

تأثیر تغییرات ساختار جنگل، بر جایگشت و تنوع گونه‌ای گل‌سنگ‌های پوست‌زی (مطالعه موردی: جنگل خیرود نوشهر)

مجید اسحق‌نیموری^{۱*} و اسداله متاجی^۲

*۱- نویسنده مسئول، استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس.

پست الکترونیک: M_navand@yahoo.com

۲- دانشیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۱/۹/۲۵

چکیده

اگرچه مطالعات به نسبت گسترده‌ای در خصوص ساختار و مراحل تحولی جنگل در کشور صورت پذیرفته، اما در ارتباط با تغییرات ساختار و چگونگی جایگشت عناصر گل‌سنگی در مراحل تحولی تاکنون مطالعه‌ای انجام نشده است. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی تنوع گونه‌ای و تعیین گونه‌های معرف گل‌سنگ در مراحل مختلف تحولی در جنگل‌های طبیعی شمال ایران انجام شده است. در این پژوهش، پس از تفکیک مراحل تحولی در سری گرازبن جنگل آموزشی- پژوهشی خیرودکنار نوشهر، اقدام به نمونه‌برداری (نوع و درصد) عناصر گل‌سنگی از تمامی پایه‌های درختی با قطر بیش از ۴۰ سانتی‌متر در هر مرحله تحولی با استفاده از قاب‌های ۶۰×۶۰ سانتی‌متری شده است. سپس با استفاده از شاخص‌های متفاوت غنا، یکنواختی، تنوع و غالبیت، مقادیر هر یک از شاخص‌ها در مراحل مختلف محاسبه و با استفاده از آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج بدست آمده نشان داد مرحله تخریب در تمامی شاخص‌های تنوع بجز غالبیت برگر - پارکر دارای بیشترین میزان مقادیر بوده و تفاوت معنی‌داری را با سایر مراحل نشان داده است. همچنین نتیجه آنالیز تحلیل تطبیقی قوس‌گیری شده (DCA) نشان می‌دهد که طبقه‌بندی مراحل تحولی بر اساس داده‌های پوشش عناصر گل‌سنگی منجر به شکل‌گیری گروه‌هایی با قابلیت تفکیک و تمایز نسبتاً بالا می‌شود. در نهایت بر اساس تحلیل گونه‌های شاخص (IV) و با آزمون مونت کارلو مشخص گردید که از بین مجموع ۳۸ گونه شناسایی شده گل‌سنگ، هر یک از مراحل اپتیمال، صعود افزایش و تخریب به ترتیب با ۸، ۱۷ و ۱۳ گونه گل‌سنگ رابطه معنی‌داری داشته و تعلق‌پذیری خود را به هر یک از این مراحل نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: گونه‌های شاخص، مراحل تحولی، غنا، غالبیت، یکنواختی، آنالیز تحلیل تطبیقی قوس‌گیری

مقدمه

افزایش تنوع داشته و باعث استقرار گونه‌های متعدد با نیازهای مختلف اکولوژیک در این مراحل می‌شود، که در پی آن مجموعه اکوسیستم جنگل پایدارتر می‌شود. بنا بر تعاریف و جزئیات در نظر گرفته شده از ساختار جنگل، در ارتباط با تراکم پایه‌ها در هکتار، فاصله بین پایه‌ها، روشنه‌های ایجاد شده، پراکنش ارتفاعی و قطری درختان توده و یا بطور کلی ساختمان افقی و عمودی، این فرایند را می‌توان حداقل در سه مرحله صعود و افزایش، مرحله اپتیمال و مرحله تخریب تفسیر نمود (Korpel, 1995).

جایگشت و تسلسل توده‌های درختی در روند تحول و تکامل اکوسیستم جنگلی که همانند موزائیک‌های زیستی با شرایط متفاوت اکولوژیک در کنار هم اتفاق می‌افتند را می‌توان از مهمترین نشانه‌های ایجاد اختلاف و تغییرات در شرایط محیطی و روند جابجایی پوشش گیاهی در یک رویشگاه طبیعی جنگل در نظر گرفت. (Beaude et al. 2007) بیان می‌دارند که تفاوت‌های موجود در بین این مراحل تحولی، ارتباط تنگاتنگی را با

جنگلی می‌باشد. همچنین (Johansson 2008) در مطالعه- ای اثر آشفتگی‌ها در جنگل‌های بوره‌آل را بر گل‌سنگ‌های اپی‌فیت مورد بررسی قرار داد، و به این نتیجه رسیده است که در تراکم بالای پایه‌های درختی با تاج پوشش بسته، گونه‌های پوسته‌ای گل‌سنگ‌ها افزایش یافته و در تاج- پوشش بازتر گونه‌های برگی مانند جنس *Xanthoria* (Fr.) Th. Fr. به لحاظ حضور در جنگل مقدار بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند و با افزایش اختلال در ساختار جنگل موجبات کاهش تنوع گل‌سنگی فراهم می‌شود. همچنین در ادامه بیان می‌دارد که لکه‌های متفاوت ایجاد شده بر اثر تغییرات ساختار جنگل میزان گونه‌های متفاوتی از عناصر گل‌سنگی بوده و به همین دلیل تنوع گونه‌ای در میکروکلیمای ایجاد شده نیز با هم دارای اختلاف می‌باشد. بنابراین تنوع گونه‌ای و حضور برخی از گونه‌های گل‌سنگ بیانگر شرایط محیطی، ساختار جنگل و نهایتاً روند تحولی جنگل خواهد بود (Perhans *et al.*, 2009). بدین منظور این مطالعه سعی بر آن دارد که با بررسی فروانی و تراکم عناصر خرد اما حساس رویشگاه جنگلی همانند گل‌سنگ‌ها ارتباط بین ساختار جنگل و حضور این گونه‌ها را تعریف نموده و برای آگاهی از وضعیت پایداری توده‌ها از گل‌سنگ‌های معرف، به‌عنوان گونه‌های شاخص رویشگاه استفاده نماید. بنابراین نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند زمینه مطالعات و دامنه بررسی‌ها را از محدوده گونه‌های چوبی و علفی فراتر قرار داده و بر پایه عناصر معرف اکوسیستم‌ها که می‌توانند حداکثر تغییرات اکولوژیک را در یک دامنه محدود از خود بروز دهند، معرفی نماید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور انجام این تحقیق، بخش گرازبن جنگل خیرودکنار نوشهر که شاخصی مناسب از جنگل‌های خزری است انتخاب گردید. این بخش دارای وسعتی معادل ۱۰۲۲ هکتار بوده و شامل ۲۷ پارسل و دارای چهار نوع تیپ خاک قهوه‌ای آهکی، قهوه‌ای کلسیک، قهوه‌ای جنگلی و قهوه‌ای شسته شده) می‌باشد. همچنین تیپ‌های

به‌طوری‌که هریک از این مراحل دارای ساختاری مختص به خود بوده و نمایی متفاوت از پراکنش و چیدمان درختان را در عرصه جنگلی به نمایش خواهند گذاشت، که به تبع آن شدت حضور عوامل اکولوژیکی مانند نور و رطوبت نیز در مراحل تفکیک شده تغییر پیدا می‌کند (Dorren *et al.*, 2004). در همین ارتباط Emborg *et al.* (1999) بیان می‌دارند که در مراحل تحولی به دلیل اختلاف در تعداد پایه‌ها و تراکم روشن‌ها، شدت نور دریافتی متغیر است. بنابراین با افزایش و یا کاهش مقدار انرژی دریافتی، مقدار رطوبت نیز تغییر می‌نماید، که این امر در آشیان‌گزینی موجودات زنده (مانند گل‌سنگ‌ها) تأثیر بسزایی دارد (Krebs, 1999). از طرفی حضور و استقرار گونه‌های مختلف گیاهی در مراحل مختلف علاوه بر شرایط محیطی به مدت زمان جایگشت و جابجایی یک مرحله به مرحله دیگر نیز وابسته بوده (Zhang *et al.*, 2007)، و در حقیقت تعیین کننده نوع گونه‌ها (گاها اجتماع) و تنوعی است که می‌تواند در طول جابجایی مراحل، در یک رویشگاه مستقر شود. از مهمترین اجزاء اکوسیستم‌های جنگلی که در شرایط گوناگون ساختاری با واکنش‌های درخور توجه مشاهده می‌شوند، می‌توان به گل‌سنگ‌ها اشاره نمود. گونه‌های گل‌سنگ تحت تأثیر تغییرات شدت نور و میزان رطوبت توده‌های جنگلی ممکن است که با یکدیگر جابجا و یا از توده مورد نظر حذف شوند (Hauck, 2005). در هر صورت گونه‌های باقی‌مانده و یا گونه‌های تازه استقرار یافته شاخصی از شرایط محیطی موجود و ساختار حاکم را ارائه می‌دهند (Moning *et al.*, 2009). وجود گونه‌های حذف شده از اکوسیستم نیز بر از بین رفتن شرایط اکولوژیکی مناسب جنگلی دلالت می‌کنند (Cezanne *et al.*, 2008). در همین راستا Scheidegger *et al.* (1998)، Purvis (2008) و Nascimbene *et al.* (2010) بیان می‌دارند که گونه‌های برگی گل‌سنگ همانند *Lobaria pulmonaria* Hoffm. (L.) یک شاخص مناسب از جنگلی مرطوب، با ساختاری کهنسال و قدیمی بوده و پراکنش مناسب این گونه‌ها نشان از تنوع گونه‌ای مطلوب و پایداری حاکم بر اکوسیستم

جنگلی موجود عبارتند از: بلوط - ممرزستان، راش - ممرزستان، راشستان خالص و راشستان آمیخته (Mataji & Namiranian, 2002). از آنجایی که در این مطالعه بررسی تنوع گونه‌ای گل‌سنگ‌های پوست‌نشین در سیمای یک توده طبیعی بر اساس وضعیت پراکنش درختان در طبقات قطری و ارتفاعی مد نظر بوده است، برداشت‌ها باید در نقاطی صورت می‌گرفت که به لحاظ ساختار عمودی و افقی دارای شرایط یک توده ناهمسال طبیعی می‌بودند. بر این اساس پس از جنگل‌گردشی، سه قطعه نمونه یک هکتاری در پارسل ۳۲۷ انتخاب شدند. قابل ذکر است بر طبق بررسی‌های انجام شده (Eslami & Akhavan et al., Sagheb-Talebi, 2008؛ Parhizkar et al., Amanzadeh et al., 2011؛ 2010) سطح یک هکتاری برای مطالعه ساختار و پویایی جنگل‌های معتدله شمال ایران مناسب است. انتخاب قطعات بر اساس تعاریف سه‌گانه مراحل تحولی کورپل (Korpel, 1995)، و همچنین پژوهش‌های قبلی (Mataji & Namiranian, 2002؛ Hassani & Amani, 2010؛ 2008) در ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ متر در مراحل تحولی مختلف شامل مرحله اولیه (صعود و افزایش) (Initial Stage)، مرحله اوج (Optimal Stage) و مرحله تخریب (Decay Stage) انجام شد؛ بنابراین در این منطقه موزائیک‌های تحولی مشخص و بعد در پلی‌گن‌های مربوط به مراحل مختلف بررسی تنوع گونه‌ای گل‌سنگ‌ها انجام گردید. برای تجزیه تحلیل داده‌ها در این بخش از نرم‌افزارهای Excel و SPSS استفاده گردید.

نمونه‌برداری گل‌سنگ در مراحل مختلف و تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از تعیین محدوده قطعات در داخل جنگل، به نمونه‌برداری از گل‌سنگ‌های مستقر بر روی درختان اقدام شد، بدین ترتیب که با استفاده از قاب‌های ۶۰×۴۰ سانتی‌متری که مناسب برای چنین نمونه‌برداری در جنگل‌های معتدله است (Asta et al., 2002; Odor et al., 2006) درصود و گونه گل‌سنگ‌های پوست‌زی ثبت شد، هر قاب در چهار جهت (شمال، غرب، شرق و جنوب) یک پایه درختی و در ارتفاع برابر سینه قرار می‌گرفت [به‌منظور کاهش اثر نامطلوب فرم تنه و گورچه‌ها در نزدیکی سطح زمین و همچنین تغییرات غنای گونه‌ای قاعده درخت. بنابراین در هر مرحله تحولی تمامی پایه‌های درختی که دارای قطری بالای ۴۰ سانتی‌متر بودند، مورد بررسی قرار گرفتند. بدین ترتیب، در مجموع از ۹۰ پایه درختی در سه مرحله با ۳۶۰ کوادرات نمونه‌برداری صورت گرفت (لازم به ذکر است که در این روش هر پایه درختی یک پلات محسوب می‌گردد). نمونه‌های گل‌سنگی پس از جمع‌آوری در پاکت‌های ویژه حمل گل‌سنگ نگهداری شده تا برای انجام عملیات شناسایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. نمونه‌های گل‌سنگ توسط منابع معتبر گل‌سنگ‌شناسی (Mayrhofer, 1987؛ Egea & Purvis et al., 1992؛ Golubkova, 1988؛ Tretiach, Wirth, 1999؛ Etayo, 1993؛ Torrente, 1993؛ Zedda, 2000؛ Boqueras, 2000؛ & Hafellner, 1998؛ Kelly, Yahr & Ellis, 2010؛ Temina et al., 2005) و همچنین با استفاده مطالعات آزمایشگاهی، کلید-های شناسایی موجود و مطالعه نمونه‌های هرباریومی (مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور) مورد شناسایی قرار گرفتند (نمونه‌های که به لحاظ شناسایی مشکل و یا تا حد گونه قابل تفکیک نبودند، برای شناسایی دقیق به موسسه گل‌سنگ‌شناسی بریتانیا انتقال یافتند). پس از شناسایی دقیق نمونه‌ها، اسامی علمی جایگزین کدهای داده شده در طبیعت گردید. پس از مرتب‌سازی داده‌های اندازه‌گیری شده، ماتریس‌های مربوطه تشکیل شده و با استفاده از شاخص‌های گوناگون تنوع زیستی که هرکدام از آنها حساسیت‌های ویژه‌ای به رفتارهای فراوانی و توزیع گونه‌ها دارند، تنوع، یکنواختی، غالبیت و غنای گونه‌ای گل‌سنگ‌ها به تفکیک مراحل تحولی محاسبه گردید؛ آنگاه مقایسه میانگین‌های مربوطه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. در ابتدا همگنی واریانس داده‌ها به کمک آزمون لون (Leven Test) و نرمال بودن با

ممرزستان، راشستان خالص و راشستان آمیخته (Mataji & Namiranian, 2002). از آنجایی که در این مطالعه بررسی تنوع گونه‌ای گل‌سنگ‌های پوست‌نشین در سیمای یک توده طبیعی بر اساس وضعیت پراکنش درختان در طبقات قطری و ارتفاعی مد نظر بوده است، برداشت‌ها باید در نقاطی صورت می‌گرفت که به لحاظ ساختار عمودی و افقی دارای شرایط یک توده ناهمسال طبیعی می‌بودند. بر این اساس پس از جنگل‌گردشی، سه قطعه نمونه یک هکتاری در پارسل ۳۲۷ انتخاب شدند. قابل ذکر است بر طبق بررسی‌های انجام شده (Eslami & Akhavan et al., Sagheb-Talebi, 2008؛ Parhizkar et al., Amanzadeh et al., 2011؛ 2010) سطح یک هکتاری برای مطالعه ساختار و پویایی جنگل‌های معتدله شمال ایران مناسب است. انتخاب قطعات بر اساس تعاریف سه‌گانه مراحل تحولی کورپل (Korpel, 1995)، و همچنین پژوهش‌های قبلی (Mataji & Namiranian, 2002؛ Hassani & Amani, 2010؛ 2008) در ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ متر در مراحل تحولی مختلف شامل مرحله اولیه (صعود و افزایش) (Initial Stage)، مرحله اوج (Optimal Stage) و مرحله تخریب (Decay Stage) انجام شد؛ بنابراین در این منطقه موزائیک‌های تحولی مشخص و بعد در پلی‌گن‌های مربوط به مراحل مختلف بررسی تنوع گونه‌ای گل‌سنگ‌ها انجام گردید. برای تجزیه تحلیل داده‌ها در این بخش از نرم‌افزارهای Excel و SPSS استفاده گردید.

نمونه‌برداری گل‌سنگ در مراحل مختلف و تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از تعیین محدوده قطعات در داخل جنگل، به نمونه‌برداری از گل‌سنگ‌های مستقر بر روی درختان اقدام شد، بدین ترتیب که با استفاده از قاب‌های ۶۰×۴۰ سانتی‌متری که مناسب برای چنین نمونه‌برداری در جنگل‌های معتدله است (Asta et al., 2002; Odor et al., 2006) در

فلورستیک عناصر گل‌سنگی و دستیابی به عامل تعیین کننده در تفکیک گروه‌های احتمالی از تجزیه و تحلیل رسته‌بندی به روش DCA استفاده گردید. همچنین از روش MRPP یا روش جایگشت چند جوابی نیز، که یک روش ناپارامتری است، برای تأیید تفاوت یا عدم تفاوت ترکیب افراد (گونه‌ها، متغیرها) بین دو یا چند گروه استفاده شد.

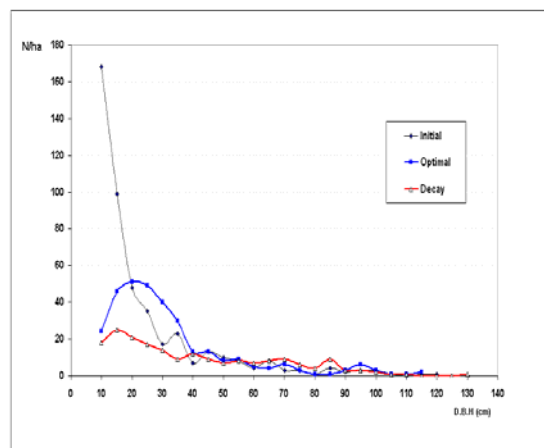
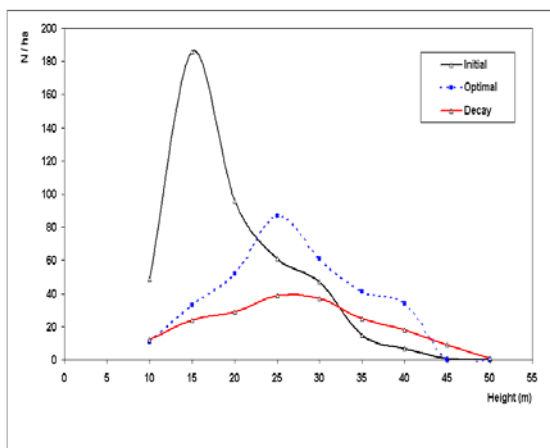
نتایج

برای ترسیم ساختمان افقی (شکل ۱) و عمودی (شکل ۲) ساختار جنگل، و نهایتاً تفسیر مراحل تحولی منطقه بر اساس آن، در مجموع ۸۹۳ پایه درختی، که دارای قطر بالای ۷.۵ سانتی‌متری بودند، مورد برداشت مشخصه‌های قطر و ارتفاع قرار گرفتند. پراکنش طبقات قطری و ارتفاعی برای مراحل مختلف (شکل ۲ و ۱) نشان داد که تراکم پایه‌های کم قطر (طبقه ۱۰ سانتی‌متری) در مرحله اولیه دارای بیشترین فراوانی بوده و با افزایش طبقات قطری از یک حالت نزولی پیروی می‌کند. مرحله اپتیمال بیشترین فراوانی پایه در طبقات قطری ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متری مشاهده شده و به علت پراکنش ارتفاعی همین مرحله نشان از یک منحنی نسبتاً نرمال و گوسی شکل دارد که در واقع تأییدی بر قطعه تفکیک شده در مرحله اپتیمال می‌باشد. با افزایش سن پایه‌های درختی از تعداد در هکتار پایه‌های درختی کاسته شده و دامنه وسیع‌تری از طبقات قطری در توده‌های جنگلی مشاهده می‌شوند. البته به علت تک پایه‌های موجود که به سن دیرزیستی رسیده و به حالت خشک‌دار و یا افتاده در جنگل نمایان می‌شوند، ممکن است که تجدید حیات در طول مرحله تخریب پدید آید، بنابراین پایه‌های کم قطری که در طول منحنی تخریب قابل مشاهده می‌باشند حاصل چنین تحولاتی در مرحله تخریب می‌باشند. البته پراکنش قطری از طبقات پایین شروع شده و تا قطورترین پایه‌های ممکن در ساختار جنگل ادامه پیدا می‌کند. به علت رشد و نمو برخی از پایه‌ها قوی‌تر که تا آخرین سال دیرزیستی ادامه می‌یابد درختان با ارتفاع‌های بیش ۵۰ متر نیز در این

استفاده از آزمون کولموگروف - اسمیرانف (Kolmogrov-Smiranov) در محیط نرم‌افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفت، در صورت عدم صدق نرمالیتی و همگنی واریانس، با استفاده از روش‌های متعارف نسبت به تبدیل داده‌ها اقدام شد. البته در استفاده از شاخص‌های عددی ممکن است هر کدام از شاخص‌ها یکی از جوامع مورد مطالعه را متنوع‌تر به حساب آورده و مشکلاتی در تفسیرهای بوم‌شناختی ایجاد کنند. ترسیم ارتباط تعداد افراد و تعداد گونه که در منحنی‌های رتبه - وفور (همانند K-dominance) و رتبه - فراوانی تنوع نمایان می‌شوند، راه حلی برای جلوگیری از مشکلات استفاده از شاخص‌های عددی تنوع است. از آنجایی که واحدهای مطالعاتی به صورت توده‌های جنگلی مجزا و مشخصی بوده، و هر مرحله نیز مشخصات مورفولوژیک و اکولوژیک خاص خود را در رابطه با تغییرات شرایط محیطی و استقرار طبیعی دارد، محاسبه ارزش شاخص (Indicator value) گونه‌ها برای تشخیص گونه‌های شاخص هر مرحله تحولی با استفاده از روش مقادیر ارزش شاخص (IV) یا روش Dufrene و Legender انجام شد (McCune & Mefford, 1999). پس از آن برای ارزیابی معنی‌دار بودن مقادیر ارزش شاخص‌ها از آزمون مونت کارلو (Monte Carlo) استفاده گردید (McCune and Mefford, 1999). در این رابطه گونه‌هایی که دارای بیشترین ارزش شاخص در یک گروه بودند (با تفاوت معنی‌داری آماری) به‌عنوان گونه شاخص آن گروه یا اجتماع گیاهی معرفی گردیدند. همچنین برای دستیابی به گرادیان‌های معقول محیطی در رابطه با ویژگی‌های رویشی، تحلیل گرادیان یا رسته‌بندی مورد استفاده قرار گرفت، زیرا گیاهان و عناصر مربوط به اکوسیستم گیاهی مهمترین فاکتور پیوسته در بیان این تغییرات هستند (Krebs, 1999)، و به طور مستقیم در رابطه با کنش‌های محیطی قرار گرفته و می‌توانند به بهترین شکل ویژگی‌های محیطی که در آن رشد می‌کنند را به تصویر بکشند (Esmailzadeh et al., 2010). در همین رابطه به منظور بررسی این ویژگی‌ها و نحوه تغییرات توزیع ترکیب

پایه‌ها بوده و در مراحل صعود و افزایش منحنی دارای چولگی چپ بوده و در جهت حرکت به سمت مرحله تخریب چولگی منحنی دچار تغییر می‌شود.

مرحله حضور می‌یابند (شکل ۲). همچنین در الگوی پراکنش تعداد در طبقات ارتفاعی ملاحظه می‌شود که دامنه طبقات قطری دچار تغییرات چندانی نشده ولی ضریب پخی منحنی افزایش یافته که نشانگر کاهش تعداد



شکل ۱- پراکنش قطری پایه‌های درختی به تفکیک مراحل تحولی شکل ۲- پراکنش ارتفاعی پایه‌های درختی به تفکیک مراحل تحولی

و افزایش بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده، در سایر شاخص‌ها مرحله تخریب دارای بالاترین مقدار عددی بوده و همچنین به لحاظ اختلاف آماری دارای تفاوت معنی‌داری با سایر مراحل می‌باشد (جدول ۲).

نتایج مقادیر عددی شاخص‌های غنا، یکنواختی، تنوع و غالبیت در مراحل مورد بررسی بر اساس داده‌های مربوط به پوشش گونه‌های مختلف گل‌سنگ در جدول ۱ ارائه شده است، شاخص‌های محاسبه شده تنوع نشان داد که بجز شاخص غالبیت برگر - پارکر که در مرحله صعود

جدول ۱- مقادیر شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غالبیت در مراحل مختلف تحولی

مراحل تحولی			شاخص	نوع تحلیل
<i>Initial Stage</i>	<i>Decay Stage</i>	<i>Optimal Stage</i>		
صعود افزایش	تخریب	اپتیمال		
۲/۴۶۵۸	۳/۹۲۳۵	۳/۶۶۳۲	Margalef	غنا گونه‌ای
۰/۲۴۹۸	۰/۴۶۵۹	۰/۳۰۶۹	Menhinick	
۰/۹۰۹۸	۰/۹۷۰۴	۰/۹۴۶۲	McIntosh	یکنواختی
۰/۹۰۱۱	۰/۸۴۲۶	۰/۸۶۶۱	Evenness	
۱۳/۴۶۳۲	۲۹/۶۳۷۱	۱۹/۸۳۴۵	N ₁ Hill	
۲/۵۸۴۱	۳/۰۵۴۱	۲/۹۶۹۱	Shannon	تنوع گونه‌ای
۰/۷۵۱۲	۰/۹۰۱۲	۰/۵۱۱۳	Simpson	
۰/۳۴۰۸	۰/۲۳۶۴	۰/۲۷۸۱	Berger-Parker	غالبیت

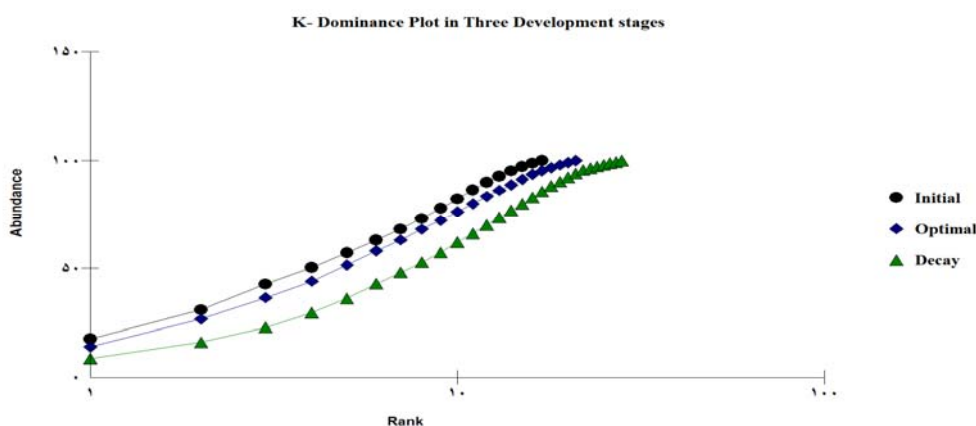
جدول ۲- تحلیل واریانس شاخص‌های تنوع زیستی در مراحل مختلف تحولی

معنی‌داری	F	Initial Stage صعود افزایش	Decay Stage تخریب	Optimal Stage اپتیمال	مشخصه
P<0/01	۴۶/۳۲۱	۶/۱۳ ± ۰/۳۲۱۴ ^c	۱۱/۲۳ ± ۰/۳۶۵۲ ^a	۸/۳۵ ± ۰/۵۲۱۳ ^b	تعداد گونه
P<0/05	۱۶/۵۲۱	۱۱۴/۹۲ ± ۱۴/۳۰۷۱ ^c	۲۳۱/۰۶ ± ۸/۳۵۰۷ ^a	۱۵۹/۶۰ ± ۴/۲۰۱ ^b	تعداد افراد
P<0/05	۱۵/۴۵۱	۰/۳۴۰۹ ± ۰/۰۶۴۲ ^a	۰/۲۳۶۵ ± ۰/۰۷۳۴۳ ^c	۰/۲۷۸۲ ± ۰/۰۶۳۱ ^b	غالبیت برگر- پارکر
P<0/05	۳۹/۷۱	۱/۲۰۱ ± ۰/۰۱۴۲۱ ^c	۱/۷۵۴۱ ± ۰/۰۵۳۲۳ ^a	۱/۵۴۰۲ ± ۰/۰۶۵۲۴ ^b	غنا‌ی گونه‌های مارگالف
P<0/05	۱۶/۲۲۵	۰/۴۹۹۸ ± ۰/۰۱۱۷ ^c	۰/۸۳۶۲ ± ۰/۰۲۱۳۰ ^a	۰/۶۲۰۱ ± ۰/۰۳۲۴ ^b	غنا‌ی مهنیک
P<0/05	۹/۴۳۲	۰/۹۰۱۱ ± ۰/۰۸۳ ^a	۰/۸۴۲۵ ± ۰/۰۰۴۶ ^b	۰/۸۶۶۲ ± ۰/۳۵۱۲ ^{ab}	Evenness همگنی
P<0/05	۳۷/۶۲۱	۱/۵۳۲ ± ۰/۰۳۵۲۸ ^c	۲/۵۲۰۸ ± ۰/۰۳۳۱۴ ^a	۱/۹۲۵ ± ۰/۰۶۳۱ ^b	تنوع گونه‌های شانون-وینر
P<0/05	۲۰/۴۹۲	۰/۷۷۲۵ ± ۰/۰۲۳۱۰ ^c	۰/۸۷۳۵ ± ۰/۰۱۰۸ ^a	۰/۸۱۳۰ ± ۰/۰۰۶۷ ^b	تنوع گونه‌ای سیمپسون

بیشترین میزان تنوع گونه‌ای عناصر گل‌سنگی می‌باشد؛ سپس منحنی مربوط به مرحله اپتیمال قرار گرفته که در چند نقطه به شکل جزئی با منحنی صعود افزایش برخورد داشته، که حکایت از نزدیکی تنوع این دو مرحله به یکدیگر دارد.

تحلیل منحنی غلبه K در تیپ‌های جنگلی

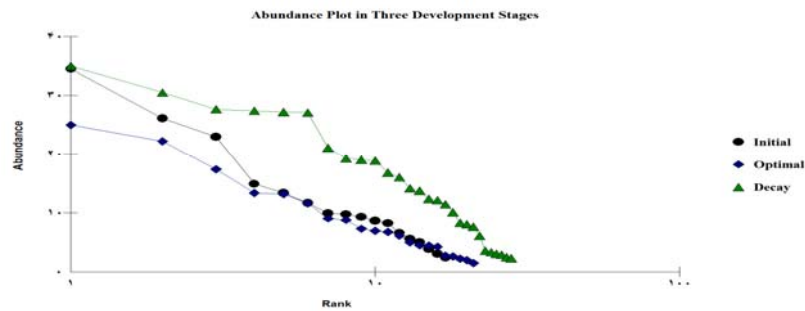
منحنی K-Dominance گونه‌های گل‌سنگ در ساختار مختلف جنگلی (شکل ۳) نشان می‌دهد که منحنی مربوط به مرحله تخریب در پایین‌ترین قسمت منحنی‌های ترسیم شده قرار گرفته و بدون هیچ تقاطع و یا همپوشانی با سایر منحنی‌ها، نسبت به مرحله صعود افزایش و اپتیمال دارای



شکل ۳- منحنی K-dominance به تفکیک مراحل تحولی

برخلاف منحنی‌های K-Dominance بالاترین و طولانی‌ترین منحنی در طول محور Xها همواره نشان‌دهنده بیشترین تنوع می‌باشند.

بررسی منحنی رتبه- فراوانی در تیپ‌های مورد بررسی منحنی رتبه- فراوانی مراحل مورد مطالعه نیز مانند منحنی رتبه - فراوانی بیان‌کننده حداکثر تنوع برای مرحله تخریب می‌باشد (شکل ۴). با این تفاوت که در این منحنی



شکل ۴- منحنی رتبه - فراوانی به تفکیک مراحل

تحلیل گونه‌های معرف

مشخص و گروه گونه‌هایی را که در شرایط مشابه محیطی قرار گرفتند، معرفی می‌کند. از میان ۳۸ گونه گلشنگی مربوط به مراحل سه‌گانه تحولی، مقادیر شاخص تعداد ۲۸ گونه معنی‌دار بوده است ($P < 0/05$). لازم به ذکر است که اسامی گونه‌های گلشنگی در این بخش براساس چک لیست گلشنگی‌های ایران مرتب و نگارش شده‌اند.

تحلیل گونه‌های معرف بر اساس ماتریس گونه - پلات و پلات - مراحل تحولی بعمل آمد (جدول ۳). این آنالیز با اختصاص دادن مقدار شاخص برای هر گونه در هر گروه یا اجتماع گیاهی، ارزش آن گونه در توصیف شرایط محیطی موجود در گروه‌های مختلف را نشان می‌دهد. با انجام این آنالیز، میزان تعلق هر گونه به مراحل مختلف جنگلی

جدول ۳- مقدار شاخص IV محاسبه شده گونه‌های گلشنگی به تفکیک مراحل تفکیک شده

نام گونه	علامت اختصاری	مرحله تحولی	مقدار شاخص	P*
<i>Alyxoria varia</i> (Pers.) Ertz & Tehler	Opeg var	صعود افزایش	۲۰.۱	۰.۰۲۴
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	Arth rad	اپتیمال	۴۴.۶	۰.۰۰۱
<i>Arthothelium spectabile</i> A. Massal.	Arth spe	صعود افزایش	۴۹.۳	۰.۰۰۱
<i>Bacidia rubella</i> (Hoffm.) A. Massal.	Baci rub	اپتیمال	۱۷.۹	۰.۰۲۸
<i>Caloplaca cerina</i> (Hedw.) Th. Fr.	Calo cer	تخریب	۷.۶	۰.۲۳۲ ^{ns}
<i>Cetrelia cetrarioides</i> (Delise) W.L.Culb. & C.F.Culb.	Cert cer	صعود افزایش	۳۱.۶	۰.۰۰۳
<i>Cetrelia olivetorum</i> (Nyl.) W.L.Culb. & C.F.Culb.	Cert oli	تخریب	۶۰.۲	۰.۰۰۱
<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	Clad con	اپتیمال	۳۸.۱	۰.۰۰۱
<i>Collema subflaccidum</i> Degel.	Coll sub	صعود افزایش	۱۹.۸	۰.۰۶۱
<i>Diplotomma alboatrum</i> (Hoffm.) Flot.	Dipl alb	تخریب	۱۰.۴	۰.۱۱۴ ^{ns}
<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale.	Flav cap	صعود افزایش	۱۷.۱	۰.۰۹۸
<i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.	Gra scr	تخریب	۲۱.۲	۰.۰۹۶
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) H.	Hype adg	اپتیمال	۳۷.۸	۰.۰۰۱
<i>Lecanora allophana</i> (Ach.) Röhl.	Leca all	صعود افزایش	۳۴.۵	۰.۰۰۱
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Malme.	Leca arg	تخریب	۴.۷	۰.۶۰۶ ^{ns}
<i>Lecanora thysanophora</i> R. C. Harris.	Leca thy	صعود افزایش	۳۰.۶	۰.۵۸۲ ^{ns}
<i>Lepraria lobificans</i> Nyl.	Lepr lob	صعود افزایش	۵۴.۲	۰.۰۰۱
<i>Lobaria pulmonaria</i> (L.) Hoffm.	Loba pul	صعود افزایش	۱۹.۳	۰.۳۳۵ ^{ns}

نام گونه	علامت اختصاری	مرحله تحولی	مقدار شاخص	P*
<i>Myelochroa aurulenta</i> (Tuck.) Elix & Hale.	Myel aur	صعود افزایش	۲۹.۴	۰.۰۲۳
<i>Opegrapha vermicellifera</i> (Kunze) J.R. Laundon.	Opeg ver	صعود افزایش	۱۳.۸	۰.۰۰۶
<i>Opegrapha vulgata</i> (Ach.) Ach.	Opeg vul	تخریب	۱۲.۸	۰.۱۶۸ ^{NS}
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor.	Parm sul	صعود افزایش	۲۰.۷	۰.۰۰۲
<i>Parmotrema perlatum</i> (Huds.) M.Choisy.	Parm per	تخریب	۳۴.۱	۰.۰۰۱
<i>Peltigera canina</i> (L.) Willd.	Pelt can	اپتیمال	۴۹.۲	۰.۰۰۱
<i>Pertusaria multipuncta</i> (Turner) Nyl.	Pert mul	اپتیمال	۴۴.۲	۰.۰۰۱
<i>Pertusaria trachythallina</i> Erichsen	Pert tra	صعود افزایش	۲۵.۷	۰.۰۰۴
<i>Phaeophyscia ciliata</i> (Hoffm.) Moberg.	Phae cil	صعود افزایش	۲۰.۷	۰.۰۰۱
<i>Porina aenea</i> (Wallr.) Zahlbr.	Pori aen	صعود افزایش	۱۹.۵	۰.۱۷۳ ^{NS}
<i>Punctelia borrii</i> (Sm.) Krog.	Punc bor	تخریب	۵۰.۹	۰.۰۰۱
<i>Pyrenula chlorospila</i> (Nyl.) Arnold.	Pyre chl	تخریب	۳۷.۶	۰.۰۰۱
<i>Pyrenula nitida</i> (Weigel) Ach.	Pyre nit	تخریب	۱۹.۸	۰.۰۰۳
<i>Pyrenula subelliptica</i> (Tuck.) R. C. Harris.	Pyre sub	اپتیمال	۴۳.۷	۰.۰۰۱
<i>Ramalina canariensis</i> J.Steiner.	Rama can	صعود افزایش	۴۲	۰.۰۰۱
<i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach.	Rama far	اپتیمال	۵۷.۱	۰.۰۰۱
<i>Ramalina pollinaria</i> (Westr.) Ach.	Rama pol	صعود افزایش	۱۴.۶	۰.۱۴۹ ^{NS}
<i>Ramalina sinensis</i> Jatta.	Rama sin	تخریب	۲۰	۰.۰۰۹
<i>Usnea articulata</i> (L.) Hoffm.	Usne art	تخریب	۲۵.۸	۰.۰۰۱
<i>Usnea hirta</i> (L.) Weber ex F. H. Wigg.	Usne hit	تخریب	۶.۴	۰.۳۹۲ ^{NS}

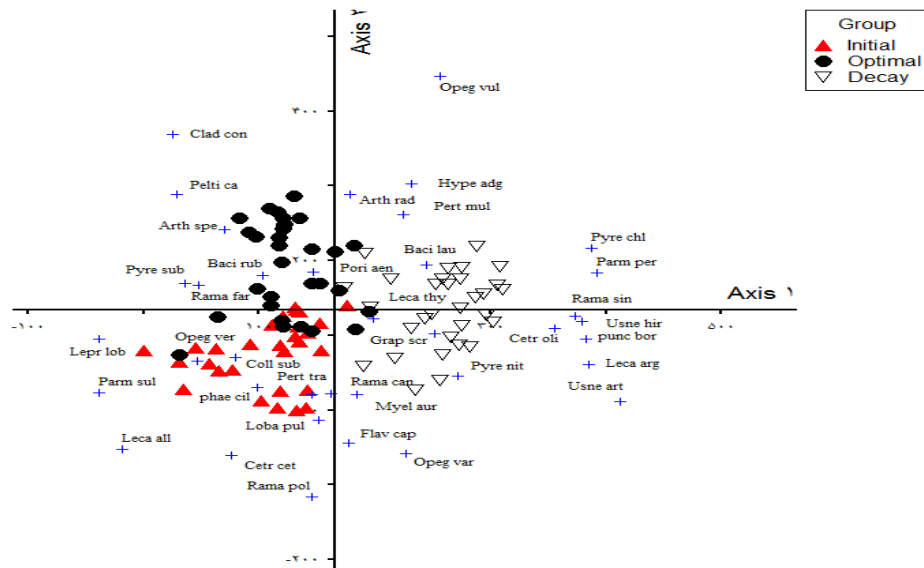
NS: عدم معنی‌داری

تجزیه و تحلیل DCA

همانطور که در نمودار رسته‌بندی قطعات نمونه حاصل از DCA (شکل ۵) ملاحظه می‌شود، بطور نسبی گردایان مشخصی از ارتباط گونه‌های گل‌سنگ با مراحل تحولی ترسیم شده است. هریک از مراحل تفکیک شده طبقه متفاوتی را در این تحلیل ارائه می‌دهند؛ البته باید به این نکته اشاره شود که در مرکز محورها، آمیختگی بین برخی از پلات‌های مراحل تحولی دیده می‌شود که ناشی از همپوشانی و محل‌گذار مراحل در مرزهای مشترک بوده که دارای خصوصیات محیطی نسبتاً یکسانی می‌باشند. در هر صورت مرحله تخریب در سمت مثبت محور اول،

مرحله اپتیمال در سمت منفی محور اول و مرحله صعود افزایش در سمت منفی محور دوم با گروه‌های گل‌سنگی مربوطه تشکیل طبقات متمایزی را که بتوان ارتباط این مراحل با گونه‌ها را تعریف نمود، ارائه می‌دهند.

نتایج حاصل از آنالیز MRPP نشان داد که بین مراحل تحولی تفکیک شده به لحاظ ترکیب گونه‌های گل‌سنگی تفاوت معنی‌داری وجود داشته و این اختلاف بین مراحل اپتیمال - تخریب بطور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از سایر مراحل می‌باشد (جدول ۴). بنابراین تفاوت کمتر بین مرحله صعود افزایش - اپتیمال نشان از همپوشانی بیشتر ترکیب گل‌سنگی این دو مرحله با هم دارد.



شکل ۵- نمایش DCA مراحل سه گانه تحولی براساس ترکیب گلشنهای میزبان

جدول ۴- نتایج MRPP برای تعیین تفاوت ترکیب گونه‌ها و فاصله بین مراحل تحولی

مراحل تحولی	آماره T	آماره A	P
صعود افزایش - اپتیمال	-۱۷.۴۸	۰.۰۷	<۰.۰۰۱
اپتیمال - تخریب	-۲۶.۱۳	۰.۱۱	<۰.۰۰۱
تخریب - صعود افزایش	-۲۳.۳۲	۰.۱۰	<۰.۰۰۱

بیشترین سن نسبت به سایر مراحل می‌باشند (شکل ۱) بالاترین مقادیر تنوع گونه‌ای را به خود اختصاص داده (جدول ۱)، این افزایش تنوع علاوه بر دلایل ذکر شده فوق با میزان pH و مواد غذایی پوست نیز ارتباط تنگاتنگی دارد، زیرا با افزایش قطر درختان، پوست دارای شکاف بیشتری شده و حالت به دام اندازی مواد معدنی و آلی در پوست افزایش یافته که به تبع از آن میزان C/N که عامل مهم در استقرار گونه‌های اپی فیت گلشنها است، کاهش می‌یابد (Hauck, 2012). همچنین در مرحله تخریب به علت وجود خشکه‌دارها و تنه‌های پوسیده برگشت عناصر به محیط جنگل زیاد بوده و تأثیر بسزایی بر حضور نیتروژن و نوسانهای آن خواهد داشت (Jomura et al., 2007 و Yan et al., 2007) که این مسئله در آشیان‌گزینی عناصر گلشنگی که وابستگی زیادی به نیتروژن محیط دارند، بسیار با اهمیت می‌باشد. بنابراین افزایش نیتروژن،

سن توده‌های جنگلی از مهمترین متغیرهای گسترش، تشریح غنا و تنوع گلشنهای پوست‌نشین می‌باشد، زیرا بطور معمول با افزایش سن درختان، قطر تنه افزایش یافته و این عامل در بستر گزینی برخی از گلشنهای پوست-نشین مانند *Flavoparmelia*, *Cetrelia olivetorum*, *Pyrenula nitida*, *Parmotrema perlatum*, *caperata* که در این تحقیق بر روی پایه‌های قطور بالای ۵۰ سانتیمتری به‌ویژه در مرحله تخریب مشاهده شده‌اند، نقش بارزی را ایفا خواهد کرد (Marmor et al., 2011). همچنین بر اساس مطالعات انجام شده، افزایش سن توده-های جنگلی یک عامل کلیدی و مؤثر در ثبات بستر (پوست) برای گلشنهای اپی فیت بوده و تعداد گونه‌های قابل شمارش در آن توده را افزایش خواهد داد (Moning et al., 2009)، بر اساس نتایج تحقیق حاضر توده تفکیک شده در مرحله تخریب که داراری قطورترین پایه‌ها با

(بر اساس آنالیز IV و DCA) که دارای کمترین مقدار شدت نور نسبی و نور مستقیم در بین دو مرحله دیگر است (Parhizkar et al., 2011) در مقابل گونه‌های *Parmotrema perlatum* *Ramalina sinensis* *Punctelia borreri* که نیاز بیشتری به نور به‌ویژه نور پخش دارند (Brodo et al., 2001) حکایت از وجود ارتباطی تنگاتنگ بین شرایط محیطی ساختار توده‌های جنگلی و استقرار گونه‌های حساس رویشگاه دارد. بر این اساس همانطور که در نمودار رسته‌بندی مشخص شده است (شکل ۵) هریک از گونه‌های گل‌سنگی بر اساس نیاز اکولوژیک‌شان به شکل گروه‌های نسبتاً شفاف با مراحل تحولی قابل تفکیک می‌باشند و تنها در مورد برخی پلات-ها یک همپوشانی به لحاظ گونه‌های گل‌سنگی مشاهده می‌شود، که ناشی از مرز گذر یک مرحله به مرحله دیگر است. بنابراین همانند یک منطقه اکوتون ویژگی‌های هر دو مرحله قابل اندازه‌گیری بوده و بر حضور برخی گونه‌ها در دو مرحله متفاوت اثرگذار است.

منابع مورد استفاده

References

- Akhavan, R. Sagheb-Talebi, KH. Hassani, M., and Parhizkar, P., 2010. Spatial patterns in untouched beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands over forest development stages in Kelardasht region of Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research 18(2): 322-336.
- Amanzadeh, B. Sagheb-Talebi, KH., Fadaei Khoshkebijari, F., Khanjani Shiraz, B. and Hemmati, A., 2011. Evaluation of different statistical distributions for estimation of diameter distribution within forest development stages in Shafaroud beech stands. Iranian Journal of Forest and Poplar Research 19(2): 254-267.
- Asta, J., Erhardt, W., Ferretti, M., Fornasier, F., Kirschbaum, U., Nimis, P.L., Purvis, O. W., Pirintzos, S., Scheidegger, C., Van Haluwyn, C. and Wirth, V., 2002. European guideline for mapping lichen diversity as an indicator of environmental stress. NATO Science Series IV, Kluwer, Dordrecht, 7(273-279).
- Beaudet, M., Brisson, J., Messier, C., Gravel, D., 2007. Effect of a major ice storm on understory light conditions in an old-growth *Acer-Fagus* forest: Pattern of recovery over seven years. Forest Ecology and Management, 242: 553-557.

یک محیط مساعد را برای استقرار گل‌سنگ‌ها در جنگل فراهم می‌کند (Van Herk et al., 2007 و Frati et al., 2008). از طرفی چنین استنباط می‌شود که در مرحله تحولی تخریب به دلیل ساختار حاکم بر توده جنگلی، افزایش ایجاد روشن‌ی و کاهش تاج‌پوشش در طول مدت استقرار این مرحله مشاهده می‌شود، که در چنین شرایطی قابلیت نفوذ بیشتر نور خورشید به داخل توده‌ها مهیا خواهد شد. بنابراین چنین حالتی باعث افزایش هر دو عامل نور مستقیم و شدت نور نسبی در مرحله تخریب می‌شود (Parhizkar et al., 2011). در نتیجه عامل اکولوژیک دیگری در این مرحله برای استقرار عناصر اپی-فیت فراهم می‌گردد. به همین دلیل گونه‌های گل‌سنگ ترجیح می‌دهند در توده‌هایی که دارای درختانی مسن با پوستی مغذی بوده و در شرایط مساعدتری به لحاظ انرژی خورشیدی قرار دارند، مستقر شوند (Pinho et al., 2012). در همین ارتباط (Himo & Sastad 2001) بیان می‌دارند که پوست درختان جوان در مقایسه با درختان مسن‌تر سطح پوشش کمتری را برای بستر گزینی گل‌سنگ‌ها به خود اختصاص داده و توده‌های مسن‌تر با تراکم مطلوب از ترکیب و توزیع مناسب‌تری برخوردارند. همچنین (Nascimbene et al., Svoboda et al., 2010)، (Price & Gustafsson et al., 2004)، (Kuusinen & Siitonen, 1998) و (Hochachka 2001) هر یک در مطالعات جداگانه‌ای به این نتیجه رسیدند که در نیمکره شمالی با افزایش سن توده‌های جنگل‌های معتدله بر تعداد و تنوع گونه‌های گل‌سنگی افزوده خواهد شد. تفاوت در ساختار که موجبات دگرگونی‌های محیطی را در توده فراهم آورده است، به همراه خود تغییرات حضور گونه‌ها را نیز در مراحل سبب می‌گردد و هر مرحله تحولی با توجه به شرایط محیطی خود میزبان گونه‌های خاصی از گل‌سنگ‌ها خواهد بود. البته حضور گونه‌هایی مانند *Pyrenula* *Ramalina farinacea* *subelliptica* و *Peltigera canina* که نیاز کمتری به نور خورشیدی دارند (Brodo et al., 2001) در مرحله اپتیمال

- Jomura, J., Kominami, Y., Dannoura, M., and Kanazawa, Y., 2007. Spatial variation in respiration from coarse woody debris in a temperate secondary broad-leaved forest in Japan. *Forest Ecology and Management*, 253: 48-57.
- Kelly, L.J., Hollingsworth, P.M., Coppins, B.J., Ellis, C.J., Harrold, P., Tosh, J. and YAHR, R., 2011. DNA barcoding of lichenized fungi demonstrates high identification success in a floristic context. *New Phytologist*, 191: 288-300.
- Korpel, S., 1995. *Die Urwälder der Westkarpaten*. Gustav-Fischer Verlag. Stuttgart, 310 p.
- Krebs CH. J., 1999. *Ecological Methodology*. Second edition, Jim Green Publisher, 620 p.
- Kuusinen, M. and Siitonen, J., 1998. Epiphytic lichen diversity in old-growth and managed *Picea abies* stands in southern Finland. *Journal of Vegetation Science*, 9: 283-292.
- Marmor, L., Tõrra, T., Saag, L. and Randlane, T., 2011. Effects of forest continuity and tree age on epiphytic lichen biota in coniferous forests in Estonia. *Ecological Indicators*, 11: 1270-1276.
- Mataji, A. and Namiranian, M., 2002. Investigating the structure and evolution process of beech forest natural stands in north of Iran. (Case study: Kheyroud-kenar, Noshahr). *Iranian Journal of Natural Resources*, 55(4): 531-542.
- Mataji, A. and Sagheb-Talebi, KH., 2008. Development stages and dynamic of two oriental beech (*Fagus orientalis*) communities at natural forests of Kheiroudkenar-Noshahr. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 15(4): 398-416.
- Mayrhofer, H., 1987. *Monographie der Flechtengattung Thelenella*. *Bibliotheca Lichenologica* 26, 106 p.
- McCune, B. and Mefford, M.J., 1999. *PC-ORD, Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4*, MjM Software Design. Glenden Beach, Oregon, USA, 273 p.
- Moning, C., Werth, S., Dziock, F., Bassler, C., Bradtka, J., Hothorn, T. and Muller, M., 2009. Lichen diversity in temperate Montana forests is influenced by forest structure more than climate. *Forest Ecology and Management*, 258: 745-751.
- Nascimbene, J., Brunialti, G., Ravera, S., Frati, L. and Caniglia, G., 2010. Testing *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. As an indicator of lichen conservation importance of Italian forests. *Ecological Indicators*, 10: 353-360.
- Ódor, P., Heilmann-Clausen, J., Christensen, M., Aude, E., van Dort, K.W., Piltaver, A., Siller, I., Veerkamp, M.T., Walley, R., Standovár, T., van Hees, A.F.M., Kosec, J., Matočec, N., Kraigher, H. and Grebenc, T., 2006. Diversity of dead wood inhabiting fungi and bryophytes in semi-natural beech forests in Europe. *Biological Conservation*, 131(1): 58-71.
- Parhizkar, P., Sagheb-Talebi, KH., Mattaji, M., Namiranian, M., Hasani, M. and Mortazavi, M.,
- Boqueras, M., 2000. *Líquens Epífits i Fongs Liquenicoles del Sud de Catalunya: Flora i Comunitats*. Barcelona: Institute d'Estudis Catalans, 98 p.
- Brodo, I.M., Sharnoff, S.D. and Sharnoff, S., 2001. *Lichens of North America*. Yale University Press, New Haven and London, 795 p.
- Cezanne, R., Eichler, M., Kirschbaum, U. and Windisch, U., 2008. Flechten als Anzeiger des Klimawandels/Lichens as indicators of climate change. *Sauteria*, 15: 159-174.
- Dorren, A.K.L., Berger, F., Imeson, A.C., Maier, B. and Rey, F., 2004. Integrity, stability and management of protection forests in the European Alps. *Forest Ecology and Management*, 195: 165-176.
- Egea, JM & Torrente, P., 1993. The lichen genus *Bactrospora*. *Lichenologist*, 25(3): 211-255.
- Emborg, J., Christensen, M. and Heilmann-Clausen, J., 1999. The structural dynamics of Suserup skov, a near natural temperate deciduous forest in Denmark. *Forest Ecology and Management*, 126: 173-189.
- Eslami, A.R. and Sagheb-Talebi, KH., 2008. Investigation on the structure of pure and mixed beech forests in north of Iran (Neka-ZaLemrud region). *Pajouhesh & Sazandegi* 20(4): 39-46.
- Etayo, J., 1993. *Strigula mediterranea*, a new name for the forgotten lichen *Porina schizospora*. *Lichenologist*, 25(3): 257-260.
- Fritz, O., Gustafsson, L. and Larsson, K., 2008. Does forest continuity matter in conservation? A study of epiphytic lichens and bryophytes in beech forests of southern Sweden. *Biological Conservation*, 141: 655-668.
- Golubkova, N.S., 1988. *The lichen family Acarosporaceae in the USSR*. Komarov Botanical Institute, Academy of Sciences of the USSR, Leningrad: Nauka. (In Russian), 136 p.
- Gustafsson, L., Appelgren, L., Jonsson, F., Nordin, U., Persson, A. and Weslien, J.O., 2004. High occurrence of red-listed bryophytes and lichens in mature managed forests in boreal Sweden. *Basic Applied Ecology*, 5 (2): 123-129.
- Hassani, M. and Amani, M., 2010. Investigation on structure of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand at optimal stage in Sangdeh forest. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 18(2): 163-176.
- Hauck, M., 2005. Epiphytic lichen diversity on dead and dying conifers under different levels of atmospheric pollution. *Environmental Pollution*, 135: 111-119.
- Hauck, M., 2012. Ammonium and nitrate tolerance in lichens. *Environmental Pollution*, 158: 1127-1133.
- Hilmo, O. and Sastad, S.M., 2001. Colonization of old-forest lichens in a young and an old boreal *Picea abies* forest: an experimental approach. *Biological Conservation*, 102(3): 251-259.
- Johansson, P., 2008. Consequences of disturbance on epiphytic lichens in boreal and near boreal forests. *Biological Conservation*, 141(1): 1933-1944.

- forests: Assessment of the effects of natural environmental factors and human influences. *Environmental Pollution*, 158: 812–819.
- Temina, M., Kondratyuk, S., Zelenko, S.D., Nevo, E., and Wasser, S., 2005. Lichen-forming, lichenicolous, and allied fungi of Israel. A. R. Gantner Verlag, Fl 9491 Ruggell, Liechtenstein, 384 p.
 - Tretiach, M. and Hafellner, J., 1998. A new species of *Catillaria* from coastal Mediterranean regions. *Lichenologist*, 30(3): 221-229.
 - Van Herk, C.M., Mathijssen, E.A.M. and de Zwart, D., 2007. Long distance nitrogen air pollution effects on lichens in Europe. *Lichenologist*, 35: 247–359.
 - Wirth, V., 1992. Neufunde von Flechten und flechtenbewohnenden Pilzen in Südwest-Deutschland und benachbarten Regionen. *Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde Württembergs*, 147: 213–227.
 - Yahr, R. and Ellis, C.J., 2010. Taxonomy as a Science for Scotland's Future. Research Briefing, Knowledge Scotland - web-link. <http://www.knowledgescotland.org/briefings.php?id=186>.
 - Yan, E., Wang, X., Huang, J., Zeng, R., and Gong, L., 2007. Long - lasting legacy of forest succession and forest management: Characteristics of coarse woody debris in an evergreen broad-leaved forest of Eastern China, *Forest Ecology and Management*, 252: 98 -107.
 - Zedda, L., 2000. *Lecanora leuckertiana* sp. nov. (lichenized Ascomycetes, Lecanorales) from Italy, Greece, Morocco and Spain. *Nova Hedwigia*, 71(1-2): 107-112.
 - Zhang, J., Oliver, W.W. and Ritchie, M.W., 2007. Effect of stand densities on stand dynamics in white fir (*Abies concolor*) forests in northeast California, USA. *Forest Ecology and Management*, 244. 50–59.
 - 2011. Tree and regeneration conditions within development stages in Kelardasht beech forest (Case study: reserve area-Langa). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 19(1): 141-153.
 - Perhans, K., Appelgren, L., Jonsson, F., Nordin, U., Soderstrom, B. and Gustafsson, L., 2009. Retention patches as potential refugia for bryophytes and lichens in managed forest landscapes. *Biological Conservation* 142: 1125–1133.
 - Pinhoa, P., Bergamini, A., Carvalho, P., Branquinho, C., Stofer, S., Scheidegger, C. and Máguas, C., 2012. Lichen functional groups as ecological indicators of the effects of land-use in Mediterranean ecosystems. *Ecological Indicators*, 15: 36–42.
 - Platt, H.M., Shaw, K.M. and Lamshead, P.J.D., 1984. Nematode species abundance patterns and their use in the detection of environmental perturbation. *Hydrobiologia*, 118: 59-66
 - Price, K., Hochachka, G., 2001. Epiphytic lichen abundance: effects of stand age and composition in coastal British Columbia. *Ecology Applied* 11(3): 904–913.
 - Purvis, O.W., 2008. Lichens. Cambridge University Press, 112 p.
 - Purvis, O.W., Coppins, B.J., Hawksworth, D.L, James, P.W. and Moore, D.M., 1992. *The Lichen Flora of Great Britain and Ireland*. London: Natural History Museum Publications & British Lichen Society, 123 p.
 - Scheidegger, C., Frey, B. and Walser, J.C., 1998. Reintroduction and augmentation of populations of the endangered *Lobaria pulmonaria*: methods and concepts. In: Kondratyuk, S. and Coppins, B. (Eds.), *Lobarion Lichens as indicators of the Primeval Forest of the eastern Carpathians*. Darwin International Workshop, Kostrino, Ukraine: 33–52.
 - Smith, F., 1996. Biological diversity, ecosystem stability and economic development. *Journal of Ecological Economic*, 16(3): 191-203.
 - Svoboda, A.D., Peksa, B.O. and Vesela, A.J., 2009. Epiphytic lichen diversity in central European oak

Effect of forest structure changes on permutation and diversity of corticolous lichens (case study: Kheiroud forest, Nowshahr)

M. Es-hagh Nimvari^{1*} and A. Mataji²

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Chalus Branch, I.R. Iran. Email: M_navand@yahoo.com

2- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Science & Research Union, Islamic Azad University, Tehran, I.R. Iran

Received: 15.12.2012

Accepted: 07.05.2013

Abstract

Although quite a few studies have been done in respect to forest structure and development in Iran, there is no study dealing with the evolution of lichens at different stages of forest development. For this reason the research has been carried out to study lichens diversity and identify reference and indicator species for each forest development stage at Gorazbon series of Kheyroud forest at Caspian region of Iran. After separating the different forest development stages at the series, sampling was made from all trees with more than 40 cm dbh at each stage, using a 40 x 60 cm frames to record lichens type and frequency. Richness, evenness, diversity and dominance indices at different development stages were calculated and compared, applying Variance Analysis and Duncan test. Results showed that there are significant differences between the development stages in respect to lichens diversity indices and they were the highest at destruction stage, except for Berger-Parker dominance index. Furthermore, results of Detrended Correspondence Analysis (DCA) showed that classification of the development stages in relation to the lichens cover data, leads to formation of specific groups with relatively high separation potential. Overall, 38 lichens species have been identified and according to Analysis of Indicator Species (IV) and Monte Carlo test, there were significant correlations between each of the optimal, ascension, and destruction stages of the forest developmental and 8, 17, and 13 numbers of lichen species, respectively, which are clearly found to be classified and differentiated with such significant differences.

Key words: Indicator species, development stages, richness, dominance, evenness, DCA