گردید. بدین صورت که با انتخاب ۲ خوشه شروع و با استفاده از آزمون K-Means در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ (داده‌های $\leq 0/01$ قابل قبول هستند) مشخص شد که وقتی تعداد خوشه‌ها به ۵ می‌رسد مشارکت تمام متغیرها در طبقه‌بندی معنی‌دار می‌شود (جدول ۱). در نتیجه طبق دندروگرام به دست آمده تعداد ۵ خوشه تفکیک گردید (شکل ۲).

جدول ۱- سطح معنی‌داری متغیرها بر اساس تعداد خوشه با استفاده از روش K-Means

				متغیر	تعداد خوشه
۵	۴	۳	۲		
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	تراکم (تعداد)	
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۶۳	۰/۲۵۱	سطح مقطع (مترمربع)	
۰/۰۱	۰/۰۲۱	۰/۰۲۳	۰/۰۳۳	ارتفاع بلندترین درخت (متر)	
۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۲۰	۰/۰۰۵	سطح تاج پوشش (درصد)	
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	تعداد پایه دانه‌زاد	
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	تعداد پایه شاخه‌زاد	



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای ۱۴۸ قطعه نمونه برداشت شده

۱۹۹۵) که حدود ۳ درصد آن از درختان سرخدار تشکیل شده است (جدول ۲).
 گروه دوم با میانگین سطح مقطع ۱۵/۳ مترمربع در هکتار، میانگین ارتفاع بلندترین درخت ۲۰ متر، میانگین سطح تاج پوشش ۷۶ درصد، ۴۰ درصد پایه دانه‌زاد، میانگین تراکم درختی در هکتار ۱۲۲۰ و میانگین درصد شیب ۵۲ درصد در دامنه‌های شمالی، شمال‌غربی و غربی قرار گرفته‌است. ۵۷ درصد درختان از گونه مرز، ۲۸ درصد بلوط، ۹ درصد افرا و ۳ درصد گیلاس وحشی تشکیل شده است (جدول ۲). گروه

گروه اول با بیشترین میانگین سطح مقطع (۲۴ مترمربع در هکتار)، بیشترین میانگین ارتفاع بلندترین درخت (۲۱ متر)، بیشترین میانگین سطح تاج پوشش (۷۹ درصد)، بیشترین میانگین درصد شیب (۵۳ درصد)، ۶۵ درصد پایه دانه‌زاد و میانگین تراکم درختی در هکتار ۱۴۳۴ در دامنه‌های شمالی واقع شده است. حدود ۶۸ درصد درختان گونه مرز، ۱۳ درصد بلوط و ۱۰ درصد آن را افرا تشکیل می‌دهد. در این گروه تیپ دو اشکوبه مرز- سرخدار (*Carpinus betulus*-) نیز وجود دارد (Ebrahimi Gajoti,)

تشکیل می‌دهد (جدول ۲). گروه پنجم با کمترین میانگین تراکم درختی (۱۰۸۵ پایه در هکتار)، کمترین میانگین سطح مقطع (۱۰/۶۵ مترمربع در هکتار)، کمترین میانگین ارتفاع بلندترین درخت (۱۰ متر)، کمترین میانگین سطح تاج پوشش (۵۸ درصد) و کمترین میانگین تعداد پایه‌های دانه‌زاد (۳۷۴ پایه در هکتار) در دامنه‌های غربی، جنوب‌غربی و شمال‌غربی و در شیب‌های بالا (میانگین شیب ۵۱ درصد) قرار گرفته است. حدود ۵۴ درصد درختان گونه بلوط، ۳۱ درصد ممرز، ۹ درصد افرا و ۴ درصد آن را ون تشکیل می‌دهد (جدول ۲). همچنین میانگین قطری در گروه‌های مختلف نشان داد که بیشترین میانگین قطری با ۱۳/۲ سانتی‌متر مربوط به گروه اول و کمترین آن با ۷/۶ سانتی‌متر مربوط به گروه چهارم می‌باشد.

سوم با میانگین تراکم درختی بالا (۱۹۰۵ پایه در هکتار)، میانگین سطح مقطع ۱۴/۶ مترمربع در هکتار، میانگین ارتفاع بلندترین درخت ۱۴ متر، میانگین سطح تاج پوشش ۵۹ درصد و بیشترین پایه دانه‌زاد (۷۰ درصد) در دامنه‌های شمال غربی، شمالی و غربی قرار گرفته است. ۵۳ درصد درختان از گونه ممرز، ۲۶ درصد بلوط، ۱۲ درصد ون (*Fraxinus excelsior L.*) و ۹ درصد افرا تشکیل شده است (جدول ۲). گروه چهارم با میانگین سطح مقطع ۱۳/۶۲ مترمربع در هکتار، بیشترین میانگین تراکم درختی (۲۶۳۰ پایه در هکتار)، بیشترین میانگین تعداد پایه‌های شاخه‌زاد (۱۷۴۵ پایه در هکتار) و کمترین میانگین درصد شیب (۴۱ درصد) در دامنه‌های شمالی، شمال‌غربی و غربی قرار گرفته است. حدود ۸۰ درصد درختان گونه ممرز بوده و ۱۷ درصد آن را بلوط

جدول ۲- میانگین متغیرهای محاسبه شده در گروه‌های مختلف در هکتار

گروه					متغیر
۵	۴	۳	۲	۱	
۱۰۸۵	۲۶۳۰	۱۹۰۵	۱۲۲۰	۱۴۳۴	تراکم (تعداد)
۱۰/۶	۱۳/۶	۱۴/۶	۱۵/۳	۲۴	سطح مقطع (مترمربع)
۱۰	۱۳	۱۴	۲۰	۲۱	ارتفاع بلندترین درخت (متر)
۵۸	۷۶	۵۸	۷۶	۷۹	سطح تاج پوشش (درصد)
۳۷۴	۸۸۵	۱۳۵۵	۴۸۰	۹۲۹	تعداد پایه دانه‌زاد
۷۱۱	۱۷۴۵	۵۵۰	۷۴۰	۵۰۵	تعداد پایه شاخه‌زاد
۱۵۵۰	۱۲۶۰	۱۳۵۰	۱۴۲۰	۱۵۹۰	فاصله تا روستا (متر)
۲۰۰	۳۲۰	۴۱۰	۶۰۰	۵۷۰	فاصله تا جاده (متر)
۶۵	۶۵	۷۰	۷۳	۱۸	پلات‌های حفاظتی (درصد)
-	-	۵	۱۰	۵۷	پلات‌های تحقیقاتی (درصد)

مورد بررسی قرار گرفت.

طبق ضرایب بردار ویژه هر متغیر برای دو مؤلفه اصلی، مشخص شد که متغیر سطح مقطع در هکتار و پس از آن به ترتیب ارتفاع بلندترین درخت و تعداد پایه دانه‌زاد بیشترین

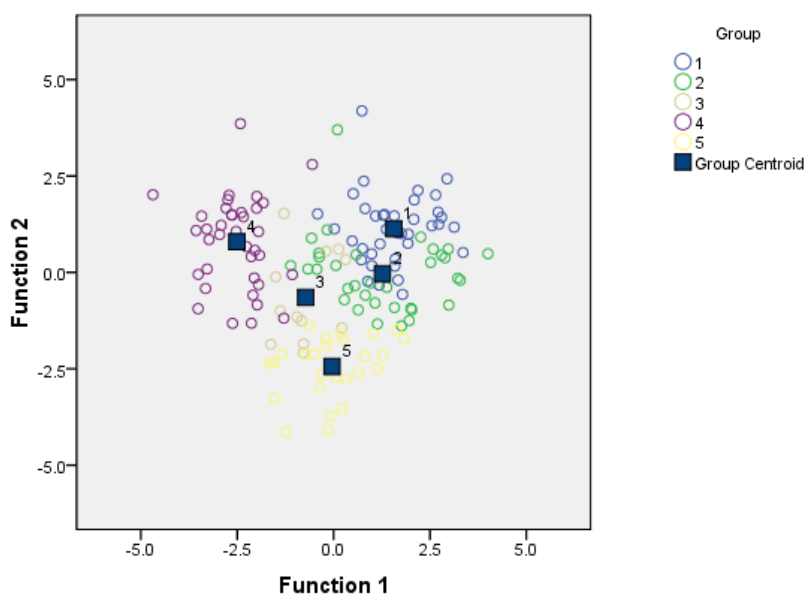
در ادامه، نتایج رجنبدی تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که مؤلفه اول و دوم با داشتن بیشترین مقدار ویژه (Eigenvalue)، حدود ۷۳/۷ درصد تغییرات را بر اساس واریانس تجمعی توجیه می‌کنند و نتایج بر اساس این دو محور

گروه‌های مختلف به درستی طبقه‌بندی شدند و در مجموع صحت طبقه‌بندی ۸۹/۱ درصد به دست آمد. نتایج پراکنش قطعات نمونه حول مرکز گروه‌های مختلف در شکل ۳ نشان داده شده است.

همبستگی را با مؤلفه اول داشتند و متغیر تراکم در هکتار و پس از آن به ترتیب تعداد پایه شاخه‌زاد، تعداد پایه دانه‌زاد و سطح تاج پوشش بیشترین همبستگی را با مؤلفه دوم داشتند. در نهایت نتایج طبقه‌بندی بر اساس آنالیز تشخیص نشان داد که طبق جدول ۳ چند درصد از قطعات نمونه به تفکیک

جدول ۳- تعداد و درصد قطعات نمونه درست طبقه‌بندی شده در گروه‌های مختلف

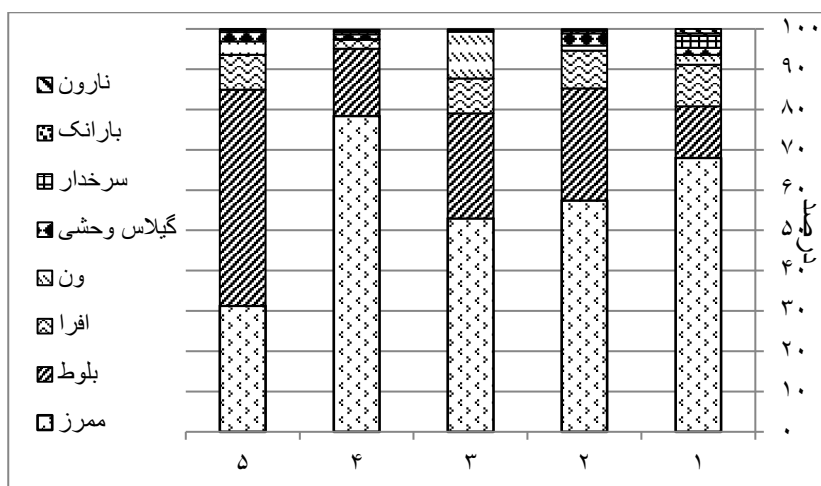
گروه	تعداد کل قطعات	تعداد قطعات درست طبقه‌بندی شده	درصد
۱	۳۸	۳۳	۸۶/۸
۲	۳۴	۳۰	۸۸/۲
۳	۱۲	۱۲	۱۰۰
۴	۳۷	۳۳	۸۹/۲
۵	۲۶	۲۳	۸۸/۵



شکل ۳- پراکنش قطعات نمونه حول مرکز گروه‌های طبقه‌بندی شده

قرار دارد. بیشترین فراوانی گونه افرا مربوط به گروه اول، بیشترین فراوانی گونه ون مربوط به گروه سوم و بیشترین فراوانی گونه گیلاس وحشی مربوط به گروه دوم است.

همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است فراوانی گونه‌ها (میزان درصد حضور هر گونه) در گروه‌های مختلف تغییر کرده است. در تمامی گروه‌ها به جز گروه پنجم، ممرز گونه غالب می‌باشد و پس از آن گونه بلوط در رتبه دوم



شکل ۴- فراوانی گونه‌های درختی در گروه‌های مختلف (درصد)

بحث

بررسی تغییرات ساختاری و ترکیب جنگل‌ها به منظور پایش این منابع امری ضروریست. اگرچه تغییرات ترکیب گونه‌ای و ساختاری در جنگل پیوسته و تدریجی می‌باشد اما عواملی مانند تخریب (قطع درخت، چرای دام و ...)، ایجاد دگرگونی و دخالت در جنگل‌ها منجر به اختلال یا وقفه‌هایی در سیر طبیعی جنگل‌ها می‌شود که گاهی این کاهش ظرفیت جنگل منجر به نابودی رویشگاه‌های جنگلی می‌شود. در نتیجه با بررسی و تفکیک این تغییرات می‌توان وضعیت فعلی و روند حرکت جنگل‌ها را در آینده پیش‌بینی کرد و بهترین تصمیم را برای بهبود شرایط آنها اتخاذ کرد. طبق نتایج این تحقیق می‌توان درجات تخریب در منطقه مورد بررسی را به ۵ گروه مختلف تفکیک کرد. گروه اول که به دلیل غیرقابل دسترس بودن و دور بودن از روستاها و جاده‌ها و همچنین حداقل دخالت در آن به دلیل اینکه بخش‌هایی از آن جزء جنگل‌های تحقیقاتی می‌باشد، نسبت به گروه‌های دیگر، درختان با قطر بزرگتر (بیشترین میانگین قطری)، سطح تاج پوشش بیشتر و پایه‌های دانه‌زاد بیشتر در دامنه‌های شمالی قرار دارند که با نتایج تحقیقی مبنی بر بیشترین میانگین قطری و قطر تاج در دامنه‌های شمالی (Alijanpour et al., 2017) و همچنین بیشتر بودن تعداد و درصد گونه‌ها و دامنه وسیع قطری در مناطق حفاظتی (Ghanbari et al., 2018) مطابقت

دارد و از آنجا که در بالاترین شیب‌ها قرار گرفته‌اند، غنای گونه‌ای آن نیز زیاد است. Mohammadzadeh و همکاران (۲۰۱۴) با ارزیابی تنوع زیستی گونه‌های گیاهی ارسباران نشان دادند که در جنگل‌های ایلگنه‌چای و کلیبرچای ارسباران با افزایش شیب دامنه، غنای گونه‌ای افزایش یافته و موجب افزایش تنوع زیستی شده است. اگرچه تقریباً ۷۰ درصد این گروه از گونه ممرز تشکیل شده و روند آن به سمت کلیماکس می‌باشد اما گونه‌های همراه آن بلوط، افرا، سرخدار، ون، گیلان وحشی، نارون و بارانک می‌باشد. نتایج یک تحقیق نشان داده است که سرخدار شیب‌های ۵۱ تا ۷۵ درصد و جهت‌های شمالی را بیشتر ترجیح داده و از تراکم بیشتری برخوردار می‌باشد و حضور پایه‌های سرخدار در توده‌های دخالت نشده بیشتر از توده‌های بهره‌برداری شده است (Ebady & Omidvar, 2011). با توجه به اینکه حدود ۷۰ درصد گونه اصلی گروه اول، ممرز بوده و این گونه نشان‌دهنده حالت کلیماکس جامعه درختی در ارسباران می‌باشد (Ebrahimi Gajoti, 1995) و فراوانی و پراکنش گونه‌های دیگر در توده‌های با گونه غالب کلیماکس سایه‌پسند کاهش می‌یابد (Eshaghi Rad, 2009) که در گروه اول نیز این اتفاق افتاده است، همچنین وجود سرخدار در زیر اشکوب این گروه که طبق نتایج یک تحقیق، گونه سرخدار در ارسباران در حال گسترش است و وجود جامعه ممرز-سرخدار یعنی جامعه در

داده‌اند. البته بین عوامل مؤثر در روند تغییر کاربری جنگل های ارسباران، مراکز سکونتگاهی مهمترین عامل در روند تغییرات می‌باشد (Rezaei Banafsheh *et al.*, 2008). به دلیل قدرت زیاد جست‌دهی گونه مرمرز (Amirghasemi *et al.*, 2001) این گروه بیشترین پایه‌های شاخه‌زاد مرمرز را دارا می‌باشد. طبق نتایج یک تحقیق در جنگل‌های ارسباران، سطح تاج پوشش کم سبب ورود نور به کف جنگل شده، در نتیجه تراکم درختی بالا می‌رود (Sasanifar *et al.*, 2017). گروه پنجم که یا در حاشیه جنگل‌ها و یا در مجاور زمین‌های کشاورزی قرار دارد با کمترین سطح مقطع، تراکم و سطح تاج پوشش در میانگین ارتفاعات پایین قرار گرفته‌است. این گروه زادآوری نداشته یا بسیار کم دارد و با قرار گرفتن در دامنه‌های غربی و جنوب‌غربی بیشترین پایه‌های بلوط را دارا می‌باشد. میانگین قطر آنها از گروه چهارم بیشتر است و آن هم به دلیل وجود پایه‌های بلوط که توسط کشاورزان و روستاییان حفظ شده است، می‌باشد. این گروه جنگل‌های کاملاً تخریب‌شده با دگرگونی زیاد در ساختار و ترکیب هستند که فاصله زیادی از حالت طبیعی دارند. Scharnweber و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان دادند که هر چه درجه تخریب در جنگل بیشتر باشد سطح مقطع و تاج پوشش به شدت کاهش پیدا می‌کند. این مطالعه نشان داد که میانگین قطری در جنگل‌های ارسباران پایین است که این امر به دلیل قطع زیاد درختان در گذشته (زغال‌گیری)، زیاد بودن پایه‌های شاخه‌زاد و تراکم زیاد درختی می‌باشد. حداکثر متوسط قطری ۲۷ سانتی‌متر، حداکثر میانگین قطری ۱۳/۲ و حداقل میانگین آن ۷/۶ سانتی‌متر برآورد گردید که به نتایج تحقیق Alijanpour و همکاران (۲۰۱۷) با برآورد بیشترین میانگین قطری ۱۲/۵ و کمترین میانگین قطری ۹/۲۶ سانتی‌متر بسیار نزدیک است. همچنین نتایج تحقیقی در ارسباران نشان داده است که تغییرات میانگین قطر برابر سینه در این منطقه به دلیل تراکم بالا و رقابت پایه‌ها برای رسیدن به نور و مواد غذایی منظم نیست و بین میانگین قطری و طبقات مختلف شیب اختلاف معنی‌داری وجود دارد (Moradi Dirmandrik *et al.*, 2015).

حال رسیدن به جامعه کلیماکس است (Ghanbari Sharafeh, 2005). می‌توان این گروه را توده‌های در حال پیشروی به جامعه کلیماکس دانست. در گروه دوم تعداد پایه‌های دانه‌زاد کمتر و میانگین قطر از گروه اول کمتر، در نتیجه سطح تاج پوشش نیز کمتر است. این گروه عمدتاً از جاده و روستا فاصله دارد و فقط در مناطق جاده‌های فرعی آسفالت به روستاها دیده می‌شود. با قرار گرفتن بیشتر این گروه در دامنه‌های شمال‌غرب و غرب پایه‌های بلوط و گیلاس وحشی نسبت به گروه اول بیشتر شده که با نتایج طرح تحقیقاتی بر روی نیاز رویشگاهی گونه گیلاس وحشی مبنی بر رشد بهتر این گونه در ارتفاع ۱۱۰۰ تا ۱۷۰۰، شیب متوسط و دامنه‌های شمال و شمال‌غرب مطابقت دارد (Research report, 2014). اما گونه مرمرز کاهش یافته است و با تغییر جهت دامنه و کاهش میانگین شیب، گونه سرخدار در این گروه حذف شد. گروه سوم با اینکه تراکم درختی زیادی دارد اما ارتفاع درختان و سطح تاج پوشش خیلی کم است. اما نکته قابل ذکر این است که بیشترین تعداد پایه‌های دانه‌زاد در این گروه قرار گرفته است که به دلیل قرار گرفتن در شیب متوسط و ارتفاع بالا و شرایط استقرار بهتر بذر، فرصت زادآوری بیشتر داشته و توده جوان (میانگین قطری کم) می‌باشد. Safari و همکاران (۲۰۱۸) نیز بیان کردند که تعداد پایه‌های دانه‌زاد در دامنه ارتفاعی بالا برای همه گونه‌ها بیشتر است. طبق نتایج تحقیقی در ارسباران بیشترین درصد فراوانی زادآوری دانه‌زاد در طبقه شیب میانی ۵۰-۳۶ درصد دیده شده که با نتایج این تحقیق (میانگین شیب ۴۷ درصد) همخوانی دارد (Moradi Dirmandrik *et al.*, 2015). همچنین وجود زادآوری و پایه‌های جوان نشانه تغییر در ترکیب گونه‌ای می‌باشد (Scharnweber *et al.*, 2007). این گروه نسبت به گروه‌های دیگر بیشترین گونه ون را دارد و مرمرز نسبت به گروه‌های قبل کمتر است. گروه چهارم با بیشترین تراکم درختی، بیشترین پایه‌های شاخه‌زاد و کمترین میانگین قطری در شیب‌های کم و مناطق پر تردد، توریستی و قابل دسترس قرار دارد. به دلیل قطع درخت و حضور بیشتر انسان و دام در این مناطق، درختان فرصت بذردهی و رشد قطری را از دست

معرض تخریب شدید هستند نیاز به یک برنامه‌ریزی درازمدت حفاظتی و قرق شدن و دخالت‌های پرورشی و بهداشتی شدید می‌باشد اما در مناطقی با شرایط گروه پنجم که قدرت زادآوری از بین رفته است، می‌توان جنگل‌کاری با گونه‌های بومی را توصیه کرد که البته این امر نیز نیازمند حفاظت مداوم از منطقه است.

منابع مورد استفاده

- Alijanpour, A., Zobeiri, M., Marvi Mohajer, M.R., Zargham, N. and Fegghi, J. 2004. A comparison of forest stand quantitative factors in protected and non protected areas in arasbaran forests. Iranian Journal of Natural Resources Research, 57(3): 447-453.
- Alijanpour, A., Eshaghi Rad, J. and Banj Shafiei, A. 2009a. Comparison of woody plants diversity in protected and non-protected areas of Arasbaran forests. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17(1): 126-133.
- Alijanpour, A., Eshaghi Rad, J. and Banj Shafiei, A. 2009b. Investigation and comparison of two protected and non-protected forest stands regeneration diversity in Arasbaran. Iranian Journal of Forest, 1(3): 209-217.
- Alijanpour, A., Fatollahi, A., Eshaghi Rad, J. and Mohamed, A.R. 2017. Effect of aspect and soil on quantitative and qualitative characteristic of hornbeam (*Carpinus betulus* L.) in Arasbaran forest (case study: Ilginehchay and Kaleibarchay Watersheds). Journal of Plant research, 30(4): 887-898.
- Amirghasemi, F., Sagheb Talebi, KH. and Dargahi, D. 2001. The study of natural regeneration structure in Arasbaran forest (Sotanchi region). Iranian journal of forest and poplar research, 6: 1-61.
- Curtis, R.P. and Marshall, D.D. 2000. Why quadratic mean diameter?. Western Journal of Applied Forestry, 15: 137-139.
- Ebady, A. and Omidvar, A. 2011. Relationship between some ecological factors and distribution of yew tree (*Taxus baccata* L.) in Arasbaran forests (Case study: Ilganechay and Horand regions). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(3): 327-339.
- Ebrahimi Gajoti, T. 1995. Phytosociology and cartography of Arasbaran forests. Master's thesis. Tabriz University.
- Eguiguren, P., Fischer, R. and Günter, S. 2019. Degradation of Ecosystem Services and Deforestation in Landscapes With and Without Incentive-Based Forest Conservation in the Ecuadorian Amazon. Forests, 10, 442. doi: 10.3390/

طبق نتایج PCA مشخص شد که مؤثرترین متغیرها در طبقه‌بندی گروه‌ها مربوط به سطح مقطع در هکتار با ضریب تأثیر ۰/۸۶۹ و تراکم در هکتار با ضریب تأثیر ۰/۹۰۲ بوده است اما بین این دو متغیر همبستگی معنی‌داری وجود نداشت، در نتیجه اگرچه میانگین سطح مقطع در هکتار در گروه اول با اختلاف زیادی از گروه‌های دیگر بیشتر است و گروه پنجم نیز با اختلاف زیادی از بقیه کمتر است و سه گروه دوم، سوم و چهارم با روند کاهشی تقریباً سطح مقطع‌های یکسانی دارند اما از نظر تراکم درختی گروه چهارم با داشتن بیشترین پایه‌های شاخه‌زاد، بیشترین تراکم را دارد و گروه سوم با داشتن پایه‌های جوان و زادآوری زیاد نیز در رتبه دوم قرار دارد که این نتایج با نتایج تحقیق Alijanpour و همکاران (۲۰۰۴) مبنی بر بیشتر بودن سطح مقطع در مناطق حفاظتی نسبت به مناطق غیرحفاظتی مطابقت دارد اما تراکم نیز در مناطق حفاظتی بیشتر بوده که با نتایج این تحقیق منطبق نیست.

نتیجه نهایی تحقیق نشان داد با استفاده از متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق می‌توان با صحت ۸۹/۱ درصد، ۵ طبقه حاصل از تخریب ناشی از عوامل انسانی را پیش‌بینی کرد که با توجه به شرایط هر منطقه می‌توان تصمیمی متناسب با درجه تخریب توده جنگلی (حفاظتی، عملیات پرورشی، بهداشتی، احیاء و جنگل‌کاری و ...) اتخاذ کرد و برای بهبود آن برنامه‌ریزی درستی در نظر گرفت. از این رو با توجه به شرایط فعلی جنگل‌های ارسباران می‌توان به این نکته اشاره کرد که مدیریت حفاظتی، نظارت و پایش بیشتر جنگل‌ها می‌تواند رویشگاه‌هایی را که هنوز فرصت بهبود و احیاء دارند با عملیات‌های پرورشی یا دخالت‌های بهداشتی به سمت مراحل تحول طبیعی سوق داد. بر اساس نتایج، گروه اول در حال پیشروی به سمت جوامع کلیماکس می‌باشد و گروه دوم را تنها با مدیریت حفاظتی می‌توان به سمت گروه اول سوق داد. در ضمن می‌توان توده‌هایی مانند گروه سوم را با ایجاد شرایط بهتر، حفاظت بیشتر و دخالت‌های پرورشی مانند تنک کردن و فضا دادن به پایه‌های جوان به سمت توده‌های دانه‌زاد سوق داد. اما در توده‌هایی مانند گروه چهارم که در

- characteristics of Iranian forest tree species (*Acer monspessulanum*, *Acer hyrcanum* and *Prunus avium*) in East Azerbaijan. 2014. Research Institute of Forests and Rangelands. <https://www.civilica.com/R/7862>.
- Rezaei Banafsheh, M., Rostamzadeh, H. and Feyzzadeh, B. 2008. The study and evaluation of the trend of forest surface changes using the remote sensing and GIS: a case study of Arasbaran forests (1987-2005). *Geographical research quarterly*, 39(62): 143-159.
- Safari, M., Sefidi, K., Alijanpour, A. and Elahian, M. 2018. Study of Natural Regeneration in *Quercus macranthera* Stands in Different Physiographic Conditions in Arasbaran Forests. *Ecology of Iranian Forests*, 6(12): 1-8.
- Sasanifar, S., Alijanpour, A., Banj Shafiei, A. and Eshaghi Rad, J. 2017. Study of regeneration of woody species and canopy crown of trees in Arasbaran forests. The first national conference on the protection and preservation of Arasbaran forests, Sept 5-6 Tabriz, Iran., pp. 1-11.
- Saura, S. and Carballal, P. 2004. Discrimination of native and exotic forest patterns through shape irregularity indices: an analysis in the landscapes of Galicia, Spain. *Landscape Ecology*, 19: 647-662.
- Scharnweber, T., Rietschel, M. and Manthey, M. 2007. Degradation stages of the Hyrcanian forests in southern Azerbaijan. *Archiv für Naturschutz und Landschafts forschung*, Germany, 133-156.
- Ugarković, D., Španjol, Ž., Tikvić, I., Kapučija, D. and Plišo Vusić, I. 2019. Microclimate differences in the degradation stages of Holm oak (*Quercus ilex* L.) forests. *Šumarski list*, 9(10): 391-402.
- Valizade Kamran, KH., Farokhkhan Toroghi, A. and Hatami Nejad, H. 2013. Assessment of Vegetation Cover and Soil Status Changes in Arasbaran Protected Areas. The 3rd international conference on environmental planning & management, Nov 26, Tehran, Iran, pp. 1-11.
- Vásquez-Grandón, A., Donoso, P.J. and Gerding, V. 2018. Forest Degradation: When Is a Forest Degraded?. *Forests*, 9, 726. doi:10.3390/f9110726.13 p.
- f10050442. 26 p.
- Eshaghi Rad, J., Manthey, M. and Mataji, A. 2009. Comparison of plant species diversity with different plant communities in deciduous forests. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 6 (3):389-394.
- Ghanbari, S., Moradi, Gh. and Nasiri, V. 2018. Quantitative characteristics and structure of tree species in two different conservation situations in Arasbaran Forests. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 26 (3):357-367.
- Ghanbari Sharafeh, A. 2005. The investigation of the ecologic sequence of *Taxus baccata* L. masses in the Arasbaran forests, Master's thesis, the University of Tehran.
- Habibi Kaseb, H. 1992. Fundamentals of forest soil science. University of Tehran Press. Tehran. 424p.
- Javanshir, K. 1976. Atlas of Iran woody plants – published by society of natural resources and human environment conservation.
- Mahmoudi, B., Bazgir, A., Fegghi, J. and Jafari, F. 2016. Prioritize the Degree of Degradation Forms in Forest Sites of Iran. *Journal of forest and wood product*, 68(4): 919-930.
- Mohammadzadeh, A., Basiry, R., Torahi, A.A., Dadashian, R. and Elahian, M. 2014. Evaluation of biodiversity of plant species in Arasbaran area using non parametric measures with respect to topographic factor of slope: a case study of aquiferous land of Ilgina and Kaleibar Rivers. *Journal of plant research*, 27(4): 728-741.
- Moradi Dirmandrik, Sh., Ramezani Kakroudi, E., Alijanpour, A. and Banj Shafiei, A. 2015. Quantitative and qualitative characteristics of Arasbaran Forest Protected Area in slope gradient classes. *Forest Research and Development*, 1(1): 1-15.
- Pourbabaie, H., Manafi, H. and Abedi, T. 2010. Investigation of woody species biodiversity in white georgian oak tree (*Quercus petraea* subsp. *iberica*) sites (case study: Choobe daragh and Darana, Arasbaran). *Iranian Journal of Forest*, 2(3): 197- 207.
- Research report, Investigation of ecological

Classification of forest degradation based on quantitative characteristics in Arasbaran forests (Kaleibarchay and Ilginechay whatersheds)

R. Ostadhashemi^{1*}, R. Akhavan², A. Abbaslou³, Gh. Safapour³ and M. Pourkhaki³

1* - Corresponding author, Forests and Rangelands Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of East Azerbaijan, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran

E-mail: ra.oh.fo@gmail.com

2- Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

3- Forests and Rangelands Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran

Received: 06.09.2020

Accepted: 20.02.2021

Abstract

Arasbaran forests are one of the richest forest habitats in Iran, which their appearance, species composition, and structure have drastically changed because of human activities in the past few centuries. The present study aimed to investigate the different structures of forest stands resulted from degradation and disturbance. The research data were collected from 148 established round sample plots of three ares in Kaleibarchay and Ilgenachay zones. Different defined groups were generated based on the basal area (m^2/ha), density (trees/ha), highest tree, crown cover percentage, and the number of seedlings and coppice sprouts using hierarchical cluster analysis. A number of the cluster was assessed based on K- Means analysis. The PCA was then used to detect the most effective variables. The results of PCA showed that the first and second components explain 73.7% of the changes and basal area per ha and density per ha were the most effective factors for classification. Finally, the results revealed that 89.1% of grouped cases are correctly classified. Thus, the area was divided into 5 classes, according to the degrees of degradation which the first group with the best condition includes the succeeding stands towards climax communities, and the fifth group includes degraded forests. Based on these results, a decision can be made according to the degradation stages and proper planning can be achieved for its improvement.

Key words: Forest stand, degradation, cluster analyze, PCA, climax.