فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۷ شماره ۱، صفحه ۱۲-۱، (۱۳۹۸)
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfpr.2019.119177
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0883.1398.27.1.75.1.1576.41

بررسی جوامع علفی و گلسنگی رویشگاه شمشاد هیرکانی (*Buxus hyrcana* Pojark)پس از بروز آشفتگی ناشی از بیماری بلایت (مطالعه موردی: جنگل لساکوتی تنکابن)

رسول خانجانزاده کاکرودی [۱]، هادی کیادلیری [۲*]، اسداله متاجی [۳]، مجید اسحاق‌نیموری [۴] و علی شیخ‌الاسلامی [۴]

۱- دانشجوی دکتری جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. پست الکترونیک: h-kiadaliri@srbiau.ac.ir
۳- استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۴- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، چالوس، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۱۶

چکیده

پژوهش پیش‌رو با هدف بررسی رویشگاه شمشاد هیرکانی (*Buxus hyrcana* Pojark) پس از بروز آشفتگی ناشی از بیماری بلایت، در توده راش- شمشادستان (B) و توده مرجع راش خالص (S) در سری سه حوضه ۳۶ لساکوتی واقع در جنوب شرق شهرستان تنکابن، استان مازندران انجام شد. در هرکدام از توده‌ها به‌روش تصادفی- منظم، ۶۰ ریزقطعه‌نمونه ۲۵ متر مربعی برای جمع‌آوری اطلاعات پوشش علفی انتخاب شدند. همچنین، برای نمونه‌برداری از گلسنگ‌ها از قاب‌هایی با ابعاد ۶۰ × ۴۰ سانتی‌متر استفاده شد. داده‌ها به‌کمک آزمون t مستقل و تحلیل تطبیقی متعارف تجزیه‌وتحلیل شدند. نتایج نشان داد که مقادیر تنوع گونه‌ای سیمپسون (B=۰/۸۱۳ ±۰/۰۷، S=۰/۶۴۹ ±۰/۰۷) و شانون- وینر (B=۰/۸۳ ±۰/۰۵، S=۰/۵۷۷ ±۰/۰۵) پوشش علفی در توده راش- شمشادستان متأثر از بیماری بلایت به‌طور معنی‌داری (p <۰/۰۵) بیشتر بود. همچنین، نتایج آزمون t مستقل برای گونه‌های گلسنگی نشان داد که نمایه‌های تنوع گونه‌ای سیمپسون (B=۰/۴۷۷ ±۰/۰۳، S=۰/۶۲۹ ±۰/۰۳) و شانون- وینر (B=۰/۷۳۸±۰/۰۶، S=۱/۰۶۷ ±۰/۰۶) در توده راش- شمشادستان متأثر از بیماری بلایت به‌طور معنی‌داری (p <۰/۰۵) کمتر بود. نتایج تحلیل تطبیقی متعارف نیز حاکی از آن بود که به‌دنبال بروز آشفتگی بیماری بلایت در توده راش- شمشادستان، شرایط محیطی توده تغییر کرد و منجر به تغییرپذیری درصد حضور و تنوع گونه‌های مختلف گلسنگ به‌عنوان معرف‌های زیستی بوم‌سازگان جنگلی شد. همچنین، باز شدن توده به‌واسطه بروز آشفتگی بلایت و افزایش نور رسیده به کف جنگل به‌عنوان عامل کلیدی در تغییر ترکیب جوامع پوشش علفی و گلسنگی در توده راش- شمشادستان مشخص شد.

واژه‌های کلیدی: تنوع زیستی، خاک، راش- شمشادستان، قارچ، گلسنگ.

مقدمه

بوم‌شناس‌ها آشفتگی را هر رخدادی بیان می‌کنند که در زمان و مکان خاص در یک بوم‌سازگان به‌وجود می‌آید و سبب می‌شود که ساختار جمعیتی آن مجموعه تحت تأثیر قرار گیرد و به‌دنبال آن، منابع و شرایط فیزیکی موجود در آن تغییر کند (McCarthy, 2001). نوع و شرایط هر آشفتگی و تغییرات ناشی از آن موجب ایجاد رژیم آشفتگی هر منطقه می‌شود و توده جنگلی را تغییر می‌دهد.

آشفتگی‌های غالب هر منطقه نیروی شکل‌دهنده توده‌های جنگلی و طبیعت آن منطقه محسوب می‌شوند. از آشفتگی‌های معمول بوم‌سازگان‌های جنگلی می‌توان به باد، طوفان، سیل، بهمن، آتش، آفات و بیماری‌ها اشاره کرد (Shure *et al.*, 2006). براساس نتایج پژوهش van Lierop و همکاران (۲۰۱۵)، در دوره زمانی ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۲ بیشتر از ۸۵ میلیون هکتار از مناطق جنگلی دنیا متأثر از آشفتگی ناشی از عوامل بیماری‌زا و آفات بودند. در بسیاری از موارد، بروز آشفتگی در جنگل عامل تغییر در پویایی، ساختار و کارکرد بوم‌سازگان‌های جنگلی است (Thom & Seidl, 2016).

اولین اپیدمی بیماری بلایت شمشاد در سال ۱۹۸۸ در انگلستان مشاهده شد و سپس به‌عنوان یک عامل آشفتگی مهم در نقاط دیگر دنیا گزارش شد (LeBlanc *et al.*, 2018). شمشاد هیرکانی (*Buxus hyrcana* Pojark) متعلق به خانواده Buxaceae، از گونه‌های همیشه‌سبز عرصه‌های کوهستانی و جلگه‌ای شمال ایران است. براساس معیارهای اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت (IUCN)، این گونه در فهرست گونه‌های گیاهی در خطر انقراض قرار دارد (IUCN, 2018; Asadi *et al.*, 2011). عامل بیماری بلایت شمشاد هیرکانی، نوعی قارچ با دو شکل تکثیر غیرجنسی (*Cylindrocladium pseudonaviculatum* syn. *Cylindriocladium buxicola*) و جنسی (*Calonectria pseudonaviculata*) است (Rezaee *et al.*, 2013). گسترش این قارچ از سال ۱۳۸۹ از جنگل‌های گیلان آغاز شد. قارچ مذکور در سال ۱۳۹۱ در جنگل‌های تلوشهر نوشهر و نیز در سطح وسیعی از رویشگاه‌های شمشاد در جنگل‌های هیرکانی مشاهده شد. در حال حاضر انتشار آن از غرب به شرق جنگل‌های هیرکانی رو به گسترش است (Khazaeli *et al.*, 2015).

آشفتگی بیماری بلایت سبب خشکیدگی و مرگ شمشاد به‌عنوان یک گونه زیراشکوب و عنصر مهم جامعه بلوط– شمشادستان در جنگل می‌شود. به‌دنبال آن ترکیب عناصر زیراشکوب جوامع یادشده تغییر می‌کند. مطالعه نحوه این تأثیر برای مدیریت پایدار مناظر جنگلی حائز اهمیت است (Fahey & Puettmann, 2007). برای بیان و تشریح مقدار تأثیر آشفتگی، معیارهایی مانند ترکیب و تنوع پوشش علفی و گلسنگ‌ها در پژوهش‌های مختلف بررسی شده‌اند. براساس پژوهش Kazemi و Safavi (۲۰۱۶) در مورد تأثیر تنوع زیستی گلسنگ‌ها بر سلامت جنگل‌های هیرکانی، بروز آشفتگی‌هایی مانند بهره‌برداری، خشکیدگی و تکه‌تکه شدن جنگل‌ها که به‌موجب آن توده جنگلی باز می‌شود، کاهش تنوع گلسنگ‌ها را به‌دنبال دارد. همچنین، نور و در دسترس بودن آب ازجمله عامل‌های مهم در پراکنش و تنوع گلسنگ‌ها هستند (Kazemi & Safavi, 2016). حضور یا عدم حضور گونه‌های خاص گلسنگی نیز بیان‌کننده شرایط رویشگاه از نظر رخداد آشفتگی است (De Silva & Senanayake, 2015).

هدف پژوهش پیش‌رو، بررسی شرایط رویشگاهی شمشاد هیرکانی پس از بروز آشفتگی ناشی از بیماری بلایت براساس ترکیب و تنوع پوشش علفی و گلسنگی، شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک و نیز مقدار نور نسبی در سری سه حوضه ۳۶ لساکوتی واقع در جنوب شرق شهرستان تنکابن، استان مازندران بود.

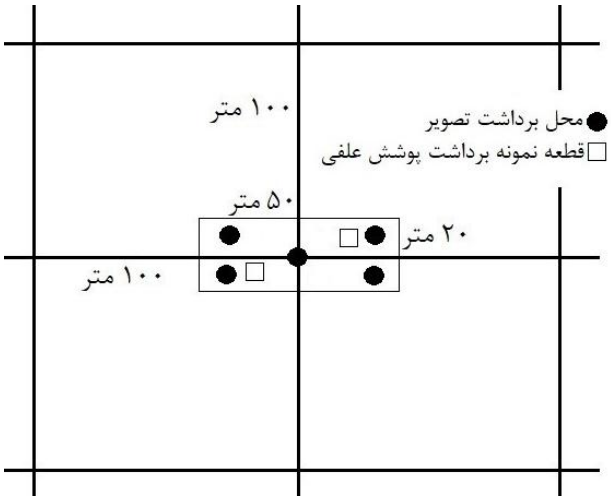
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

سری سه حوضه آبخیز ۳۶ لساکوتی در ۴۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان تنکابن قرار دارد. لساکوتی در عرض شمالی ″۱۲ ′۳۵ °۳۶ تا ″۱۵ ′۳۸ °۳۶ و طول شرقی ″۳ ′۰ °۵۱ تا ″۱۶ ′۶ °۵۱ قرار گرفته است. این سری از نظر جغرافیایی به حوزه اداره منابع طبیعی شهرستان تنکابن تعلق دارد. مساحت منطقه مورد مطالعه، ۱۰۸۴ هکتار است. کمترین و بیشترین ارتفاع این منطقه به‌ترتیب ۷۵۰ و ۱۸۵۰ متر بالاتر از سطح دریا است (Kialashki & Anbarlo, 2006).

روش پژوهش

بررسی تأثیر بیماری بلایت در اواسط فصل بهار سال ۱۳۹۵ در یک توده راش- شمشادستان *Buxo-Fagetum orientalis* (Hamzeh'ee, 1994) دارای آشفتگی بلایت (بیشتر از ۷۰ درصد آشفتگی) و یک توده راش خالص (توده مرجع) با مساحت ۳۰ هکتار انجام شد. شصت قطعه‌نمونه به ابعاد ۲۰ × ۵۰ متر در مراکز شبکه آماربرداری به ابعاد ۱۰۰ × ۱۰۰ متر پیاده شدند. در هر قطعه‌نمونه، دو ریزقطعه‌نمونه پوشش علفی به مساحت ۲۵ متر مربع (۵ × ۵ متر) انتخاب شد و گونه‌های علفی برداشت شدند (شکل ۱). برای پیاده کردن مراکز قطعه‌نمونه‌ها در عرصه از دستگاه سیستم موقعیت‌یاب جهانی استفاده شد.

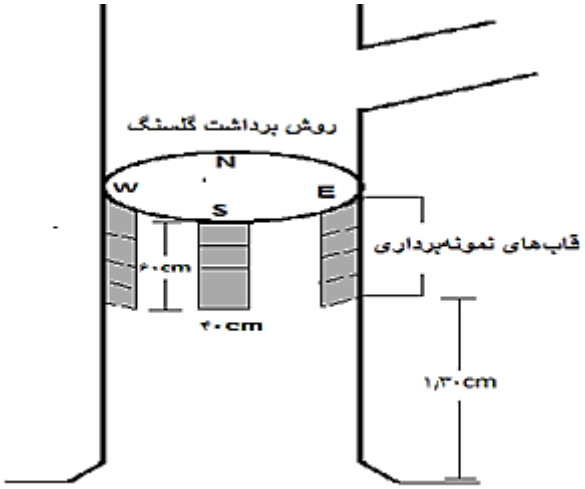


شکل ۱- نمایش نحوه برداشت داده‌های پوشش علفی، خاک و شدت نور نسبی در هر قطعه‌نمونه

در این پژوهش، شدت نور نسبی به‌عنوان یک عامل بوم‌شناختی با استفاده از دوربین Canon مدل F-1 مجهز به لنز چشم‌ماهی (Fish eye) با فاصله کانونی ۷/۵ میلی‌متر در دو توده اندازه‌گیری شد. برای به‌دست آوردن شدت نور نسبی در هر قطعه‌نمونه، تصویربرداری به‌صورت خوشه‌ای و در دو جهت شمالی جنوبی و شرقی غربی و در مرکز قطعه‌نمونه انجام شد (شکل ۱). سپس تصاویر با استفاده از نرم‌افزار GLA (Gap Light Analyser) پردازش شدند.

برای نمونه‌برداری گلسنگ، با توجه به ترکیب و ساختار درختان جنگل‌های هیرکانی، قاب‌هایی با ابعاد ۶۰ × ۴۰ سانتی‌متر مناسب برای برداشت نمونه‌های گلسنگی انتخاب شد. به‌دلیل تغییرات غنای گونه‌ای گلسنگ، از ارتفاع ۲/۵ متری از طول تنه به‌سمت قاعده تنه و کاهش تنوع در این گرادیان کوچک، سعی شد محل برداشت قاب‌ها در این محدوده ارتفاعی و با توجه به حضور آن‌ها انجام شود. به‌علت وجود بیشترین تغییرات گونه‌ای در تنه، طول بزرگ قاب نمونه‌برداری در امتداد تنه درخت و طول کوچک قاب، عمود بر محور تنه درنظر گرفته شد (شکل ۲؛ Es-hagh Nimvari *et al.*, 2013).

تعیین و برآورد تنوع زیستی در بیشتر موارد به‌صورت شاخص‌های عددی غنای گونه‌ای، یکنواختی و تنوع گونه‌ای مورد توجه قرار می‌گیرد (Adel *et al.*, 2014). در پژوهش پیش‌رو برای مقایسه دو توده راش- شمشادستان و راشستان خالص از نمایه‌های مختلف تنوع زیستی استفاده شد (جدول ۱). نمایه‌های سیمپسون و شانون- وینر توصیف‌کننده تنوع گونه ای هستند. هرچه مقدار عددی این نمایه‌ها بیشتر باشد، نشانه زیادتر بودن تنوع گونه‌ای است.



شکل ۲- نمایش نحوه برداشت نمونه‌های گلسنگ

جدول ۱- نمایه‌های تنوع زیستی مورد استفاده در پژوهش پیش‌رو

گروه نمایه	نمایه	رابطه	توضیحات
تنوع گونه‌ای	سیمپسون	$\lambda = \left[۱ - \sum_{i=۱}^{s} \left(\frac{n_i(n_i-۱)}{N(N-۱)} \right) \right]$	S: تعداد گونه n_i: تعداد افراد گونه iام N: تعداد کل افراد جامعه
	شانون- وینر	$H' = -\sum_{i=۱}^{s} P_i \ln(P_i)$	P_i: فراوانی نسبی افراد گونه i در نمونه مورد نظر ($P_i = \frac{n_i}{N}$)
غنای گونه‌ای	مارگالف	$D_{Mg} = \frac{S-۱}{\ln N}$	S: تعداد گونه N: تعداد کل افراد جامعه
	منهنیک	$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$	S: تعداد گونه N: تعداد کل افراد جامعه
یکنواختی گونه‌ای	هیل	$H_a = \frac{(\frac{۱}{\lambda})}{H'}$	λ: نمایه سیمپسون H′: نمایه شانون- وینر
	بریلیون	$H(B) = \frac{۱}{N} \log_{۲} \left(\frac{N!}{n_۱!n_۲!n_۳!\cdots} \right)$	N: تعداد کل افراد جامعه

مقدار عددی نمایه سیمپسون بین صفر و یک است و تعداد و فراوانی گونه‌ها را درنظر می‌گیرد. نمایه شانون- وینر، غنا و یکنواختی را محاسبه می‌کند و مقدار عددی آن در پژوهش‌های بوم‌شناختی به‌طور معمول بین ۱/۵ تا ۳/۵ متغیر است. مقدار عددی نمایه‌های مارگالف و منهنیک بین صفر تا بی‌نهایت است، به‌طوری‌که اعداد بزرگ‌تر بیانگر غنای گونه‌ای زیادتر هستند. همچنین، هرچه نمایه‌های یکنواختی گونه‌ای هیل و بریلیون بیشتر باشند، نشان‌دهنده یکنواخت بودن گونه‌ها در رویشگاه

هستند (Ludwig & Reynolds, 1988).

برای بررسی رابطه بین پوشش علفی و گلسنگ با شرایط محیطی (ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و نور) از روش تحلیل تطبیقی متعارف استفاده شد. شناسایی گونه‌های گلسنگ با استفاده از منابع معتبر گلسنگ‌شناسی و نیز روش‌های آزمایشگاهی مانند آزمایش نقطه‌ای و کروماتوگرافی با لایه نازک انجام شد (Es-hagh Nimvari *et al.*, 2013). مقادیر نمایه‌های مختلف تنوع زیستی با استفاده از نرم‌افزارهای PAST و Ecological Methodology محاسبه شدند. ابتدا، نرمال بودن داده‌ها به وسیله آزمون کولموگروف- سمیرنوف و همگن بودن واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون لون بررسی شدند. پس از تأیید نرمال بودن داده‌ها، به‌منظور بررسی تفاوت مقادیر مشخصه‌های مختلف تنوع زیستی پوشش علفی و گونه‌های گلسنگ در دو توده از آزمون t مستقل استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل آماری کلیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. همچنین، تحلیل رج‌بندی و بررسی ارتباط بین حضور گونه‌های گلسنگی و متغیرهای ساختاری توده در محیط نرم‌افزار CANOCO انجام شد.

نتایج

پوشش علفی

در این پژوهش، ۲۹ گونه علفی در دو توده شناسایی شد که ۲۳ گونه در توده راش- شمشادستان و ۱۹ گونه در توده راش خالص ثبت شدند. در توده متأثر از آشفتگی بلایت، بیشترین درصد پوشش گونه‌ای کف جنگل به‌ترتیب مربوط به انواع گونه‌های سرخس، جنس *Dryopteris* Adans و تمشک (*Rubus hyrcanus* Juz.) بود. کوله‌خاس (*Ruscus hyrcanus* Woronow)، سرخس پنجه‌ای (*Pteris cretica* L.) و عشقه (*Hedera pastuchovii* Woronow) نیز در توده راشستان فراوانی بیشتری داشتند. با بررسی مقادیر تنوع زیستی پوشش علفی در دو توده مشخص شد که مقدار نمایه‌های تنوع گونه‌ای در توده راش- شمشادستان متأثر از بیماری بلایت بیشتر از توده راش خالص بود (جدول ۲)، اما مقدار نمایه‌های غنای گونه‌ای و یکنواختی در توده راش خالص بیشتر بود. یافته‌های مربوط به شدت نور نسبی در دو توده نشان داد که متوسط شدت نور نسبی در توده راش- شمشادستان، ۳۵/۲۵ درصد (کمینه ۲۵ و بیشینه ۴۵ درصد) و در توده راش خالص ۱۲/۳ درصد (کمینه نه و بیشینه ۱۴/۵ درصد) بود.

جدول ۲- میانگین مقدار نمایه‌های تنوع زیستی پوشش علفی در دو توده

گروه نمایه	نمایه	توده راش- شمشادستان	توده راش خالص
تنوع گونه‌ای	سیمپسون	۰/۸۱۳±۰/۰۷ a	۰/۶۴۹±۰/۰۷ b
	شانون- وینر	۰/۸۳±۰/۰۵ a	۰/۵۷۷±۰/۰۵ b
غنای گونه‌ای	مارگالف	۰/۴۱۴±۰/۰۲ b	۰/۵۵±۰/۰۲ a
	منهنیک	۰/۵±۰/۰۴ b	۰/۷۶±۰/۰۴ a
یکنواختی گونه‌ای	هیل	۰/۶۵۴±۰/۰۱ b	۰/۷۹۳±۰/۰۱ a
	بریلیون	۰/۸۵±۰/۰۵ b	۰/۹۸±۰/۰۵ a

حروف انگلیسی متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

گلسنگ

در این پژوهش، حضور گونه‌های گلسنگ در دو توده راش- شمشادستان و راش خالص بررسی شد. نتایج مطالعات فلورستیک نشان داد که درمجموع ۲۶ گونه گلسنگ در دو توده وجود داشت که ۱۳ گونه در توده راش- شمشادستان و ۱۹ گونه در توده راش خالص ثبت شد. گونه‌هایی مانند *Cladonia subrangiformis* L.Scriba ex *Graphis analoga* Nyl.، *Pertusaria pertusa* (L.) Tuck، *Pertusaria trachythallina* Erichsen، *Phaeophyscia ciliata* (Hoffm) Moberg، *Pyrenula subelliptica* (Tuck.) R.C. Harris، *Ramalina farinacea* (L.) Ach. و *Ramalina pollinaria* (Westr.) Ach. فقط در توده راش- شمشادستان متأثر از آشفتگی بلایت مشاهده شدند. در سوی دیگر، گونه‌هایی مانند *Alyxoria varia* (Pers.) Ertz & Tehler، *Bacidia rubella* (Hoffm.) A. Massal، *Cladonia coniocraea* (Florke) Spreng.، *Collema subflaccidum* Degel.، *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale، *Lecanora allophana* (Ach.) Nyl.، *Parmelia sulcata* Erichsen،Taylor، *Pertusaria trachythallina*، *Phaeophyscia ciliata* (Hoffm.) Moberg، *Punica* Sp، *Punctelia rudecta* (Nyl.) Krog و *Pyrenula nitida* (Weigel) Ach. فقط در توده راش خالص مشاهده شدند.

مقایسه نمایه‌های تنوع زیستی گلسنگ‌ها با استفاده از آزمون t مستقل (جدول ۳) نشان داد که دو نمایه سیمپسون و شانون- وینر در دو توده با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند ($p < ۰/۰۵$) و مقدار این دو نمایه در توده راش خالص نسبت به توده راش- شمشادستان بیشتر بود. از سوی دیگر، تفاوت معنی‌داری بین نمایه‌های منهنیک، مارگالف و هیل در دو توده مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع زیستی گلسنگ در دو توده راش- شمشادستان و راش خالص براساس آزمون t مستقل

گروه نمایه	نمایه	توده راش- شمشادستان	توده راش خالص
تنوع گونه‌ای	سیمپسون	۰/۴۷۷±۰/۰۳۳ b	۰/۶۲۹±۰/۰۳۳ a
	شانون- وینر	۰/۷۳۸±۰/۰۶۱ b	۱/۰۶۷±۰/۰۶۱ a
غنای گونه‌ای	منهنیک	۰/۴۵۴±۰/۰۲۷ a	۰/۴۵±۰/۰۲۷ a
	مارگالف	۰/۴±۰/۰۴۲ a	۰/۵۶±۰/۰۴۲ a
یکنواختی	هیل	۰/۹۵۴±۰/۰۱۱ a	۰/۹۳۳±۰/۰۱۱ a

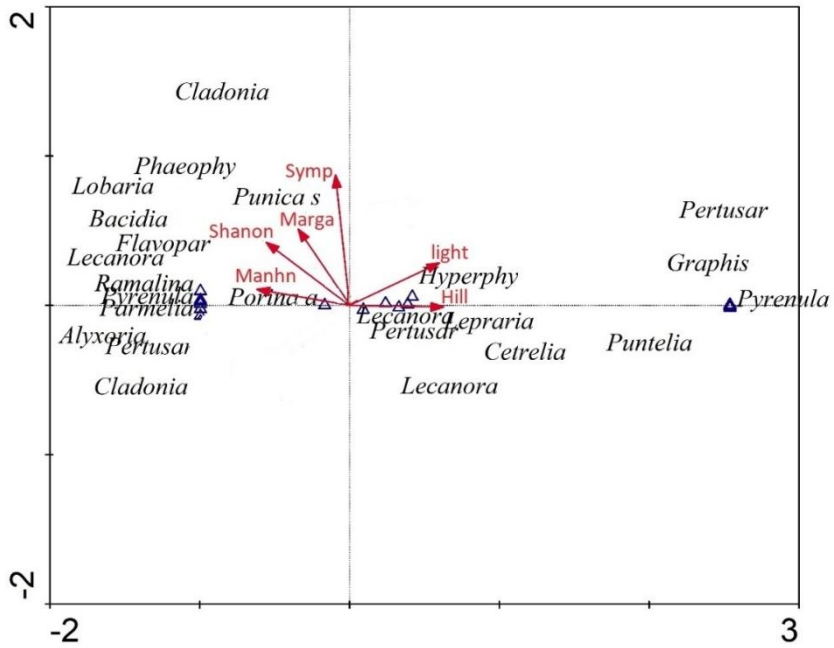
حروف انگلیسی متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

تحلیل تطبیقی متعارف

طول گرادیان برای ماتریس گلسنگ‌ها ۳/۵ به‌دست آمد که نشان‌دهنده مناسب بودن تحلیل تطبیقی متعارف در این پژوهش است. در ادامه، نتایج مربوط به بررسی رابطه بین ماتریس ساختار توده (نور، نمایه‌های هیل، سیمپسون، شانون- وینر، مارگالف و منهنیک) و گونه نشان داد که محورهای ۱ و ۲ می‌توانند رابطه بین ساختار توده و گونه را در تحلیل تطبیقی متعارف تبیین کنند. چون مقادیر p به‌دست‌آمده از دو محور (۰/۰۳ برای محور ۱ و ۰/۰۴ برای محور ۲) در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بودند. با هم‌پوشانی متغیرهای ساختاری و گونه‌های گلسنگ در محورهای ۱ و ۲ تحلیل تطبیقی متعارف مشاهده شد که گونه‌های گلسنگ با کدام‌یک از متغیرهای ساختاری توده ارتباط نزدیک دارند (شکل ۳). همبستگی بین متغیرهای ساختاری توده با محورهای تحلیل تطبیقی متعارف نیز به‌دست آمد (جدول ۴).

جدول ۴- همبستگی بین متغیرهای ساختاری و محورهای ۱ و ۲ نمودار تحلیل تطبیقی متعارف

متغیر محیطی	محور ۱	محور ۲
نور (Light)	۰/۷۵۶	۰/۳۶
نمایه هیل (Hill)	۰/۹۲۶	۰/۲۲۶
نمایه سیمپسون (.Symp)	-۰/۱۹۹	۰/۸۲۶
نمایه مارگالف (.Marga)	-۰/۶۵۳	۰/۷۲۸
نمایه شانون (Shanon)	-۰/۷۲۶	۰/۶۵۴
نمایه منهنیک (Manhn)	-۰/۹۸۵	۰/۲۴۴



شکل ۳- پراکنش گونه‌های گلسنگ در ارتباط با متغیرهای ساختاری در تحلیل تطبیقی متعارف

شکل ۳ پراکنش گونه‌های گلسنگ را در دو محور ۱ و ۲ تحلیل تطبیقی متعارف نشان می‌دهد. براساس این نمودار، دو گروه از گلسنگ‌ها قابل تفکیک هستند. با هم‌پوشانی متغیرهای ساختاری و گونه‌های گلسنگ در محورهای ۱ و ۲ تحلیل تطبیقی متعارف مشخص شد که متغیرهای محیطی نور و نمایه هیل با محور اول همبستگی مثبت دارند. نمایه‌های سیمپسون، مارگالف، شانون- وینر و منهنیک با محور اول همبستگی منفی دارند.

بحث

در پژوهش پیش‌رو، بیماری بلایت به‌عنوان عامل بروز آشفتگی در توده راش- شمشادستان سری سه حوضه ۳۶ لساکوتی بررسی شد. به‌منظور بررسی تأثیر این عامل آشفتگی، از ترکیب و تنوع پوشش علفی کف جنگل و گونه‌های گلسنگی استفاده شد. بررسی تغییرات این جوامع پس از بروز آشفتگی در توده‌های جنگلی از اهمیت زیادی برای مدیریت جنگل‌ها برخوردار است، چون اولین جوامعی هستند که نسبت به پیامدهای بروز آشفتگی واکنش نشان

می‌دهند (Schaetzl *et al.*, 1989).

نتایج مربوط به بررسی پوشش علفی در توده راش- شمشادستان مبتلا به بیماری بلایت و راش خالص نشان داد که تعداد گونه‌های علفی در توده مبتلا به بیماری بلایت (۲۳ گونه) بیشتر از توده راشستان خالص (۱۹) است. باز شدن تاج‌پوشش جنگل و برخورد نور به کف جنگل، مهم‌ترین عامل بوم‌شناختی مؤثر در حضور بیشتر پوشش گیاهی کف جنگل عنوان شده است (Falk *et al.*, 2008). براساس نتایج به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری شدت نور نسبی در دو توده، مقدار متوسط آن در توده راش- شمشادستان مبتلا به بیماری بلایت ۳۵/۲۵ درصد و در توده راش خالص ۱۲/۳ درصد بود. از این‌رو می‌توان بیان کرد که در پژوهش پیش‌رو به‌واسطه بروز بیماری بلایت و خشک شدن پایه‌های شمشاد، توده باز شده و مقدار نور رسیده به کف جنگل افزایش پیدا کرده بود. به‌دنبال آن، تعداد عناصر پوشش علفی افزایش یافته بود. این یافته با نتایج پژوهش‌های Ohsawa و Nagaike (۲۰۰۶) و Paritsis و Aizen (۲۰۰۸) همخوانی دارد. آنها بیان کردند که با باز شدن تاج‌پوشش، تعداد گونه‌های گیاهی افزایش می‌یابد. نکته دیگر در رابطه با پوشش علفی کف، نوع گونه‌ها است که به‌نوعی معرف شرایط رویشگاه هستند. در توده راش- شمشادستان مبتلا به بیماری بلایت، گونه‌های علفی سرخس، جنس *Dryopteris* و تمشک بیشترین فراوانی را داشتند. گونه‌های *Dryopteris* جزو اولین گونه‌هایی هستند که در صورت بروز آشفتگی و باز شدن تاج‌پوشش، فضا را اشغال می‌کنند که علت این امر به سرشت نوری این جنس برمی‌گردد. این نتیجه با پژوهش Palmer و همکاران (۲۰۰۰) انجام‌شده در جنگل‌های مینه‌سوتا ایالات متحده آمریکا مطابقت دارد. براساس یافته‌های پژوهش مذکور، گونه‌های سرخس پس از ضعف تاج‌پوشش در عرصه ظهور پیدا می‌کنند. از سوی دیگر، حضور سایر گونه‌ها مانند تمشک همراه با سرخس‌ها پس از ریزش برگ‌های درختان شمشاد دلالت بر این دارد که با ایجاد بیماری بلایت، وضعیت پوشش علفی به‌سمت گونه‌های نورپسند تغییر یافت. در مقابل، در توده راش خالص، گونه‌های علفی سایه‌پسند مانند عشقه، کوله‌خاس و سرخس پنجه‌ای با توزیع هرچه یکنواخت‌تر حضور داشتند. این یافته‌ها با نتایج Asadi و همکاران (۲۰۱۱) در توده‌های راش- شمشادستان خیبوس واقع در استان مازندران همخوانی دارد. حضور قابل ملاحظه عشقه به‌عنوان فراوان‌ترین گونه زیرآشکوب اجتماع‌های گیاهی شمشاد گزارش شده است (Asadi *et al.*, 2011). در پژوهش پیش‌رو نیز مشاهده شد که این گونه فراوانی زیادی دارد، اما در توده‌های مبتلا به بلایت مشاهده نشد، بنابراین می‌توان ذکر کرد که بیماری بلایت به‌واسطه برگ‌ریزی درختان شمشاد، حیات گونه‌های علفی سایه‌پسند را به‌خطر می‌اندازد. در واقع این بیماری، شرایط را برای ظهور گونه‌های نورپسند و مهاجم مهیا می‌کند. نکته دیگر، مقادیر نمایه‌های تنوع زیستی در دو توده است. براساس نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش پیش‌رو، نمایه‌های تنوع گونه‌ای پوشش علفی سیمپسون (۰/۰۷ ±۰/۸۱۳) و شانون- وینر (۰/۰۵ ±۰/۸۳) در توده راش- شمشادستان مبتلا به بلایت بیشتر از توده راش خالص بودند. با افزایش فراوانی و تعداد گونه‌های پوشش علفی، مقدارهای عددی تنوع گونه‌ای نیز افزایش پیدا کرد. در مقابل، نمایه یکنواختی بریلیون در توده راش خالص بیشتر بود. افزایش مقدار عددی تنوع به‌دلیل هجوم گونه‌های نورپسند است که مناطق تخریب‌شده را ترجیح می‌دهند (Kazemnezhad *et al.*, 2011). براساس پژوهش‌های Pourbabaei و همکاران (۲۰۱۳) و Shabani و همکاران (۲۰۰۹) با افزایش نور در جنگل‌های راش هیرکانی، تنوع و غنای گونه‌ای افزایش پیدا کرد که با نتایج پژوهش پیش‌رو همخوانی دارد. برخی پژوهشگران نیز گزارش کردند که با ایجاد نور در جنگل، افزایش تنوع زیستی به‌ویژه در رابطه با گونه‌های علفی قابل انتظار است (Vetaas, 1997). البته باید توجه داشت که افزایش تنوع گونه‌های علفی همیشه مثبت تفسیر نمی‌شود، بلکه این شاخص می‌تواند نشان‌دهنده خروج بوم‌سازگان از تعادل همیشگی خود باشد. در پژوهش پیش‌رو، افزایش تنوع گونه‌های علفی می‌تواند به‌عنوان نشانه‌ای از

به‌هم‌خوردن تعادل بوم‌سازگان تلقی شود.

گلسنگ‌ها، معیار دیگری برای بررسی بروز آشفتگی در بوم‌سازگان جنگل هستند. گلسنگ‌های داردوست در جنگل علاوه بر وابستگی به گونه‌های درختی، تحت تأثیر شرایط محیطی نیز تغییر می‌کنند، بنابراین به‌منظور تفسیر شرایط حاکم بر جوامع گیاهی کارآمد هستند (Castello & Skert, 2005; Moning *et al.*, 2009). برخی از پژوهشگران معتقدند که ترکیب و درصد فراوانی گلسنگ‌ها در یک توده گیاهی می‌تواند متأثر از عوامل غیرزیستی (شیب، جهت، دامنه، ارتفاع از سطح دریا و رطوبت) و عوامل زیستی مانند آفات و بیماری‌ها باشد (Paltto *et al.*, 2008).

یافته‌های پژوهش پیش‌رو نشان داد که ترکیب و فراوانی گونه‌های گلسنگ در توده آشفته راش- شمشادستان متأثر از بیماری بلایت با توده راشستان خالص تفاوت دارد. ورود نور بیشتر به داخل جنگل ممکن است دلیلی بر وقوع آشفتگی باشد که می‌تواند موجب تغییر مقدار رطوبت ترکیب گلسنگ‌ها شود (Krebs, 1999). در صورت برگ‌ریزی و کاهش تاج درختان شمشاد، این دو عامل بوم‌شناختی به‌طور معنی‌داری تغییر خواهند کرد.

در رویشگاه مورد نظر این پژوهش که درختان شمشاد زیادی در آن به‌صورت سرپا در حال خشک شدن بودند، ۱۳ گونه گلسنگ شناسایی شد. در این بین، گونه‌های جنس‌های *Lecanora* و *Pertusaria* بیشترین فراوانی را داشتند. در مقابل، در توده راش خالص که به‌واسطه حضور درختان راش در اشکوب غالب، شرایط سایه و رطوبت مناسب‌تری فراهم شده بود، تنوع و درصد پوشش گلسنگ‌ها بیشتر از توده شمشاد بود، زیرا با تغییرات فاحش در مقدار نور و رطوبت در یک توده ممکن است یک گونه گلسنگ جابجا و یا حتی حذف شود (Moning *et al.*, 2009)، بنابراین اگر از ترکیب گلسنگ‌های توده شمشاد مورد مطالعه پیش از مبتلا شدن به بیماری بلایت اطلاع جامع و کاملی وجود داشت، بدون شک با مقایسه جوامع گلسنگ در پیش و پس از آشفتگی، اطلاعات مفیدی به‌دست می‌آمد. از سویی، از بین رفتن یک گونه در یک بوم‌سازگان جنگلی نشان‌دهنده از بین رفتن شرایط بوم‌شناختی بهینه در آن جنگل است. متأسفانه چنین اطلاعاتی در دسترس نیست و نمی‌توان به‌درستی قضاوت کرد. به‌عنوان مثال، گلسنگ برگی *Lobaria pulmonaria* در توالی‌های پیشرفته در جنگل‌های هیرکانی مشاهده می‌شود (Es-hagh Nimvari *et al.*, 2013). این گونه در شرایط بهینه و پایدار بوم‌سازگان‌های جنگلی معتدله حضور دارد (Nascimbene *et al.*, 2010). درحالی‌که این گونه در توده راش خالص مورد مطالعه ثبت شد، اما در رویشگاه آشفته شمشاد مشاهده نشد. اگرچه اطلاعاتی از حضور این گونه پیش از ابتلا به بیماری در این توده وجود ندارد، اما با احتیاط می‌توان گفت که شاید آشفتگی سبب حذف این گونه شده است.

از آنجایی‌که گلسنگ‌ها معرف‌های زیستی بسیار مناسبی برای درک شرایط حاکم در بوم‌سازگان‌ها هستند، به‌نظر می‌رسد که انجام پژوهش‌های تخصصی‌تر در این زمینه الزامی است، زیرا بدون شک گونه‌های گلسنگ تحت تأثیر نوع پوست، خصوصیات اسیدیته و هدایت الکتریکی و نوع شیارهای پوست نیز تغییر می‌کنند (Es-hagh Nimvari *et al.*, 2013)، بنابراین در پژوهش‌های آینده باید همه این موارد بررسی شود تا با اطمینان بیشتری از گونه‌های گلسنگ به‌عنوان معرف‌های زیستی در تحلیل آشفتگی بیماری بلایت استفاده شود.

آنچه که از نتایج پژوهش پیش‌رو برمی‌آید، بیانگر وجود تغییرات پایدار منفی در توده راش- شمشادستان متأثر از بیماری بلایت است. این تغییرات، توده را به‌سمت باز شدن پیش می‌برد. درنتیجه آن، ترکیب جوامع پوشش علفی و گلسنگی تغییر می‌کند. در اینجا نور به‌عنوان یک عامل بوم‌شناختی مهم، تأثیر خود را بر توده گذاشته بود. با توجه به پایدار بودن تغییرات منفی متأثر از بیماری بلایت، امکان بازگشت پایه‌های شمشاد به‌حالت اولیه خود وجود ندارد.

شرایط رویشگاهی توده راش- شمشادستان مورد مطالعه فقط به‌دلیل بروز بیماری بلایت که یک پدیده غیرطبیعی است، دچار تغییرات پایدار منفی شده است، بنابراین می‌توان

بیان کرد که با حذف عامل بیماری و اجرای عملیات اصلاحی در شرایط رویشگاه، یک توده راش- شمشادستان سالم جایگزین خواهد شد. از این‌رو پیشنهاد می‌شود که ابتدا مطالعه آلودگی خاک از نظر مقدار حضور قارچ بلایت انجام شود. در صورتی‌که شدت آلودگی خاک زیاد نباشد، از طریق عملیات پاک‌تراشی، به گونه‌های تندرشد مانند افرا فرصت رشد داده شود تا با ایجاد سایه، شرایط را برای استقرار نهال‌های شمشاد فراهم کنند. در مرحله بعد با انجام عملیات واکاری با بذر یا نهال، پایه‌های شمشاد در رویشگاه تکثیر شوند، اما اگر در مطالعه آلودگی خاک رویشگاه، مشخص شود که حضور قارچ بلایت بیشتر از حد انتظار است و مانع استقرار و توسعه نهال‌های شمشاد می‌شود، باید پس از سپری شدن دوره زنده‌مانی اسپورهای قارچ که حدود هشت تا ۱۰ سال است، عملیات واکاری با پایه‌های شمشاد انجام شود.

سپاسگزاری

مقاله پیش‌رو مستخرج از رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران است. بدین‌وسیله از همکاری صمیمانه مجری طرح جنگل‌داری لساکوتی جناب آقای مهندس قاسمی و مجموعه همکاران ایشان، مهندس حامد زال‌نژاد و مصطفی ادیب‌نژاد تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

References

- Adel, M.N., Pourbabaei, H. and Dey, D.C, 2014. Ecological species group—Environmental factors relationships in unharvested beech forests in the north of Iran. Ecological Engineering, 69: 1-7.
- Asadi, H., Hosseini, S.M., Esmailzadeh, O. and Ahmadi, A., 2011. Flora, life form and chorological study of box tree (*Buxus hyrcanus* Pojark.) sites in Khybus protected forest, Mazandaran. Iranian Journal of Plant Biology, 3(8): 27-40 (In Persian).
- Castello, M. and Skert, N., 2005. Evaluation of lichen diversity as an indicator of environmental quality in the North Adriatic submediterranean region. Science of the Total Environment, 336(1-3): 201-214.
- De Silva, C.M.S.M. and Senanayake, S.P., 2015. Assessment of epiphytic lichen diversity in pine plantations and adjacent secondary forest in Peacock Hill, Pussellawa, Sri Lanka. International Journal of Modern Botany, 5(2): 29-37.
- Es-hagh Nimvari, M., Mataji, A., Moniri, M.H. and Hosseini, S.M., 2013. Corticolous lichen diversity in the Quercus-Carpinus type (Case study: Nowshahr forests). Iranian Journal of Forest, 5(2): 119-130 (In Persian).
- Fahey, R.T. and Puettmann, K.J., 2007. Ground-layer disturbance and initial conditions influence gap partitioning of understorey vegetation. Journal of Ecology, 95(5): 1098-1109.
- Falk, K.J., Burke, D.M., Elliott, K.A. and Holmes, S.B., 2008. Effects of single-tree and group selection harvesting on the diversity and abundance of spring forest herbs in deciduous forests in southwestern Ontario. Forest Ecology and Management, 255(7): 2486-2494.
- Hamzeh'ee, B., 1994. Determination of Plant Communities (Associations) and Composing Elements of Lesakoti Forests (District 3, South-East Tonekabon). Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 129: 37p (In Persion).
- Kazemi, S. and Safavi, S.R., 2016. Influence of lichens' diversity on Hyrcanian forests health. Journal of Iran Nature, 2(1): 38-41 (In Persian).
- Kazemnezhad, F., Dastanpour, M., Shekholeslami, A., Poor Mohammad, S. and Habibi, A., 2011. Investigation the vegetation biodiversity in the managed and unmanaged stands of Parrotio-Carpintum in the north of Iran (Case study: Series 5 Behsara). Journal of Biology Science, 5(4): 169-177 (In Persian).
- Khazaeli, P., Rezaee, S., Mirabolfathy, M., Zamanizadeh, H. and Kiadaliri, H., 2016. Distribution, specific detection and the pathogenesis variation of *Calonectria pseudonaviculata* isolates, causal agent of boxwood blight disease, in Hyrcanian forest of Iran. Entomology and Phytopathology, 84(1): 141-156 (In Persian).
- Kialashki, A., and Anbarlo, J. Comparative study of managed and controlled forest stands in west of Mazandaran (Case study: Seri 3, Lesakoti Forestry Plan). First conference on Natural Resources and Sustainable Development in Southern Lands of Caspian Sea, 8 March 2006, Islamic Azad University, Noor Branch, 14 pp. (In Persian).Krebs, C.J., 1999. Ecological Methodology. Second edition, Addison Wesley Longman, Inc., Menlo Park, California, 745p.
- LeBlanc, N., Salgado-Salazar, C. and Crouch, J.A.,

2018. Boxwood blight: an ongoing threat to ornamental and native boxwood. Applied Microbiology and Biotechnology, 102(10): 4371-4380.
- Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F., 1988. Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing. John Wiley & Sons Inc., New York, 337p.
- McCarthy, J., 2001. Gap dynamics of forest trees: A review with particular attention to boreal forests. Environmental Reviews, 9(1): 1-59.
- Moning, C., Werth, S., Dziock, F., Bässler, C., Bradtka, J., Hothorn, T. and Müller, M., 2009. Lichen diversity in temperate Montana forests is influenced by forest structure more than climate. Forest Ecology and Management, 258(5): 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(2): 353-360.
- Ohsawa, M. and Nagaike, T., 2006. Influence of forest types and effects of forestry activities on species richness and composition of Chrysomelidae in the central mountainous region of Japan. Biodiversity and Conservation, 15(4): 1179-1191.
- Palmer, M.W., McAlister, S.D., Arévalo, J.R. and DeCoster, J.K., 2000. Changes in the understorey during 14 years following catastrophic windthrow in two Minnesota forests. Journal of Vegetation Science, 11(6): 841-854.
- Paltto, H., Nordén, B. and Götmark, F., 2008. Partial cutting as a conservation alternative for oak (*Quercus* spp.) forest—Response of bryophytes and lichens on dead wood. Forest Ecology and Management, 256(4): 536-547.
- Paritsis, J. and Aizen, M.A., 2008. Effects of exotic conifer plantations on the biodiversity of understory plants, epigeal beetlets and birds in *Notofagus dombeyi* forests. Forest Ecology and Management, 255(5-6): 1575-1583.
- Pourbabaei, H., Haddadi-Moghaddam, H., Begyom-Faghir, M. and Abedi, T., 2013. The influence of gap size on plant species diversity and composition in beech (*Fagus orientalis*) forests, Ramsar, Mazandaran Province, North of Iran. Biodiversitas, 14(2): 89-94.
- Rezaee, S., Kia-Daliri, H., Sharifi, K., Ahangaran, Y. and Hajmansoor, S., 2013. Boxwood blight caused by *Cylindrocladium buxicola* in Tonekabon forest. Entomology and Phytopathology, 80(2): 197-198 (In Persian).
- Schaetzl, R.J., Burns S.F., Johnson, D.L. and Small, T.W., 1989. Tree uprooting: review of impacts on forest ecology. Vegetatio, 79(3): 165-176.
- Shabani, S., Akbarinia, M., Jalali, Gh. and Aliarab, A., 2009. The effect of forest gaps size on biodiversity of plant species in Lalis forest-Nowshahr. Iranian Journal of Forest, 1(2): 125-135 (In Persian).
- Shure, D.J., Phillips, D.L. and Bostick, P.E., 2006. Gap size and succession in cutover southern Appalachian forests: an 18 year study of vegetation dynamics. Plant Ecology, 185(2): 299-318.
- Sillett, S.C. and Goslin, M.N., 1999. Distribution of epiphytic macrolichens in relation to remnant trees in a multiple-age Douglas-fir forest. Canadian Journal of Forest Research, 29(8): 1204-1215.
- Thom, D. and Seidl, R., 2016. Natural disturbance impacts on ecosystem services and biodiversity in temperate and boreal forests. Biological Review, 91(3): 760-781.
- van Lierop, P., Lindquist, E., Sathyapala, S. and Franceschini, G., 2015. Global forest area disturbance from fire, insect pests, diseases and severe weather events. Forest Ecology and Management, 352(7): 78-88.
- Vetaas, O.R., 1997. The effect of canopy disturbance on species richness in a central Himalayan oak forest. Plant Ecology, 132(1): 29-38.

Box tree (*Buxus hyrcana* Pojark) habitat investigation for lichen and herbaceous community after disturbance caused by box blight disease (Case study: Lesakoti Forest, Tonekabon)

R. Khanjanzadeh Kakrodi [1], H. Kiadaliri [2*], A. Mattaji [3], M. Es-hagh Nimvari [4] and A. Sheykholeslami [4]

1- Ph.D. Student of Forestry, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
2*- Corresponding author, Associate Prof., Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. E-mail: h-kiadaliri@srbiau.ac.ir
3- Prof., Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University Science and Research Branch, Tehran., Iran
4- Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Chalus Branch, Chalus, Iran

Received: 04.07.2018 Accepted: 07.08.2018

Abstract

This study aimed at evaluating the box tree (*Buxus hyrcana* Pojark) habitat after the occurrence of box blight disease in *Buxo-Fagtum orientalis* (B) and reference pure *Fagetum* (S) stands in the district 3, Lesakoty catchment No. 36, southeast of Tonekabon in the Mazandaran Province. In each stand, 60 micro-plots with 25 m^2 were established, in which the frequency of herbaceous species was recorded. For sampling lichens, 60 × 40 cm quadrats were used. Raw data obtained from the field were compared and analyzed using an independent t-test and CCA analysis. Results revealed that the Simpson species diversity (B = 0.813 ± 0.07, S = 0.649 ± 0.07) and Shannon-Wiener (B = 0.830 ± 0.05, S =0.577 ± 0.05) of herbaceous species were significantly higher in *Buxo-Fagetum orientalis* stand ($p < 0.05$). In addition, the independent t-test for lichen species showed that Simpson species diversity (B = 0.477 ± 0 0.03, S = 0.629 ± 0.03) and Shannon-Weiner (B = 0.738 ± 0.06, S= 1.067± 0/06) in boxwood-beech stand was significantly lower than those in pure beech site ($p < 0.05$). CCA results showed that the environmental conditions, as well as the variability of the presence and diversity of different species of lichens as forest ecosystem bio-indicators were changed, mainly due to the boxwood blight disease in boxwood-beech stand. Further, stand opening caused by disturbances and increase of light reaching the forest floor was identified as a key factor in changing the composition of herbaceous and lichen communities in *Buxo-Fagetum orientalis* stands.

Keywords: Biodiversity, *Buxo-Fagetum orientalis*, fungi, lichen, soil.