فصلنامهٔ علمی - پژوهشی پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۴، شماره ۲، صفحه ۲۲۱-۲۰۷، (۱۳۹۷)

تغییرات تنوع و غنای اشکوب علفی تیپ‌های جنگلی زاگرس میانی در ارتباط با ویژگی‌های اشکوب درختی و برخی متغیرهای خاک

حمزه جعفری سرابی[۱]، بابک پیله‌ور*[۲]، کامبیز ابراری واجاری[۳] و سید محمد واعظ موسوی[٤]

۱- دانشجوی دکترای جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان، لرستان، ایران.
۲- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران.
۳- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران.
٤- استادیار، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۹٦/۰۷/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹٦/۱۰/۲٤

چکیده

این پژوهش به بررسی تنوع و غنای آشکوب علفی تیپ‌های جنگلی زاگرس میانی و ارتباط آن با مشخصه‌های آشکوب درختی و برخی متغیرهای خاکی می‌پردازد. بدین منظور اطلاعات آشکوب درختی تیپ‌های جنگلی بلوط ایرانی، بلوط دارمازو و گلابی وحشی با استفاده از ۲٤ قطعه‌نمونه ۵۰۰ مترمربعی و اطلاعات آشکوب علفی آنها با استفاده از ۲۸۸ قطعه‌نمونه یک مترمربعی تصادفی برداشت شد. در قطعات نمونه اصلی علاوه بر ویژگی‌های فیزیوگرافی، تراکم، ارتفاع جست‌گروه‌ها و مقدار تاج‌پوشش درختی، دو نمونه ترکیبی خاک از اعماق ۰-۱۰ و ۱۰-۳۰ سانتی‌متری برداشت شد. در قطعات نمونه یک مترمربعی درصد حضور گونه‌ها به‌عنوان معیاری از وفور ثبت شد. نتایج نشان داد به‌طور معنی‌داری مقادیر غنا (کل، منهینیک و مارگالف) و تنوع گونه‌ای (شانون-وینر و فیشر-آلفا) آشکوب علفی تیپ جنگلی بلوط دارمازو بیشتر از تیپ بلوط ایرانی است. ضمن اینکه تیپ‌های مذکور فاقد اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های غالبیت، یکنواختی و تنوع سیمپسون بودند. نتایج همبستگی پیرسون مقادیر غنا و تنوع گونه‌ای با متغیرهای خاک نشان داد که تنوع و غنای گونه‌ای تیپ‌های مورد بررسی با مقادیر رس، سیلت، آهک، کلسیم و اسیدیته خاک همبستگی مثبت نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: آشکوب علفی، تنوع زیستی، تیپ جنگلی، خاک جنگلی، زاگرس میانی.

* نویسنده مسئول: Email: babakpilehvar@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

حفظ و نگهداری از تنوع زیستی از اهداف کلیدی در مدیریت منابع طبیعی و شرط لازم برای رسیدن به جنگلداری پایدار است. چراکه بر اساس پژوهش‌ها مقادیر تنوع گونه‌ای با پایداری اکوسیستم ارتباط نزدیکی دارد (Chen *et al.,* 2006). به‌طوری‌که بر مبنای فرضیه تنوع _ پایداری، افزایش تنوع گونه‌ای عامل افزایش پایداری بوم‌شناختی و تولید جوامع زیستی است (Widdicombe *et al.,* 2002). متأسفانه امروزه بشر با مشکلات متعدد محیط زیستی و تهدید تنوع زیستی ناشی از آن مواجه شده است (Kaya and Raynal, 2001). کاهش تنوع زیستی نتیجه پاسخ پیچیده‌ای از تغییرات زیست‌محیطی است (Priego-Santander *et al.,* 2013) که مقدار آن می‌تواند با استفاده از شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای به‌صورت مستقیم مورد اندازه‌گیری قرار گیرد (O'Connor *et al.,* 2011). جنگل‌ها مانند اکوسیستم‌هایی هستند که از طریق ایجاد زیستگاه برای حدود ۷۰ درصد از گونه-های گیاهی و جانوری شناخته‌شده دنیا، نقش اساسی در تنوع زیستی ایفا می‌کنند (Chirici *et al.,* 2011). در این رابطه آشکوب علفی از مهم‌ترین اجزاء اکوسیستم‌های جنگلی است که بیشترین تنوع گیاهی را در میان تمامی طبقات جنگل به‌خود اختصاص داده است (Ampoorter *et al.,* 2015). این آشکوب با اینکه کمتر از ۱ درصد از زیست‌توده جنگل را شکل می‌دهد اما می‌تواند ۹۰ درصد یا بیشتر گونه‌های گیاهی جنگل را در خود جای دهد. از این‌رو می‌توان گفت که تنوع گونه‌ای جنگل تا حد زیادی تابعی از تنوع آشکوب علفی است (Gilliam, 2007). چنانچه برخی پژوهش‌ها نسبت مشارکت آشکوب علفی در تنوع گیاهی اکوسیستم‌های جنگلی را دو تا ده برابر آشکوب درختی تخمین زده‌اند. گذشته از این آشکوب علفی سریع‌تر از دیگر طبقات جنگل به آشفتگی‌های محیطی پاسخ داده و این امر موجب می‌شود تا گونه-های علفی از نرخ انقراض طبیعی بالاتری نسبت به گونه‌های گیاهی دیگر طبقات برخوردار باشند (Gilliam, 2007). این امر موجب شده نرخ انقراض گیاهان علفی در حدود سه برابر بیشتر از گونه‌های پهن‌برگ جنگلی و حدود پنج برابر بازدانگان باشد (Levin and Wilson,1976). بر این اساس می‌توان تهدید تنوع زیستی جنگل را تابعی از تهدید تنوع زیستی گونه‌های علفی دانست (Jolls, 2003). در این راستا Salehzadeh و همکاران (2016) بیان داشتند که بالاترین مقدار شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای در مناطق کمتر دست‌خورده و کمترین آنها در مناطق با تخریب شدید وجود دارد. از سویی دیگر گونه‌های آشکوب علفی معرف خوبی برای نشان دادن توان تولید رویشگاه و وضعیت حفاظتی آن می‌باشند (Suchar and Crookston, 2010) و غنای آنها می-تواند از طریق دسترسی به منابع و شرایط مناسب، توسط آشکوب درختی تحت تأثیر قرار گیرد (Vockenhuber *et al.*, 2011). نتایج پژوهش‌ها نشان داد که تفاوت در تنوع و غنای گونه‌ای جوامع جنگلی ناشی از چندین گرادیان بوم‌شناختی است (Palmer, 1992) که تعیین سهم دقیق و شناخت عوامل بوم-شناختی مؤثر بر آن می‌تواند از طریق برنامه‌ریزی اصولی و صحیح، پایداری و تداوم حیات اکوسیستم را تضمین کند (Randlkofer *et al.,* 2010). خاک و عوامل فیزیوگرافی از عمده‌ترین متغیرهای محیطی هر اکوسیستم می‌باشند که با تغییر در پوشش گیاهی می-توانند مقدار شاخص‌های تنوع زیستی اکوسیستم را تحت تأثیر قرار دهند. ازآنجاکه در نتیجه تغییر در مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، ترکیب و مقدار رشد پوشش گیاهی جنگلی تحت تأثیر قرار می‌گیرد

Archive of SID

www.SID.ir

(Crowley *et al.*, 2003)، بررسی توسعه و تحول خاک در ارتباط با پوشش گیاهی از فرآیندهای بوم-شناختی پیچیده است. عوامل فیزیوگرافی نیز با تأثیر بر ویژگی‌های خاک نقش مهمی در تنوع و پراکنش گونه‌های گیاهی ایفا می‌کنند (Enright *et al*., 2005). مرور پژوهش‌های انجام‌شده در این رابطه نشان می-دهد که شرایط محیطی مناسب با فعل‌وانفعالات مثبت بین‌گونه‌ای، به همراه روابط تسهیل‌کننده گونه‌ای موجب افزایش تنوع گونه‌ای می‌شود (Cerny *et al.*, 2013). همچنین Haugo و همکاران (2010) نیز بیان داشتند در مقیاس سیمای سرزمین عواملی مانند زمین‌شناسی، توپوگرافی، هیدرولوژی و مدیریت با ایجاد ماتریسی از زیستگاه‌های با ترکیب و پوشش گیاهی متفاوت، بر روی غنای گونه‌ای تأثیرگذار هستند.

جنگل‌های کوهستانی زاگرس مرکزی با اقلیم مدیترانه‌ای به دلیل شرایط مختلف توپوگرافی نشان‌دهنده تنوع قابل‌توجهی در ترکیب، فراوانی و توزیع گونه‌های گیاهی است. ازآنجاکه مناطق مدیترانه‌ای گونه‌های بومی زیادی را در خود جای‌داده است، نقش دخالت‌های انسان در این مناطق بر روی تنوع زیستی جهانی اثری مضاعف داشته و این امر موجب می‌شود اکوسیستم‌های مدیترانه‌ای در بین پرمخاطره‌ترین اکوسیستم‌های جهان قرار گیرند (Underwood *et al.*, 2009)؛ بنابراین بررسی و مقایسه تنوع آشکوب علفی جنگل‌های زاگرس در ارتباط با آشکوب درختی و شرایط خاکی می‌تواند اطلاعات مهمی در مورد ترکیب، تنوع و دیگر ویژگی-های تیپ‌های جنگلی این اکوسیستم ارزشمند را ارائه دهد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش آشکوب علفی و برخی متغیرهای محیطی (مشخصه‌های اشکوب درختی و برخی متغیرهای خاکی) تیپ‌های جنگلی گلابی وحشی (*Pyrus glabra* Boiss.)، بلوط دارمازو (*Quercus infectoria* Oliv.) و بلوط ایرانی (*Q. brantii* Lindl.) جنگل‌های استان لرستان مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (جدول ۱). این سه منطقه با خاک‌های انتی‌سول و یا اینسپتی‌سول دارای اقلیم نیمه مرطوب هستند.

جدول ۱- مشخصات تیپ‌های جنگلی مورد بررسی

Table 1. The studied forest typs characteristics

(Beiranvand *et al.*, 2004, Farhadi *et al.*, 2014, Mehdifar *et al.*, 2015)

تیپ جنگلی Forest type	موقعیت جغرافیایی Geographical location	بارندگی Rainfall (mm)	ارتفاع Altitude (m)
گلابی *Pyrus glabra*	34°.03′.47″ - 34°.02′.42″ 47°.35′.39″ - 47°.34′.41″	468	1700-1995
دارمازو *Quercus infectoria*	33°.47′.26″ - 33°.47′.23″ 47°.55′.40″ - 47°.54′.40″	670	1200-2400
بلوط ایرانی *Quercus brantii*	33°.19′.41″ - 32°.13′.51″ 48°.38′.20″ - 48°.20′.57″	725	1500-2500

Archive of SID

www.SID.ir

در این پژوهش پس از جنگل گردشی در تیپ-های جنگلی موردنظر، مناطق معرف و همگن برای نمونه‌برداری انتخاب شد. سپس در زمان‌های اوج پوشش گیاهی تاج‌پوشش گونه‌های درختی و ویژگی-های فیزیوگرافی تیپ‌های جنگلی مورد بررسی با استفاده از ۲٤ قطعه‌نمونه تصادفی ۵۰۰ مترمربعی (۲۰×۲۵ متر) برداشت شد. یادآوری می‌شود داده‌های جهت جغرافیایی با استفاده از رابطه ($TE= 1+ \cos(\theta)$) کمی شد. در این رابطه TE مقدار تبدیل‌شده و θ مقدار آزیموت جهت است، مقدار TE بین صفر در جهت جنوبی تا دو در جهت شمال متغیر است (Jiang *et al.*, 2007). برای برداشت آشکوب علفی هر قطعه-نمونه از سه زیر قطعه‌نمونه چهار مترمربعی تصادفی استفاده شد. این سطح به روش حداقل سطح و بر اساس منحنی‌های گونه – مساحت در تیپ‌های جنگلی محاسبه شد (Stohlgren, 2007). استقرار تصادفی قطعات نمونه با تحت پوشش قرار دادن مناطق ناهمگن و گرادیان‌های محیطی پیچیده شانس برداشت گونه‌های نادر و به‌تبع آن تعداد گونه‌های بیشتر را افزایش می‌دهد (Stohlgren, 2007). جهت اشراف کامل نمونه‌بردار برای شناسایی و تعیین دقیق‌تر درصد حضور گونه‌ها، هرکدام از قطعات نمونه چهار مترمربعی به چهار زیر قطعه‌نمونه یک مترمربعی تقسیم (Sánchez-González and López-Mata, 2005) و در هر زیر قطعه‌نمونه یک مترمربعی علاوه بر اندازه-گیری غنای گونه‌ای، درصد حضور گونه‌های گیاهی به‌عنوان معیاری از وفور جهت اندازه‌گیری شاخص-های تنوع گیاهی ثبت شد. از این‌رو در تحقیق حاضر از داده‌های ۷۲ قطعه‌نمونه ترکیبی چهار مترمربعی که نتیجه داده‌های ۲۸۸ ریز قطعه‌نمونه یک مترمربعی است، برای محاسبه استفاده شد. جهت اندازه‌گیری متغیرهای خاکی نیز دو نمونه خاک از اعماق ۰-۱۰ و ۱۰-۳۰ سانتیمتری قطعات نمونه اصلی برداشته شد (Barnes *et al.*, 1998). برای کاهش خطا، نمونه‌ها به‌صورت ترکیبی از چهارگوشه و مرکز قطعه‌نمونه اصلی برداشت شدند (Koorem and Moora, 2010). ویژگی‌های خاکی اندازه‌گیری‌شده شامل مقادیر هدایت الکتریکی، اسیدیته، کربن آلی، ازت کل، پتاسیم، کلسیم، درصد آهک، وزن مخصوص ظاهری، بافت خاک و اندوخته کربن خاک می‌باشند. در این بررسی شاخص‌های تنوع، غنا، یکنواختی و غالبیت گونه‌ای با استفاده از نرم‌افزار تخصصی PAST اندازه‌گیری شد. نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف اسمیرنوف و مقایسه متغیرها در تیپ‌های جنگلی با آنالیز واریانس یک‌طرفه انجام گرفت. برای انجام مقایسات چندگانه نیز پس از انجام آزمون همگنی واریانس داده‌ها (آزمون لون)، در صورت همگنی واریانس‌ها از آزمون دانکن و در صورت عدم همگنی از دانت تی‌تری استفاده شد. ارتباط متغیرهای خاکی با مقادیر تنوع با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون و تجزیه‌وتحلیل‌های کمی نیز با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۲) انجام شد.

نتایج

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تیپ‌های جنگلی مورد بررسی بدون اختلاف در مقادیر شیب، جهت، ارتفاع و مقدار تاج پوشش دارای اختلاف معنی‌داری در مقادیر ارتفاع جست گروه‌ها و تراکم هستند (جدول ۲).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین و خطای معیار عوامل فیزیوگرافی و مشخصات جنگل‌شناسی تیپ‌های جنگلی

Table 2. Comparison of mean and standard error of physiographic factors and silvicultural characteristics of forest types

F	بلوط ایرانی *Q. brantii*	بلوط دارمازو *Q. infectoria*	گلابی وحشی *Pyrus glabra*	متغیر Variable
2.86 ns	1897.87±41.23	1790.25±34.69	1384±12.85	ارتفاع از سطح دریا (متر) Altitude (m)
0.13 ns	1.86±0.07	1.83±0.05	1.82±0.06	جهت جغرافیایی Exposure
0.85 ns	36.25±3.73	37.75±4.05	31.12±3.47	شیب (درصد) Slope (%)
2.1 ns	58.81±5.19	56.84±3.66	69.06±4.57	تاج‌پوشش (درصد) Canopy (%)
33.4**	6.02±0.31 b	3.84±0.18 a	3.48±0.19 a	ارتفاع درختان (متر) Tree Height (m)
15.2**	78±10.86 b	70.12±9.62 b	142.15±9.85 a	تراکم درختی (تعداد در قطعه‌نمونه) Tree density (Number/Plot area)

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns بدون اختلاف معنی‌دار. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

** Significant at 1% level, * Significant at 5% level and ns No significant difference. Same letters indicate no significant difference.

نتایج آنالیز واریانس شاخص‌های تنوع گیاهی نشان داد که بین تیپ‌های جنگلی موردنظر اختلاف معنی‌داری در مقادیر غنای کل، غنای منهینیک و مارگالف همچنین شاخص‌های تنوع فیشر- آلفا و شانون- وینر وجود دارد (P<۰/۰۵). بدین معنی که بیشترین مقادیر غنا (کل، منهینیک و مارگالف) و تنوع (شانون- وینر و فیشر- آلفا) در تیپ جنگلی بلوط دارمازو و کمترین مقدار مقادیر غنا (کل، منهینیک و مارگالف) و تنوع (شانون- وینر و فیشر- آلفا) در تیپ جنگلی بلوط ایرانی مشاهده شد (جدول ۳). از طرف دیگر تیپ‌های جنگلی مورد بررسی فاقد اختلاف معنی‌دار در شاخص‌های غالبیت، یکنواختی و تنوع سیمپسون بودند (P >۰/۰۵).

جدول ۳- مقایسه میانگین و خطای معیار شاخص‌های تنوع علفی در تیپ‌های جنگلی

Table 3. Comparison of mean and standard error of diversity indices in forest types

F	بلوط ایرانی *Q. brantii*	بلوط دارمازو Q. *infectoria*	گلابی وحشی *Pyrus glabra*	شاخص Index
0.86 ns	0.19±0.22	0.15±0.32	0.16±0.18	غلبه سیمپسون Dominance D
4.28*	22.04±1.43 b	32.2±1.06 a	26.03±3.89 ab	غنای کل Taxa S
4.51*	8.54±1.11 b	13.41±1.59 a	10.09±0.57 ab	تنوع فیشر- آلفا Fisher alpha
0.33 ns	0.73±0.02	0.75±0.03	0.72±0.02	یکنواختی پایلو Equitability J
9.33**	4.4±0.32 b	6.16±0.31 a	5.48±0.22 a	غنای مارگالف Margalef

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۳.

Continued table 3.

F	بلوط ایرانی *Q. brantii*	بلوط دارمازو Q. *infectoria*	گلابی وحشی *Pyrus glabra*	شاخص Index
6.29**	2.02±0.16 a	2.69±0.15 b	2.16±0.08 a	غنای منهینیک Menhinick
1.42 ns	0.48±0.35	0.47±0.47	0.4±0.26	یکنواختی شلدون Evenness e^H/S
0.74 ns	0.80±0.02	0.84±0.03	0.83±0.01	تنوع سیمپسون Simpson 1-D
4.02*	2.38±0.1 a	2.87±0.18 b	2.43±0.08 a	تنوع شانون-وینر Shannon H

نتایج همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های خاکی با مقادیر شاخص‌های تنوع گیاهی نشان می‌دهد که مقادیر غنا (کل، منهینیک و مارگالف) و تنوع (فیشر آلفا و شانون وینر) با مقادیر رس، سیلت، آهک، کلسیم و اسیدیته خاک همبستگی مثبتی دارند. حال آنکه مقادیر ماسه، عناصر غذایی پتاسیم، نیتروژن، کربن آلی، رطوبت اشباع خاک و اندوخته کربن خاک همبستگی منفی با مقادیر تنوع و غنای گونه‌ای نشان می‌دهد (جدول ٤).

جدول ٤- همبستگی پیرسون بین متغیرهای خاکی عمق اول و دوم با مقادیر شاخص‌های تنوع علفی

Table 4. Pearson correlation between edaphic factors of the first and second depth with the values of herbaceous diversity indices

فیشر آلفا Fisher alpha	شانون- وینر Shannon H	مارگالف Margalef	منهینیک Menhinick	غنای کل Taxa S	متغیر Variable
0.34 ns	0.14 ns	0.44*	0.28 ns	0.22 ns	رس(۱) (درصد) Clay (1) (%)
0.47*	0.41*	0.66**	0.47*	0.46*	سیلت(۱) (درصد) Silt (1) (%)
-0.47*	-0.28 ns	-0.64**	-0.44*	-0.41*	ماسه(۱) (درصد) Sand (1) (%)
0.47*	0.14 ns	0.39 ns	0.46*	0.24 ns	آهک(۱) (درصد) T.N.V (1) (%)
-0.49*	-0.43 *	-0.67**	-0.51*	-0.4 ns	پتاسیم(۱) ($Mg.kg^{-1}$) K (1) ($Mg.kg^{-1}$)
-0.46*	-0.28 ns	-0.66**	-0.45*	-0.43*	نیتروژن(۱) (درصد) N (1) (%)
-0.47*	-0.29 ns	-0.67**	-0.46*	-0.44*	کربن آلی(۱) (درصد) O.C (1) (%)
0.26 ns	0.26 ns	0.42*	0.27 ns	0.23 ns	اسیدیته(۱) pH (1)

** همبستگی معنی‌دار در سطح ۱ درصد، *همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns بدون وجود همبستگی معنی‌دار.

** Correlation is significant at the 0.01 level, * Correlation is significant at the 0.05 level, ns Correlation is not significant.

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ٤.

Continued table 4.

فیشر آلفا Fisher alpha	شانون- وینر Shannon H	مارگالف Margalef	منهینیک Menhinick	غنای کل Taxa S	متغیر Variable
-0.00 ns	-0.06 ns	0.06 ns	-0.08 ns	-0.05 ns	هدایت الکتریکی(۱) ($ds.m^{-1}$) E.C (1) ($ds.m^{-1}$)
0.62**	0.15 ns	0.61**	0.54**	0.38 ns	کلسیم(۱) ($meq.lit^{-1}$) Ca (1) ($meq.lit^{-1}$)
-0.36 ns	-0.26 ns	-0.54**	-0.41*	-0.36 ns	رطوبت اشباع(۱) (درصد) SP (1) (%)
0.34 ns	0.28 ns	0.39 ns	0.31 ns	0.31 ns	وزن مخصوص ظاهری(۱) (gr/cm^3) B. density (1) (gr/cm^3)
-0.4 *	-0.29 ns	-0.6**	0.31 ns	-0.4 ns	اندوخته کربن(۱) (kg/ha) C. sequestration (1) (kg/ha)
0.34 ns	0.32 ns	0.46*	0.41*	0.16 ns	رس(۲) (درصد) Clay (2) (%)
0.54**	0.41*	0.66**	0.53**	0.46*	سیلت(۲) (درصد) Silt (2) (%)
-0.5*	-0.44 *	-0.62**	-0.52**	-0.37 ns	ماسه(۲) (درصد) Sand (2) (%)
0.31 ns	0.19 ns	0.25 ns	0.31 ns	0.12 ns	آهک(۲) (درصد) T.N.V (2) (%)
-0.45*	-0.22 ns	-0.6**	-0.46*	-0.42*	پتاسیم(۲) ($Mg.kg^{-1}$) K (2) ($Mg.kg^{-1}$)
-0.52**	-0.28 ns	-0.73**	-0.53**	-0.47*	نیتروژن(۲) (درصد) N (2) (%)
-0.52**	-0.29 ns	-0.73**	-0.54**	-0.48*	کربن آلی(۲) (درصد) O.C (2) (%)
0.45*	0.31 ns	0.52**	0.43*	0.28 ns	اسیدیته(۲) pH (2)
0.07 ns	0.34 ns	0.09 ns	0.12 ns	-0.31 ns	هدایت الکتریکی(۲) ($ds.m^{-1}$) E.C (2) ($ds.m^{-1}$)
0.39 ns	-0.36 ns	0.35 ns	0.48 *	0.42*	کلسیم(۲) ($meq.lit^{-1}$) Ca (2) ($meq.lit^{-1}$)
-0.42*	-0.02 ns	-0.42*	-0.34 ns	-0.35 ns	رطوبت اشباع(۲) (درصد) SP (2) (%)
0.09 ns	-0.04 ns	0.2 ns	0.05 ns	0.2 ns	وزن مخصوص ظاهری(۲) (gr/cm^3) B. density (2) (gr/cm^3)
-0.5*	-0.26 ns	-0.69 **	-0.52 **	-0.45 *	اندوخته کربن(۲) (kg/ha) C. sequestration (2) (kg/ha)

**همبستگی معنی‌دار در سطح ۱ درصد، *همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns بدون وجود همبستگی معنی‌دار.

** Correlation is significant at the 0.01 level, * Correlation is significant at the 0.05 level, ns Correlation is not significant.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج همبستگی پیرسون بین مقادیر عوامل محیطی و مشخصه‌های جنگل‌شناسی تیپ‌های جنگلی با مقادیر شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای نشان داد که تنها مقادیر ارتفاع جست گروه‌ها با غنا گونه‌ای مارگالف همبستگی منفی معنی‌داری نشان می‌دهد. همچنین با اینکه تیپ‌های مورد بررسی دارای تفاوت معنی‌داری در مقادیر تراکم بودند اما این مشخصه تأثیر معنی‌داری بر مقادیر غنا و تنوع گونه‌ای نداشت (جدول ۵).

جدول ۵- همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های جنگل‌شناسی و عوامل فیزیوگرافی با مقادیر شاخص‌های تنوع علفی

Table 5. Pearson correlation between silviculturеal characteristics and physiographic factors with values of herbaceous diversity indices

متغیر Variable	غنای کل Taxa S	منهینیک Menhinick	مارگالف Margalef	شانون- وینر Shannon H	فیشر آلفا F. alpha
ارتفاع از سطح دریا (متر) Altitude (m)	-0.24 ns	-0.34 ns	-0.33 ns	-0.24 ns	-0.36 ns
جهت جغرافیایی Exposure	-0.28 ns	-0.11 ns	-0.19 ns	-0.08 ns	-0.08 ns
شیب (درصد) Slope (%)	0.11 ns	0.24 ns	0.05 ns	0.25 ns	0.21 ns
تاج پوشش (درصد) Canopy (%)	-0.21 ns	-0.11 ns	0.11 ns	-0.05 ns	-0.04 ns
ارتفاع درختان (متر) Tree Height (m)	-0.27 ns	-0.35 ns	-0.55 **	-0.12 ns	-0.37 ns
تراکم درختی (تعداد در قطعه‌نمونه) Tree density (Number/Plot area)	-0.29 ns	-0.08 ns	0.06 ns	0.11 ns	0.00 ns

بحث

به‌طورکلی بیشترین مقادیر غنا و تنوع گونه‌ای آشکوب علفی ناحیه زاگرس میانی در تیپ جنگلی دارمازو مشاهده شد. با توجه به نتایج همبستگی پیرسون، بالا بودن مقادیر رس، سیلت، آهک، کلسیم، اسیدیته خاک از عمده‌ترین دلایل افزایش غنا و تنوع گونه‌ای این تیپ بشمار می‌رود. این در حالی است که کمترین مقدار غنا و تنوع گونه‌ای آشکوب علفی در تیپ جنگلی بلوط ایرانی وجود داشت. در این رابطه نیز بالا بودن مقادیر ماسه، عناصر غذایی، رطوبت اشباع و اندوخته کربن خاک در کنار ارتفاع بیشتر اشکوب درختی از مهم‌ترین عوامل کاهش غنا و تنوع گونه‌ای تیپ جنگلی بلوط ایرانی است.

بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده، تغییرات مشاهده‌شده در مقادیر شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای می‌تواند ناشی از عوامل محیطی و یا روابط بین‌گونه‌ای باشد (Zare Chahouki *et al.*, 2011). در این پژوهش نیز همان‌گونه که نتایج جدول شماره ۲ نشان می‌دهد مناطق نمونه‌برداری در تیپ‌های جنگلی مورد بررسی از نظر فیزیوگرافی و مساحت تاج‌پوشش فاقد اختلاف معنی‌داری بودند. این موضوع نشان می‌دهد رویشگاه-های نمونه‌برداری شده از نظر مشخصه‌های فیزیوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع) کاملاً همگن بوده و نوع گونه آشکوب درختی است که از طریق مشخصات جنگل‌شناسی و یا تغییر در متغیرهای خاکی توانسته بر روی تنوع و غنای زیراشکوب مؤثر باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

به‌طوری‌که طبق نتایج آشکوب علفی تیپ‌های جنگلی بلوط دارمازو، گلابی وحشی و بلوط ایرانی به ترتیب دارای بیشترین مقادیر غنا و تنوع گونه‌ای می‌باشند (جدول ۳)؛ بنابراین برای تعیین عوامل محیطی تأثیرگذار، ارتباط مقادیر غنا و تنوع گیاهی تیپ‌های جنگلی مورد بررسی در ارتباط با مشخصات جنگل-شناسی چون ارتفاع آشکوب درختی، مقدار تاج پوشش، تراکم و برخی متغیرهای خاک کمی شد. همان‌گونه که نتایج نشان داد در بین مشخصه‌های جنگل‌شناسی تیپ‌های جنگلی مختلف ارتفاع جست گروه‌های آشکوب درختی تنها مشخصه‌ای است که بر مقدار غنای آشکوب علفی مؤثر بوده است. در این راستا Ampoorter و همکاران (2014) نیز بیان داشتند که تغییر در مشخصه‌های آشکوب درختی می‌تواند تنوع و غنای آشکوب علفی را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین Verstraeten و همکاران (2014) نیز عنوان کردند که تغییر در ترکیب گونه‌های آشکوب درختی به‌طور معنی‌داری بر روی تنوع گونه‌های آشکوب علفی تأثیرگذار است (Verstraeten *et al.*, 2014). بدین معنی که آشکوب درختی می‌تواند با تغییر در قابلیت دسترسی به منابع و شرایط مناسب، غنای گیاهان زیراشکوب را تحت تأثیر قرار دهد (Vockenhuber *et al.*, 2011). از طرفی نتایج نشان داد که باوجود اختلاف معنی‌دار در مقادیر تراکم و تاج‌پوشش تیپ‌های مورد بررسی، این مشخصه‌ها تأثیر معنی‌داری بر مقدار تنوع و غنای گونه‌ای نداشته است. این نتایج بیان می‌دارد که تغییر در ساختار آشکوب درختی (عمودی و افقی) تیپ‌های جنگلی زاگرس میانی تأثیر معنی‌داری در مقادیر تنوع و غنای گونه‌ای آشکوب علفی ایجاد نمی‌کند. برخلاف این نتیجه یافته‌های Barbier و همکاران (2008) نشان می‌دهد که ساختار تاج پوشش آشکوب درختی از طریق تغییر در مقدار نور، مشخصه‌های آشکوب علفی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌طوری‌که افزایش نور با فراهم شدن شرایط برای استقرار گونه‌های نورپسند زمینه افزایش غنای گونه‌ای را فراهم می‌آورد (Weber *et al.*, 2014).

با توجه به نمونه‌برداری انجام‌شده در مناطق همگن و عدم وجود همبستگی بالا بین ویژگی‌های آشکوب درختی و مقادیر غنا و تنوع آشکوب علفی می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات در مقادیر غنا و تنوع اشکوب علفی می‌تواند عمدتاً ناشی از متغیرهای خاکی باشد. در این رابطه بررسی همبستگی پیرسون بین مقادیر غنا و تنوع در ارتباط با متغیرهای خاکی نشان داد که با افزایش مقادیر رس، سیلت، آهک، کلسیم و اسیدیته خاک مقادیر غنا و تنوع گونه‌ای آشکوب علفی تیپ‌های جنگلی زاگرس مرکزی افزایش می‌یابد (همبستگی مثبت) (جدول ٤). همبستگی مثبت بین شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای با مقادیر رس خاک می‌تواند در نتیجه حفظ رطوبت خاک توسط رس و در دسترس قرار گرفتن بیشتر آن برای گیاه توجیه شود. چراکه نتایج Medinski و همکاران (2010) نیز نشان داد که مقدار رس با حفظ افزایش رطوبت خاک در افزایش تنوع گونه‌ای مؤثر است. برخلاف این نتیجه پژوهش‌های Taleshi and Akbarinia (2011) و Mirzaei و همکاران (2008) نشان دادند که با افزایش رس تنوع گونه‌های علفی کاهش می‌یابد. در تحقیق حاضر همبستگی مثبت معنی‌داری بین مقادیر غنا و تنوع گونه‌ای در ارتباط با مقدار سیلت خاک مشاهده شد. در تائید این نتیجه Mirzaei و همکاران (2008) بیان داشتند که مقدار سیلت با تنوع گونه‌های علفی همبستگی مثبتی دارد، به‌طوری‌که با افزایش درصد سیلت مقدار تنوع گونه-های علفی افزایش پیدا می‌کند. ایشان در این رابطه

Archive of SID

www.SID.ir

بیان داشتند که سیلت با ذخیره بیشتر آب در محدوده پراکنش ریشه گیاهان و مساعد کردن شرایط رطوبتی خاک افزایش تنوع گونه‌ای را در پی دارد. در واقع مناسب بودن سیلت از جهت اعتدال در نفوذ آب و وجود عناصر غذایی فراوان از دیگر دلایل افزایش غنای گونه‌ای است (Guerrero-Campo *et al.*, 1999). طبق نتایج مقادیر غنا و تنوع گونه‌ای با مقدار آهک و کلسیم خاک همبستگی مثبت معنی‌داری نشان داد. در واقع با توجه به وجود سنگ مادر آهکی در اکثر مناطق جنگلی زاگرس (Marvie-Mohadjer, 2011) می‌توان انتظار داشت با افزایش مقدار کلسیم و آهک خاک تعداد گونه‌ها افزایش یابد. چراکه کلسیم از مهم‌ترین متغیرهای خاکی است که از طریق کنترل در جذب دیگر فرم‌های غذایی (Pausas and Austin, 2001) می‌تواند پوشش گیاهی را تحت تأثیر قرار دهد. در این راستا Mirzaei و همکاران (2008) نیز بیان داشتند که در دامنه‌های غربی زاگرس آهک با تنوع گونه‌های علفی زیراشکوب همبستگی مثبتی نشان می‌دهد. همچنین Tinya و همکاران (2009) نیز بیان داشتند که پوشش گیاهی بر روی خاک آهکی تراکم بیشتری دارد، درحالی‌که بر روی خاک اسیدی حتی با وجود سطوح بالاتر نور مقدار پوشش گیاهی کاهش می‌یابد. همچنین در پژوهش دیگر در حوزه‌های آبخیز ویرجینیا نشان داده شد که تنوع گیاهی و درصد پوشش رابطه معنی‌داری با مقدار اسیدیته و کلسیم خاک دارد (Gilliam and Dick, 2010). طبق نتایج مقدار غنا و تنوع گونه‌ای با افزایش اسیدیته خاک همبستگی مثبتی نشان داد. بدیهی است با توجه به نتایج افزایش تنوع و غنا در نتیجه افزایش آهک و کلسیم خاک این نتیجه دور از انتظار نبود. چراکه با افزایش مقادیر آهک و کلسیم اسیدیته خاک نیز افزایش می‌یابد. در واقع این نتیجه می‌تواند به‌واسطه اثر مثبت اسیدیته بر نیتروژن آمونیمی و ظرفیت تبادل کاتیونی تبیین شود (Roelofs *et al.*, 1996). در این رابطه پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که با افزایش اسیدیته غنا و تنوع گونه‌ای افزایش می‌یابد (Medinski *et al.*, 2010; Roelofs *et al.*, 1996). همچنین پژوهش‌های دیگری در جنگل‌های اروپای مرکزی نشان داده است که همبستگی مثبتی بین غنای گونه‌ای زیر آشکوب و افزایش اسیدیته خاک گونه‌های درختی وجود دارد (Vockenhuber *et al.*, 2011). در پژوهش حاضر با افزایش مقادیر ماسه، رطوبت اشباع، اندوخته کربن و عناصر غذایی خاک از مقدار غنا و تنوع گونه‌ای کاسته شد (همبستگی منفی). در تائید این نتایج در پژوهش‌های مشابه Grongroft و همکاران (2003) و همچنین Mirzaei و همکاران (2008) نشان دادند که با افزایش درصد شن در خاک رویشگاه‌های جنگلی عمدتاً از مقدار تنوع گونه‌ای کاسته می‌شود. در توجیه این مطلب می‌توان گفت که مقدار شن مانند ویژگی‌های فیزیکی خاک است که موجب بالا رفتن نفوذپذیری و خشک شدن سریع خاک می‌شود (Bay bordi, 1993). از این‌رو ازآنجاکه رطوبت در دسترس ریشه مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد گیاهان است (Fisher *et al.*, 1987) افزایش شن با کاهش رطوبت در دسترس گیاهان می‌تواند تأثیر منفی بر حضور گونه‌های علفی داشته باشد. در تائید این نتیجه Modaberi and Minaee (2014) نیز بیان داشتند در دامنه‌های جنوبی زاگرس، تنوع و غنای گونه‌های علفی با درصد شن رابطه‌ی معکوس دارد. طبق نتایج با افزایش عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم و کربن آلی خاک مقدار شاخص‌های غنا و تنوع کاهش محسوس و معنی‌داری نشان داد. بر اساس پژوهش‌ها و بر مبنای تئوری منحنی حاصلخیزی – تنوع، مقادیر تنوع و غنای گونه‌ای در رویشگاه‌های حاصلخیز به علت

Archive of SID

www.SID.ir

خارج‌سازی ناشی از رقابت کاهش می‌یابد (Stohlgren, 2007). طبق مبانی این تئوری در طول گرادیانی از حاصلخیزی خاک (افزایش عناصر غذایی) مقادیر شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای حالت کوهان مانند به خود می‌گیرد. بدین معنی که در حاصلخیزی-های بالا و پایین خاک مقدار شاخص‌های تنوع و غنای حداقل و حاصلخیزی‌های متوسط به حداکثر مقدار شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای می‌رسیم. بر این اساس در این پژوهش نیز دور از انتظار نیست که بالا بودن عناصر غذایی خاک (حاصلخیزی) در تیپ جنگلی بلوط ایرانی موجب کاهش غنا و تنوع آشکوب علفی این تیپ جنگلی شده است. در این راستا Roem and Berendse (2000) نیز با بررسی اثر نیتروژن موجود در خاک بر تنوع زیستی علفزارها و بوته‌زارهای هلند نتیجه گرفتند که افزایش مقدار نیتروژن خاک موجب کاهش غنا می‌شود (Roem and Berendse, 2000). برخلاف نتایج این پژوهش Vahedi و همکاران (2014) و همچنین (2007) Kirby and Potvin بیان داشتند که شاخص غنای گونه‌ای با تغییرات ماده آلی خاک ارتباط معنی‌داری ندارد. جیمنز و همکاران نیز اذعان داشتند که تنوع گونه‌های گیاهی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر میزان کربن آلی خاک است (Jimenez *et al.*, 2007). به‌طوری‌که افزایش ماده آلی خاک از طریق بهبود وضعیت خاک (Binkley and Giardina, 1998) می-تواند سبب افزایش غنا و تنوع گونه‌ای شود. همچنین Enright و همکاران (2005) نیز در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که تنوع گونه‌ای با افزایش ماده آلی و رطوبت اشباع خاک رابطه مستقیم دارد. بررسی همبستگی پیرسون بین مقادیر اندوخته کربن خاک و مقادیر تنوع و غنای گونه‌ای حاکی از وجود رابطه‌ای منفی بود. در این رابطه یک پژوهش نیز بیان داشتند که مقادیر تنوع گیاهی در تیپ‌های مختلف پوشش گیاهی یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده تغییرات اندوخته کربن آلی خاک به‌شمار می‌رود (Hollingsworth *et al.*, 2008). به‌طوری‌که بر مبنای پژوهش Cantarello و همکاران (2011) با تغییر در ترکیب پوشش و افزایش تنوع گیاهی، می‌توان ذخایر اندوخته کربن را افزایش داد. در این پژوهش برعکس مشاهده شد که با افزایش شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای از مقدار اندوخته کربن خاک کاسته شد. این امر بیان می‌دارد لزوماً رابطه مستقیمی بین تنوع و مقدار اندوخته کربن خاک وجود ندارد. از نظر ارتباط رطوبت اشباع خاک با مقادیر تنوع و غنای گونه‌ای نتایج نشان داد که با افزایش رطوبت اشباع مقدار غنا و تنوع کاهش یافت. در واقع ازآنجاکه بین مقدار ماده آلی و رطوبت اشباع خاک رابطه مستقیم و معنی‌داری وجود دارد (Silveria *et al.*, 2010)، از این‌رو به نظر می‌رسد افزایش رطوبت اشباع خاک در نتیجه بالا بودن مقدار مواد آلی خاک سبب کاهش مقادیر غنا و تنوع گونه‌ای شده است. برخلاف این نتایج Modaberi Minaee (2014) and بیان داشتند در دامنه‌های جنوبی زاگرس تنوع و غنای گونه‌های علفی با درصد رطوبت اشباع رابطه‌ی مستقیم دارد. بر طبق پژوهش‌های انجام‌گرفته، افزایش شاخص تنوع سیمپسون در ارتباط با شاخص‌های یکنواختی و افزایش شاخص تنوع شانون- وینر در ارتباط با شاخص‌های غنای گونه‌ای است (Zare Chahouki *et al.*, 2011). بر این اساس عدم معنی-داری در شاخص‌های یکنواختی سه تیپ جنگلی سبب عدم تفاوت در شاخص تنوع سیمپسون و مقادیر متنوع شاخص غنا در تیپ‌های مورد بررسی سبب تفاوت در مقادیر تنوع شانون- وینر شده است. همچنین ازآنجاکه این تیپ‌ها فاقد اختلاف معنی‌دار در شاخص غالبیت گونه‌ای بودند از این‌رو به‌تبع آن فاقد اختلاف معنی-

Archive of SID

www.SID.ir

داری در شاخص‌های یکنواختی نیز بودند، چراکه شاخص‌های یکنواختی برعکس شاخص غالبیت گونه-ای عمل می‌کند، به عبارتی سه تیپ جنگلی از یکنواختی نسبی یکسانی برخوردار هستند.

به‌طورکلی نتایج نشان می‌دهد گرچه بلوط ایرانی به‌عنوان گونه کلیماکس جنگل‌های غرب است اما لزوماً دارای آشکوب علفی با حداکثر تنوع و غنای گونه‌ای نیست. چراکه در نتیجه سبک‌تر شدن بافت (افزایش ماسه) و افزایش عناصر غذای خاک در این تیپ جنگلی، آشکوب علفی از حالت رقابتی خارج و به‌تبع آن تنوع و غنای گونه‌ای پایین‌تری نسبت به دیگر تیپ‌ها پیدا می‌کند. همچنین با اینکه تیپ‌های مورد بررسی از نظر مشخصه‌های جنگل‌شناسی تراکم و ارتفاع جست گروه‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بودند اما نتایج همبستگی پیرسون نشان می‌دهد که مقادیر غنا و تنوع اشکوب علفی به علت وجود نور کافی در تیپ‌های جنگلی زاگرس میانی کمتر تحت تأثیر مشخصه‌های جنگل‌شناسی بوده و بیشتر تحت تأثیر متغیرهای خاکی (عناصر غذایی و بافت خاک) قرار می‌گیرد.

References

- Ampoorter, E., L. Baeten, J. Koricheva, M. Vanhellemont & K. Verheyen, 2014. Do diverse overstoreys induce diverse understoreys? Lessons from an experimental–observational platform in Finland, *Forest Ecology and Management,* 318: 206-215.
- Ampoorter, E., L. Beaten, M. Vanhellemont, H. Bruelheide, M. Scherer-Lorenzen, A. Baasch, A. Erfmeier, M. Hock & K. Verheyen, 2015. Disentangling tree species identity and richness effects on the herb layer: first results from German tree diversity experiment, *Journal of Vegetation Science*, 26(4): 742-755.
- Barbier, S., F. Gosselin & P. Balandier, 2008. Influence of tree species on understory vegetation diversity and mechanisms involved – a critical review for temperate and boreal forests, *Forest ecology and management,* 254(1): 1-15.
- Barnes, B. V., D. R. Zak, S. R. Denton & S. H. Spurr, 1998. Forest ecology, 4th Edition. John Wiley and Sons press, New York, 774 p.
- Bay Bordi, M., 1993. Physician soil. University press, Tehran, 658 p. (In Persian)
- Beiranvand, R., B. Shirzad, A. Azizian & A. A. Bozorgi, 2004. Chmhsar reservoir project of Delfan, Forest Rangeland and Watershed country. 105 p. (In Persian)
- Binkley, D. & C. Giardina, 1998. Why tree species affect soils? The wrap and wood of tree soil interactions, *Biogeochemistry,* 42: 89-106.
- Cantarello, E., A. C. Newton & R. A. Hill, 2011. Potential effects of future land-use change on regional carbon stocks in the UK, *Environmental Science & Policy*, 14(1): 40-52.
- Cerny, T., J. Dolezal, S. Janecek, M. Srutek, M. Valachovi, P. Petrika, J. Altman, M. Bartos & J. S. Song, 2013. Environmental correlates of plant diversity in Korean temperate forests, *Acta Oecologica,* 47: 37-45.
- Chen, Y. N., H. Zilliacus, W. H. Li, H. F. Zhang & Y. P. Chen, 2006. Ground-Water level affect plant species diversity along the lower reaches of the Tarim River, Western China, *Journal of Arid Environment,* 66(2): 231-246.
- Chirici, G., R. Bertini, D. Travaglini, N. Puletti & U. Chiavetta, 2011. In National Forest Inventories: Contributions to Forest Biodiversity Assessments, *Managing Forest Ecosystems,* 20: 99-119.
- Crowley, W., S. S. C. Harrison, M. Coroi & V. M. Sacre, 2003. An ecological assessment of the plant communities at Port Ban nature reserve in south-western Ireland, *Biology and Environmental: Proceeding of Royal Irish Academy,* 1038(2): 69 - 82.
- Enright, N. J., B. P. Miller & R. Akhtar, 2005. Desert vegetation and vegetation-environment relationships in Kirthar National Park, Sindh, Pakistan, *Journal of Arid Environments,* 61(3): 397-418.
- Farhadi, P., J. Soosani, K. Adeli & V. Alijani, 2014. Analysis of Zagros forest structure using neighborhood-based indices (Case study: Ghalehgol forest, Khorramabad), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research,* 22 (2): 294-306. (In Persian)
- Gilliam, F. S. & D. A. Dick, 2010. Spatial heterogeneity of soil nutrients and plantspecies in herb-dominated communities of contrasting land use, *Plant Ecology,* 209: 83-94.

Archive of SID

www.SID.ir

- Gilliam, F. S., 2007. The ecological significance of the herbaceous layer in temperate forest ecosystems, *BioScience,* 57(10): 845-858.
- Grongroft, A., A. Petersen & G. Miehlich, 2003. Edaphical diversity and biodiversity in mutual dependency project, ID: 01 LC 0024; BIOTA AFRICA So2.
- Guerrero-Campo, J., F. Alberto, J. Hodgoson, J. M. Garcí a-Ruiz & G. Montserrat-Marti, 1999. Plant community patterns in a gypsum area of NE Spain, interactions with topographic factors and soil erosion, *Arid Environments,* 4(41): 401-410.
- Haugo, R. D., S. A. Hall, E. M. Gray, P. Gonzalez & J. D. Bakker, 2010. Influences of climate, fire, grazing, and logging on woody species composition along an elevation gradient in the eastern Cascades, Washington, *Forest Ecology and Management,* 260(12): 2204-2213.
- Hollingsworth, T. N., E. A. G. Schuur, F. S. Schuur & M. D. Walker, 2008. Plant community composition as a predictor of regional soil carbon storage in Alaskan boreal black spruce ecosystems, *Ecosystems,* 11(4): 629-642.
- Jiang, Y., M. Kang, Y. Zhu & G. Xu, 2007. Plant biodiversity patterns on Helan Mountain, China, *Acta Oecologica,* 32(2): 125-133.
- Jimenez, J. J., R. Lal, H. A. Leblanc & R. O. Russo, 2007. Soil organic carbon pool under native tree plantations in the Caribbean lowlands of Costa Rica, *Forest Ecology and Management,* 241(1-3): 134-144.
- Jolls, C. L., 2003. Populations of and threats to rare plants of the herb layer: More challenges and opportunities for conservation biologists. In: Gilliam F. S. & M. R. Roberts (Eds.), The Herbaceous Layer in Forests of Eastern North America. Oxford University Press, New York, pp: 105-162.
- Kaya, Z. & D. J. Raynal, 2001. Biodiversity and conservation of Turkish forest, *Biological Conservation,* 97(2): 131 -141.
- Kirby, K. R. & C. Potvin, 2007. Variation in carbon storage among tree species: Implications for the management of a small-scale carbon sink project, *Forest Ecology and Management,* 246(2-3): 208-221.
- Koorem, K. & M. Moora, 2010. Positive association between understory species richness and a dominant shrub species (*Corylus avellana*) in a boreonemoral spruce forest, *Forest ecology and management,* 260 (8): 1407-1413.
- Levin, D. A. & A. C. Wilson, 1976. Rates of evolution in seed plants: Net increase in diversity of chromosome numbers and species numbers through time, *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 73(6): 2086-2090.
- Marvie-Mohadjer, M. R., 2011. Silviculture, 3nd Edition. University press, Tehran, 418 p. (In Persian)
- Medinski, T. V., A. J. Mills, K. J. Esler, U. Schmiedel & N. Jurgens, 2010. Do soil properties constrain species richness? Insights from boundary line analysis across several biomes in south western Africa, *Journal of Arid Environments,* 74(9): 1052-1060.
- Mehdifar, D., R. Karamian, Kh. Sagheb-Talebi & M. Sepahvand, 2015. Effects of some physical and chemical soil properties on quantitative characteristics of *Quercus infectoria* Oliv. at Shine Forest of Lorestan Province, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research,* 23(2): 234-245. (In Persian)
- Mirzaei, J., M. Akbarinia, S. M. Hosseni & M. Kohzadi, 2008. Biodiversity Comparison of Woody and Ground Vegetation Species in Relation to Environmental Factors in Different Aspects of Zagros forest, *Environmental Sciences,* 5(3): 85-96. (In Persian)
- Modaberi, A. & H. Minaee, 2014. Diversity and richness of plant species in relation to physiographic factors and Physico-chemical properties of soil (Khan-e-kamandar region in Khorramabad), *Environmental Science and Engineering*, 1(4): 19-27. (In Persian)
- O'Connor, T. G., G. Martindale, C. D. Morris, A. Short, T. F. Witkowski & R. Scott-Shaw, 2011. Influence of grazing management on plant diversity of highland sourveld grassland, kwazulu-natal, South Africa, *Rangeland Ecology & Management,* 64(2): 196-207.
- Palmer, M. W., 1992. The Coexistence of Species in Fractal Landscapes, *American Naturalist,* 139(2): 375-397.
- Pausas, J. G. & M. P. Austin, 2001. Patterns of plant species richness in relation to different environment: an appraisal, *Journal of Vegetation Science,* 12(2): 153-166.
- Priego-Santander, A. G., M. Campos, G. Bocco & L. G. Ramirez-Sanchez, 2013. Relationship between landscape heterogeneity and plant species richness on the Mexican Pacific coast, *Applied Geography,* 40: 171-178.
- Randlkofer, B., E. Obermaier, M. Hilker & T. Meiners, 2010. Vegetation complexity: The influence of plant species diversity and plant structures on plant chemical complexity and arthropods, *Basic and Applied Ecology,* 11(5): 383-395.

Archive of SID

www.SID.ir

- Roelofs, J. G. M., R. Bobbink, E. Brouwer & M. C .C. De Graaf, 1996. Restoration ecology of aquatic and terrestrial vegetation on noncalcareous sandy soils in The Netherlands, *Acta Botanica Neerlandica,* 45(4): 517-541.
- Roem, W. J. & F. Berendse, 2000. Soil acidity and nutrient supply ratio as possible factors determinig changes in plant species diversity in grassland and heathland communities, *Biological Conservation,* 92(2): 151-161.
- Salehzadeh, O., J. Es'haghi Rad & H. Maroofi, 2016. The effect of anthropogenic disturbance on flora and plant diversity in Oak forests of west (Baneh city), *Forest Research and Development,* 2(3): 219-240. (In Persian)
- Sánchez-González, A. & L. López-Mata, 2005. Plant species richness and diversity along an altitudinal gradient in the Sierra Nevada, Mexico, *Diversity and Distributions,* 11(6): 567-575.
- Silveria, M. L., N. B. Comerford, K. R. Reddy, J. Prenger & W. F. DeBusk. 2010. Influence of military land uses on soil carbon dynamics in forest ecosystems of Georgia, USA, *Ecological Indicators,* 10 (4): 905-909.
- Stohlgren, T. J., 2007. Measuring plant diversity. Oxford university press, 337 p.
- Suchar, V. A. & N. L. Crookston, 2010. Understory cover and biomass indices predictions for forest ecosystems of the North western United States, *Ecological Indicators,* 10(3): 602-609.
- Taleshi, H. & M. Akbarinia, 2011. Biodiversity of Woody and Herbaceous Vegetation Species in Relation to Environmental Factors in Lowland Forests of Eastern Nowshahr, *Iranian journal of Biology,* 24(5): 766-777. (In Persian)
- Tinya F., B. Mihok, S. Marialigeti, Z. Mag & P. Odor, 2009. A comparison of three indirect methods for estimating understory light at different spatial scales in temperate mixed forests, *Community Ecology*, 10(1): 81-90.
- Underwood, E. C., J. H. Viers, K. R. Klausmeyer, R. L. Cox & M. R. Shaw, 2009. Threats and biodiversity in the medi-terranean biome, *Diversity and Distributions,* 15(2): 188-197.
- Vahedi, A. A., A. Motaji & J. Eshaghi Rad, 2014. Variation of Soil Organic Carbon Pool Weight Associated with Plant Biodiversity (Case Study: Mixed-Beech Forests of Glandrood in Nour), *Iranian Journal of Applied Ecology,* 3(7): 1-11. (In Persian)
- Verstraeten, G., L. Baeten, P. De Frenne, A. Thomaes, A. Demey, B. Muys & K. Verheyen, 2014. Forest herbs show species-specific responses to variation in light regime on sites with contrasting soil acidity: An experiment mimicking forest conversion scenarios, *Basic and Applied Ecology,* 15(4): 316-325.
- Vockenhuber, E. A., C. Scherber, C. Langenbruch, M. Meißner, D. Seidel & T. Tscharntke, 2011. Tree diversity and environmental context predict herb species richness and cover in Germany's largest connected deciduous forest, *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics,* 13(2): 111-119.
- Weber, T. A., J. L. Hart, C. J. Schweitzer & D. C. Dey, 2014. Influence of gap scale disturbance on developmental and successional pathway in Quercus- pinus stands, *Forest ecology and management*, 331: 60-70.
- Widdicombe, C. E., S. D. Archer, P. H. Burkill & S. Widdiocombe, 2002. Diversity and structure of the microplankton community a cocclithophone bloomin the stratified northern, *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 49(15): 2887-2903.
- Zare Chahouki, M. A., R. Nodehi & A. Tavili, 2011. Investigation on relationship between plant diversity and environmental factors in Eshtehard rangelands, *Arid Biom Scientific and Research Journal,* 1(2): 41-49. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

Changes of understory species diversity and richness in relation to overstory and some edaphic factors in central Zagros forest types

H. Jafari Sarabi[1], B. Pilehvar[*2], K. Abrari Vajari[3] and S. M. Waez-Mousavi[4]

1- Ph.D. candidate of Silviculture and Forest Ecology, Agriculture Faculty, Lorestan University, Khorramabad, I. R. Iran.
2- Associate Professor, Department of Forestry, Agriculture Faculty, Lorestan University, Khorramabad, I. R. Iran.
3- Assistant Professor, Department of Forestry, Agriculture Faculty, Lorestan University, Khorramabad, I. R. Iran.
4- Assistant Professor, Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I. R. Iran.

Received: 10.10.2017 Accepted: 14.01.2018

Abstract

This study explores the relationship between diversity of herbaceous understory of forest types with tree layer as well as some edaphhic factors in central Zagros. To do this, tree layer of the forest types were randomly sampled using 24 sample plots (500 m^2) and herbaceous understory of these forest types were randomly sampled using 288 sample plots (1 m^2) at the growing season. In main plots (tree layer), in addition to physiographic features, density, coppice shoots and tree canopy area, soil variables were measured from soil samples taken from the depths of 0-10 and 10-30 cm. In plots sampled from herbaceous understory (1 m^2 plots), in addition to measuring species richness, the percentage of species was recorded as an indicator of the abundance. Results showed that the values of richness indices (total richness, Menhinic, and Margalef indices) and diversity indices (Shannon-Wiener and Alpha Fisher diversity) of herbacious layer in *Quercus infectoria* Oliv. Forest type was significantly higher than *Q. brantii* Lindl forest type. No difference was found among these types in terms of indicators of dominance, evenness and Simpson diversity indices. The results of Pearson correlation indicated that the richness and diversity indices of studied forest types is positively correlated with soil clay, silt, lime, calcium and acidity.

Keywords: Herbaceous layer, Biodiversity, Forest type, Forest soil, Centeral Zagros.

Archive of SID

[*] Corresponding author: Email: babakpilehvar@yahoo.com

www.SID.ir