

## تغییرات ترکیب و تنوع گونه‌ای گیاهان زیراشکوب در توده‌های خالص و آمیخته راش شرقی (مطالعه موردی: جنگل خیرود - نوشهر)

جواد اسحاقی‌راد<sup>۱\*</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۳/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۱۴)

### چکیده

هدف از این تحقیق، مقایسه ترکیب و تنوع گونه‌ای علفی در توده‌های خالص و آمیخته راش در جنگل خیرود نوشهر است. ۹ توده خالص و ۱۵ توده آمیخته راش انتخاب شدند. در هر توده یک قطعه نمونه ۴۰۰ متر مربعی (۲۰×۲۰ متر) برای تعیین نوع و فراوانی - پوشش گونه‌های زیراشکوب با استفاده از جدول ترکیبی برآون - بلانکه پیاده شد. همچنین در هر پلات، نسبت راش در لایه درختی به‌عنوان یک پارامتر محیطی محاسبه شد. در مرکز قطعات نمونه از دو عمق ۱۰-۱۰ و ۳۰-۱۰ سانتی‌متری افق معدنی نمونه‌های خاک برداشت شد و متغیرهای اسیدیتته خاک، درصد مواد آلی، آهک، درصد نیتروژن کل، فسفر قابل جذب و پتاسیم تبادل‌پذیر اندازه‌گیری شدند. به منظور ارزیابی تنوع گونه‌ای در قطعات نمونه، از شاخص‌های غنای گونه‌ای، تنوع گونه‌ای شانون، یکنواختی شانون و تنوع گونه‌ای سیمپسون استفاده شد. از روش رسته‌بندی مقیاس‌بندی چندبعدی غیرمتریک برای بررسی گرادیان تغییرات پوشش زیراشکوب در توده‌های مختلف، و از آزمون آماری t-student برای معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای در توده‌های خالص و آمیخته راش استفاده شد. نتایج آنالیز رسته‌بندی مقیاس‌بندی چندبعدی غیرمتریک نشان داد پوشش زیراشکوب توده خالص با توده آمیخته راش تفاوت دارد و در گروه‌های مجزا قرار می‌گیرند. گرادیان عمده این تغییرات در درجه اول، نسبت راش در اشکوب درختی و سپس مقدار مواد آلی و نیتروژن در عمق اول (افق سطحی) خاک هستند. همه شاخص‌های تنوع گونه‌ای و فراوانی بسیاری از گونه‌های زیراشکوب در توده‌های آمیخته نسبت به توده خالص راش بیشتر است. درصد فراوانی بسیاری از گونه‌ها مانند *Carex divulsa*، *Calystegia sylvestris* و *Brachypodium sylvaticum* با افزایش نسبت راش در اشکوب درختی کاهش یافته است، اما گونه‌های سایه‌پسند مانند *Mercurialis perennis*، *Cardamine bulbifera* در توده خالص راش با درصد فراوانی بیشتری نسبت به توده آمیخته مشاهده شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: تنوع گونه‌ای، توده‌های راش، جنگل‌های هیرکانی، گونه‌های زیراشکوب.

## مقدمه و هدف

جنگل‌های هیرکانی به صورت نواری بر روی دامنه شمالی رشته کوه البرز امتداد یافته است و سواحل جنوبی دریای خزر را می‌پوشاند (ثاقب طالبی و همکاران، ۱۳۸۳). در این جنگل‌ها همانند جنگل‌های شرق آمریکا (Whigham, 2004) و اروپا (Garcia et al., 2007) گونه‌های علفی بخش مهمی از تنوع گونه‌ای اکوسیستم را شامل می‌شوند. این گونه‌ها نقش مهمی در عملکرد اکوسیستم و به‌ویژه در چرخه عناصر دارند (Anderson and Eickmeier, 2000; Bolte et al., 2004). همچنین گونه‌های علفی معرف توان تولید رویشگاه، وضعیت حفاظت و الگوهای تجدید حیات گونه درختی (Hutchinson et al., 1999; Small and Mccarthey, 2002; Lookingbil et al., 2010, Suchar and Crookston, 2004) و شاخص‌های مناسبی از ارزیابی تأثیرات انسانی هستند. عناصر رویشی زیر اشکوب را می‌توان به‌عنوان ابزاری ساده و مفید برای ارزیابی اکوسیستم در مدیریت پایدار جنگل به کار گرفت (Schmidt, 2005). پوشش گیاهی زیر اشکوب بخش مهمی از زی‌توده و مواد غذایی خاک را تأمین می‌کنند و عوامل مختلفی بر آنها مؤثرند. ترکیب گونه‌ای در اشکوب درختی بر پراکنش گونه‌های علفی زیراشکوب تأثیر بسزایی دارد (Van Oijen et al., 2005). تصور بر این است که توده‌های آمیخته نسبت به توده‌های خالص از شرایط بهتری برای حضور بیشتر گونه‌های زیراشکوب برخوردارند. البته این فرض همیشه صادق نیست، چرا که سازوکارهای مؤثر در تأثیر گونه‌های درختی بر پوشش گیاهی هنوز به‌طور کامل درک نشده است، اما به‌طور کلی درجه آمیختگی اشکوب درختی، عاملی مهم تلقی می‌شود (Barbier et al., 2008). تنوع گونه‌های زیراشکوب به‌طور غیرمستقیم تحت تأثیر نوع گونه‌های درختی اشکوب فوقانی است که از طریق تغییر اسیدیته خاک و ضخامت لایه لاشبرگ صورت می‌پذیرد. همچنین ترکیب شیمیایی لاشبرگ گونه‌های

اشکوب درختی به‌عنوان شاخصی مهم در اسیدیته خاک و منابع غذایی خاک تأثیرگذارند. مسئله مهم دیگر این است که عناصر رویشی زیراشکوب برای کسب نور، رطوبت و مواد غذایی با اشکوب درختی در رقابت هستند (Molder et al., 2008). مطالعات نشان داد که غنای گونه‌های آوندی در توده‌های بلوط بیشتر از توده‌های راش است (Brunet et al., 1996; Skov, 1997; Nagaike et al., 2005). گونه‌های بازدانه از جنس کاج و لاریکس سبب افزایش تنوع گونه‌ای گیاهان زیر اشکوب می‌شوند (Barbier et al., 2008). محققان ثابت کردند که غنای گونه‌ای در اشکوب درختی تأثیر مثبتی بر غنای گونه‌ای گیاهان آوندی دارد (Lenie're and Houle, 2006) و تنوع در لایه درختی می‌تواند با تغییر دسترسی به منابع و شرایط مناسب گیاهان زیراشکوب بر غنای این اشکوب مؤثر باشد (Vockenhuber et al., 2011). مدیریت جنگل نیز می‌تواند تأثیرات زیادی بر تنوع و ترکیب عناصر رویشی در زیراشکوب داشته باشد. این تأثیرات به شدت و وسعت مدیریت بستگی دارد که سبب تغییر در تاج‌پوشش و اشکوب علفی جنگل می‌شود (Roberts, 2004). به‌طور کلی، شیوه‌های مدیریتی سبب تغییراتی در ساختار سنی درختان، اشکوب‌بندی و ترکیب گونه‌های درختی می‌شوند که این تغییرات بر نور، رطوبت، دما، مواد آلی و شرایط خاک جنگل اثرگذارند و در نتیجه تنوع گونه‌ای زیراشکوب را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند (Sebastia et al., 2005). واقع مدیریت اکوسیستم‌های جنگلی از طریق اجرای شیوه‌های جنگل‌شناسی باید به‌نحوی باشد که علاوه بر تولید چوب، حفاظت از تنوع زیستی و در نتیجه پایداری اکوسیستم را نیز حفظ یا ارتقا دهد. ترکیب گونه‌های درختی یکی از مشخصه‌های اصلی اکوسیستم‌های جنگلی است که به‌کمک جنگل‌شناسی قابل تغییر است و در برخی حالت‌ها اعمال شیوه‌های جنگل‌شناسی سبب توسعه توده‌های آمیخته می‌شود که ممکن است بر ترکیب گونه‌های

یک گونه باشند و در توده آمیخته، درصد آمیختگی هیچ کدام از گونه‌ها به ۹۰ درصد نمی‌رسد (مروری مهاجر، ۱۳۸۴). سپس در منطقه معرف هر توده، یک قطعه نمونه ۴۰۰ متر مربعی (۲۰×۲۰ متر) به‌منظور تعیین نوع و فراوانی - پوشش گونه‌های زیراشکوب پیاده شد (متاجی، ۱۳۸۱). فراوانی و پوشش گونه‌های مختلف در هر پلات با استفاده از جدول ترکیبی برآون - بلانکه تعیین شد. همچنین در هر پلات نسبت راش در لایه درختی به‌عنوان یک شاخص محیطی محاسبه شد. همزمان با برداشت فلورستیک در مرکز قطعات نمونه از دو عمق ۱۰-۰ (افق سطحی) و ۳۰-۱۰ سانتی‌متری افق معدنی نمونه‌های خاک برداشت شد. در بررسی فاکتورهای خاک، مجموعه‌ای از خصوصیات شیمیایی خاک برای هر دو عمق بررسی شد که عبارتند از: pH خاک با دستگاه pH متر الکتریکی، درصد کربن آلی با استفاده از روش والکی و بلک، آهک به‌روش کلسیمتری، درصد نیتروژن کل به‌روش کجلدال، فسفر قابل جذب به‌روش السون و پتاسیم تبادلی با استفاده از روش فلیم فتومتری. به منظور ارزیابی تنوع گونه‌ای در قطعات نمونه از شاخص‌های غنای گونه‌ای (تعداد کل گونه‌های موجود در هر قطعه نمونه)، تنوع گونه‌ای شانون وینر

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

نام)،  $H'_{\max} = \ln(SR)$ ،  $E = H / H'_{\max}$  شانون و تنوع گونه‌ای سیمپسون  $D = 1 - \sum P_i^2$  استفاده شد (Magurran, 2004).

در این تحقیق به‌منظور ارزیابی چگونگی تغییرات پوشش زیراشکوب در توده‌های مختلف از روش رسته‌بندی مقیاس‌بندی چندبعدی غیرمتریک (NMS) استفاده شد. این روش، بخشی از آنالیز گرادیان غیرمستقیم است که تغییرات ترکیب گونه‌ای به تغییرات عوامل محیطی مرتبط می‌شود. روش NMS نوعی رسته‌بندی واحدهای نمونه بر حسب رتبه تفاوت ترکیب گونه‌ای آنهاست (مصدافی، ۱۳۸۰). قبل از آنالیز داده‌ها، گونه‌های با فراوانی کمتر

زیراشکوب مؤثر باشد. از آنجا که در دهه‌های اخیر ترکیب اشکوب درختی در جنگل‌های راش با اعمال شیوه تک‌گزینی با هدف توسعه توده‌های آمیخته دچار تغییراتی شده است، هدف از این تحقیق مقایسه ترکیب و تنوع گونه‌ای زیراشکوب در سری گرازبن جنگل آموزشی - پژوهشی خیرود نوشهر است.

## مواد و روش‌ها

### - معرفی منطقه

این تحقیق در سری گرازبن جنگل آموزشی - پژوهشی خیرود نوشهر که در ۱۱ کیلومتری شرق نوشهر بین ۲۷' ۳۶ تا ۴۰' ۳۶ عرض شمالی و ۳۲' ۵۱ تا ۴۳' ۵۱ طول شرقی واقع شده، انجام گرفته است. دامنه ارتفاعی این سری ۱۳۸۰-۶۰۰ متر از سطح دریا است. کل خاک‌های این سری بر روی سنگ‌های آهکی و مارنی قرار دارند و از تیپ‌های قهوه‌ای جنگلی و قهوه‌ای شسته‌شده هستند. متوسط بارندگی در منطقه ۱۳۰۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه ۱۵/۳ درجه سانتی‌گراد است. گونه‌های اصلی درختی منطقه راش، پلت، بلندمازو و ممرز هستند (سرمدیان و جعفری، ۱۳۸۰).

### - روش اجرای پژوهش

ابتدا ۲۴ توده با جنگل‌گردشی در جنگل آموزشی - پژوهشی خیرود نوشهر بر اساس معیارهای زیر (Molder et al., 2008) برای بررسی انتخاب شدند:

- ۱- شرایط فیزیوگرافی (جهت، شیب و ارتفاع از سطح دریا) مشابه باشد؛
- ۲- حداقل سطح توده ۲۵۰۰ متر مربع (۵۰×۵۰ متر)؛
- ۳- هیچ گونه آثار بهره‌برداری (در ده سال گذشته) در محل برداشت داده‌ها مشاهده نشود.

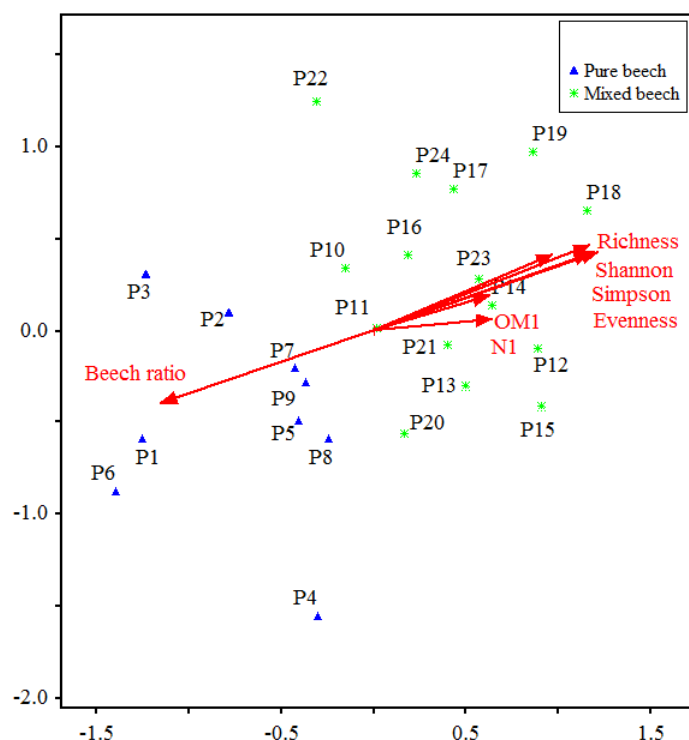
۹ پلات در توده خالص راش و ۱۵ پلات در توده آمیخته راش انتخاب شد. توده خالص به توده‌ای اطلاق می‌شود که حداقل ۹۰ درصد درختان آن از

## نتایج

شکل ۱ رسته‌بندی قطعات نمونه حاصل از NMS را نشان می‌دهد. محورهای اول و دوم رسته‌بندی NMS برای نمایش نتایج انتخاب شدند، چراکه همبستگی معنی‌داری نداشتند. همان‌طور که در نمودار ملاحظه می‌شود، پوشش زیراشکوب توده خالص راش با توده آمیخته راش تفاوت دارد و در گروه‌های مجزا قرار می‌گیرند.

در جدول ۱ همبستگی پیرسون و معنی‌داری مشخصه‌های مختلف با ارزش‌های قطعات نمونه در محور اول و دوم NMS نشان داده شده است. محور اول و دوم NMS همبستگی منفی معنی‌داری را با نسبت راش در اشکوب درختی نشان می‌دهند، در حالی که این محورها با متغیرهای درصد مواد آلی و نیتروژن کل در افق سطحی (۰-۱۰ سانتی‌متری) خاک و شاخص‌های تنوع گونه‌ای همبستگی مثبت و معنی‌داری دارند. همبستگی سایر متغیرهای اندازه‌گیری شده با محور اول و دوم معنی‌دار نیست.

از ۵ درصد از ماتریس گونه‌ها حذف شد. برای تفسیر اکولوژیکی رسته‌بندی حاصل از تجزیه و تحلیل چندمتغیره، همبستگی بین ارزش‌های قطعات نمونه در دو محور اول (که اصولاً بیشترین تغییرات را نشان می‌دهند) با متغیرهای محیطی (خصوصیات شیمیایی خاک) و شاخص‌های تنوع گونه‌ای و نسبت راش متناظر با هر قطعه نمونه با استفاده از معیار همبستگی پیرسون محاسبه شده و از نظر معنی‌دار بودن آماری بررسی شد (McCune and Mefford, 1999) برای محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای و آنالیز رسته‌بندی از نرم‌افزار PC-ORD نسخه ۵ و برای تجزیه و تحلیل اطلاعات شاخص‌های تنوع گونه‌ای در توده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ استفاده شد. ابتدا میانگین شاخص‌های مختلف محاسبه و نتایج به صورت نمودار ترسیم شد. سپس با استفاده از روش آزمون آماری t-student معنی‌دار بودن اختلاف‌های بین میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای در توده‌های مختلف بررسی شد.



شکل ۱- نمودار رسته‌بندی ۲۴ قطعه نمونه پوشش علفی حاصل از آنالیز NMS در منطقه تحقیق

معنی‌داری دارند (جدول ۲). شاخص‌های تنوع گونه‌ای با سایر متغیرهای اندازه‌گیری شده همبستگی معنی‌داری نداشتند، به همین دلیل در جدول ۲ وارد نشده‌اند.

شکل ۲ محورهای اول و دوم رسته‌بندی گونه‌ها را که حاصل از تجزیه و تحلیل NMS است نشان می‌دهد.

همچنین آنالیز همبستگی نشان داد که شاخص‌های تنوع گونه‌ای پوشش علفی همبستگی مثبتی با درصد مواد آلی و نیتروژن کل در افق سطحی (۱۰-۰ سانتی‌متری) خاک و همبستگی منفی با نسبت راش در اشکوب درختی دارند. درصد نیتروژن کل با درصد مواد آلی نیز همبستگی مثبت و

جدول ۱- همبستگی پیرسون بین محورهای NMS و شاخص‌های تنوع گونه‌های زیراشکوب و متغیرهای محیطی

متغیرها و محورها	محور اول	محور دوم
درصد آهک (۱)	-۰/۰۶۴	-۰/۰۱۹
درصد آهک (۲)	۰/۰۷۴	۰/۰۱۸
اسیدیته (۱)	۰/۳۳۰	-۰/۱۱۴
اسیدیته (۲)	۰/۰۲۵	۰/۰۵۱
فسفر (۱)	-۰/۰۲۷	۰/۳۶۳
فسفر (۲)	۰/۱	۰/۲۰۵
مواد آلی (۱)	۰/۶۰۲**	۰/۱۸۱
مواد آلی (۲)	۰/۰۴۴	۰/۳۲۴
نیتروژن کل (۱)	۰/۵۹۸**	۰/۳۲۸
نیتروژن کل (۲)	۰/۱۴۸	۰/۲۰۷
پتاسیم (۱)	۰/۳۰۳	-۰/۰۳۴
پتاسیم (۲)	۰/۳۵۴	۰/۰۱۳
شاخص غنای گونه‌ای	۰/۷۴۰**	۰/۴۸۵*
شاخص یکنواختی شانون	۰/۸۱۵**	۰/۴۸۸*
شاخص تنوع گونه‌ای شانون	۰/۸۲۹**	۰/۴۹۰*
شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون	۰/۸۱۵**	۰/۵۱۲*
نسبت راش	-۰/۸۱۲**	-۰/۴۷۷*

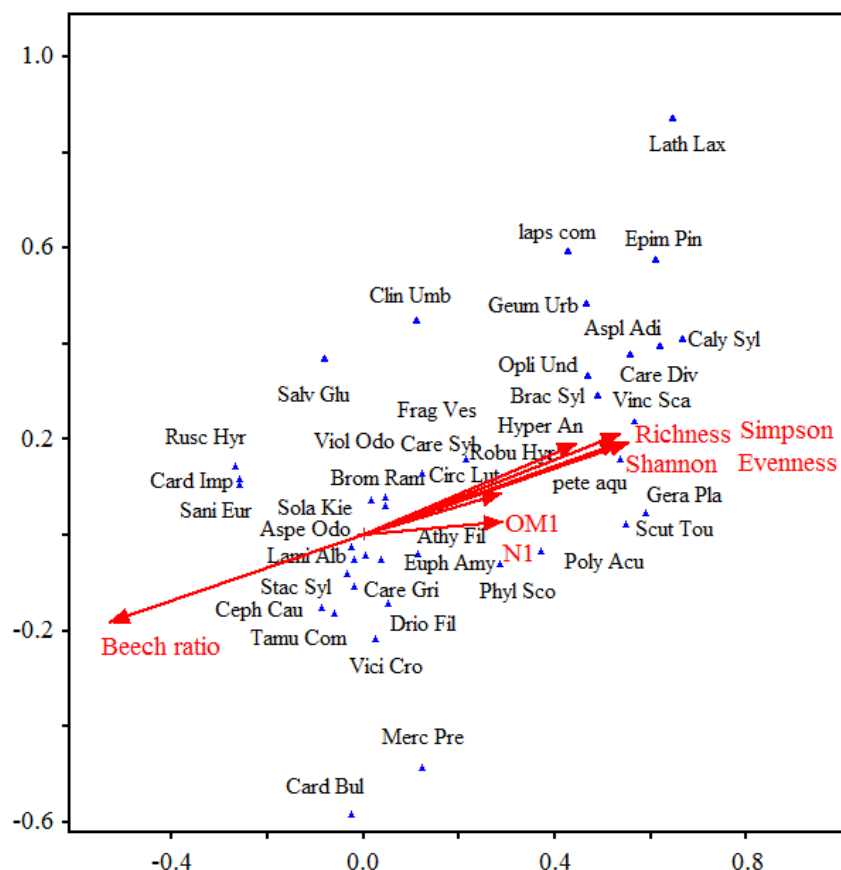
(۱) عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر (۲) عمق ۳۰-۱۰ سانتی‌متر خاک

\* معنی‌دار در سطح ۵ درصد \*\* معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول ۲- همبستگی پیرسون بین شاخص‌های تنوع گونه‌ای و متغیرهای محیطی

شاخص‌ها و متغیرها	شاخص غنای گونه‌ای	شاخص یکنواختی شانون وینر	شاخص تنوع گونه‌ای شانون وینر	شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون	نسبت راش	درصد مواد آلی (۱)	درصد نیتروژن کل (۱)
درصد مواد آلی (۱)	۰/۶۱۵**	۰/۵۲۴**	۰/۵۶۹**	۰/۵۷۳**	-۰/۵۴۹**	۱	۰/۷۲۳**
درصد نیتروژن کل (۱)	۰/۵۷۱**	۰/۵۸۶**	۰/۵۴۵**	۰/۶۲۵**	-۰/۵۱۲*	۰/۷۲۳**	۱
نسبت راش	-۰/۸۳۰**	-۰/۷۹۱**	-۰/۸۴۹**	-۰/۸۲۰**	۱	-۰/۵۴۹**	-۰/۵۱۲*

\* معنی‌دار در سطح ۵ درصد \*\* معنی‌دار در سطح ۱ درصد



شکل ۲- نمودار رسته‌بندی گونه‌های علفی حاصل از آنالیز NMS

*Carex sylvatica*, *Calystegia sylvestris*,  
*Fragaria vesca*, *Clinopodium umbrosum*,  
*Lapsana communis*, *Geum urbanum*,  
*Oplismenus undulatifolius*, *Lathyrus laxiflorus*  
و *Viola odorata* و همبستگی منفی  
معنی‌داری با گونه‌های *Cardamine bulbifera*,  
و *Solanum kieseritzki*, *Dryopteris filix-mass*  
و *Stachys sylvatica* دارد (جدول ۳).

با توجه به جدول ۳ بیشتر گونه‌های علفی با درصد مواد آلی و نیتروژن کل در افق سطحی (۱۰-۰ سانتی‌متری) خاک همبستگی مثبتی دارند. همچنین همبستگی بین نسبت راش در اشکوب درختی و گونه علفی *Asperula odorata* مثبت و معنی‌دار است. همه شاخص‌های تنوع گونه‌ای با افزایش نسبت راش در اشکوب درختی کاهش یافته‌اند

به دلیل اینکه محور اول با متغیرهای موادآلی (۱) و نیتروژن کل (۱) همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد، گونه‌هایی که ارزش بیشتری روی این محور دارند مانند *Calystegia sylvestris* و *Geranium robertianum* در مناطقی که مقدار این متغیرها در خاک بالاست در منطقه بررسی حضور دارند. محور اول NMS همبستگی مثبت معنی‌داری با گونه‌های علفی *Brachypodium sylvaticum*، *Carex divulsa*، *Calystegia sylvestris*، *Circaea lutetian*، *Carex sylvatica*، *Geranium robertianum*، *Fragaria vesca* و *Oplismenus undulatifolius*، *Geum urbanum* و *Scutellaria tournefortii* دارد. محور دوم نیز همبستگی مثبت معنی‌داری با گونه‌های علفی *Brachypodium sylvaticum*

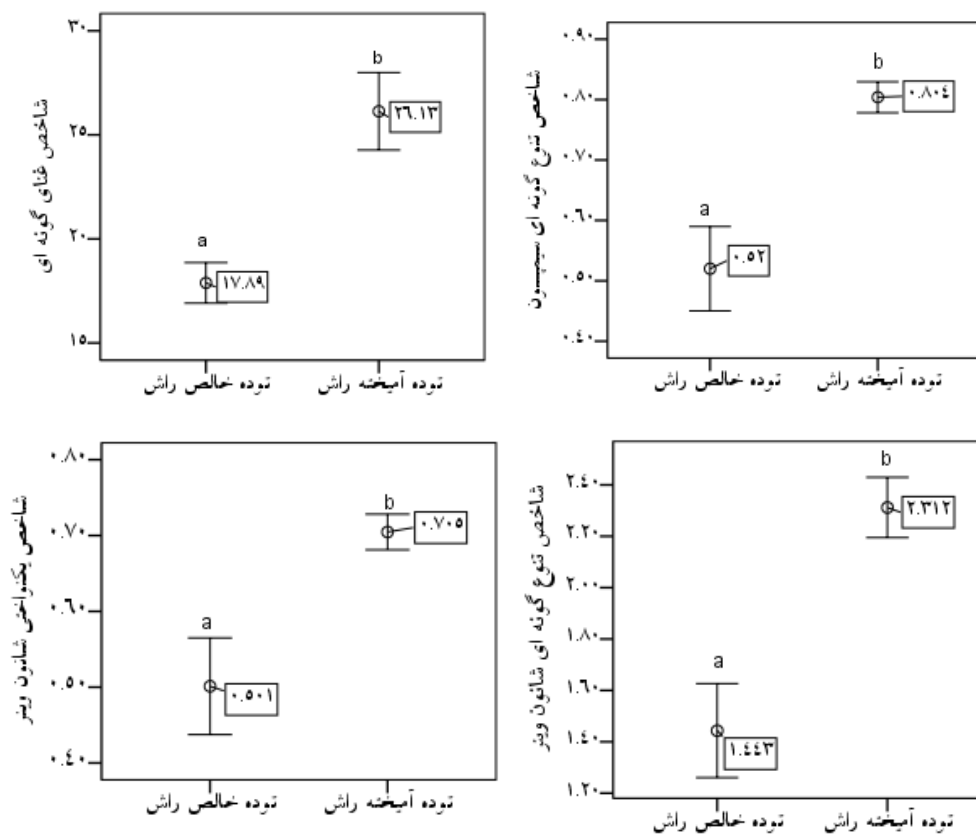
همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بعضی از گونه‌ها مانند *Lathyrus laxiflorus*، *Brachypodium sylvaticum* و *Scutellaria tournefortii* در توده خالص مشاهده نشده است و فرکانس نسبی گونه‌هایی نظیر *Clinopodium umbrosum* و *Bromus ramosus* در توده خالص کاهش یافته است.

و کمترین تنوع گونه‌ای در توده خالص و بیشترین تنوع گونه‌ای در توده آمیخته راش محاسبه شده است. نتایج آزمون t نشان داد این تفاوت‌ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است (شکل ۳). جدول ۴ فرکانس نسبی گونه‌های علفی را در توده‌های خالص و آمیخته راش نشان می‌دهد.

جدول ۳- همبستگی پیرسون بین گونه‌های علفی، متغیرهای محیطی و محورهای NMS

نام علمی گونه	محور اول	محور دوم	شاخص تنوع گونه‌ای	شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون	شاخص یکنواختی شانون وینر	شاخص غنای گونه‌ای	درصد مواد آلی (۱)	درصد نیتروژن کل (۱)	درصد راش
<i>Asperula odorata</i> L.	۰/۲۷۶	۰/۲۹۷	۰/۲۴۱	۰/۲۴۵	۰/۲۱۳	۰/۳۲۴	۰/۳۸۲	۰/۴۶۰	۰/۴۳۲
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i> L.	۰/۲۴۲	۰/۱۸۱	۰/۱۷۸	۰/۱۸۴	۰/۱۳۶	۰/۳۴۳	۰/۶۲۳**	۰/۴۷۱*	۰/۲۱۵
<i>Athyrum filix-femina</i> (L.) Roth.	۰/۳۵۱	۰/۱۳۸	۰/۴۷۱*	۰/۴۳۰*	۰/۴۴۵*	۰/۴۲۴*	۰/۲۱۹	۰/۱۹۶	۰/۱۸۳
<i>Brachypodium sylvaticum</i> Hodson	۰/۷۹۴**	۰/۵۲۳**	۰/۸۲۸**	۰/۸۳۲**	۰/۸۰۹**	۰/۷۵۶**	۰/۵۳۳**	۰/۵۳۸**	۰/۸۰۵**
<i>Calystegia sylvestris</i> Wild.	۰/۶۳۷**	۰/۴۳۱*	۰/۴۸۸*	۰/۴۵۷*	۰/۴۷۵*	۰/۵۳۷**	۰/۳۸۷	۰/۵۱۸**	۰/۶۲۸**
<i>Cardamine bulbifera</i> L.	۰/۱۰۱۸	۰/۴۴۱*	۰/۱۱۹	۰/۱۰۵	۰/۰۷۱	۰/۱۳۲	۰/۰۷۸	۰/۰۷۸	۰/۳۲۹
<i>Carex divulsa</i> Stokes	۰/۵۱۲*	۰/۳۶۱	۰/۵۱۳*	۰/۴۳۳*	۰/۴۲۱*	۰/۴۹۶*	۰/۳۱۲	۰/۱۱۴	۰/۴۵۷*
<i>Carex sylvatica</i> Hodson	۰/۴۲۸*	۰/۵۲۹**	۰/۵۹۵**	۰/۵۹۹**	۰/۶۱۴**	۰/۴۳۷*	۰/۲۲۴	۰/۳۸۵	۰/۳۶۷
<i>Circaea lutetiana</i> L.	۰/۵۰۵*	۰/۱۹۷	۰/۴۷۸*	۰/۴۱۱*	۰/۳۵۲	۰/۶۵۵**	۰/۵۸۶**	۰/۳۸۱	۰/۴۴۹*
<i>Clinopodium umbrosum</i> C.Koch	۰/۱۴۵	۰/۶۵۷*	۰/۳۲۷	۰/۳۵۷	۰/۳۸۲	۰/۲۴۹	۰/۰۴۹	۰/۲۳۳	۰/۲۸۸
<i>Dryopteris filix-mass</i> (L.)Schott	۰/۱۵۳	۰/۴۹۳*	۰/۱۶۴	۰/۱۴۹	۰/۱۷۳	۰/۱۱۴	۰/۲۲۶	۰/۲۰۶	۰/۰۴۶
<i>Fragaria vesca</i> L.	۰/۴۹۳*	۰/۵۶۷**	۰/۴۸۸*	۰/۴۸۸*	۰/۴۸۹*	۰/۴۰۲	۰/۰۸۰	۰/۰۲۳	۰/۴۲۸*
<i>Geranium robertianum</i> L.	۰/۴۹۳*	۰/۰۲۰	۰/۴۳۷*	۰/۳۸۹	۰/۳۶۳*	۰/۴۵۶*	۰/۲۹۸	۰/۲۵۷	۰/۵۶۵**
<i>Geum urbanum</i> L.	۰/۴۷۵*	۰/۵۴۶**	۰/۴۹۳*	۰/۵۴۲**	۰/۵۰۳*	۰/۴۹۲*	۰/۵۰۷*	۰/۵۱۴*	۰/۴۶۰
<i>Lapsana communis</i> L.	۰/۲۹۸	۰/۴۵۵*	۰/۴۸۸*	۰/۴۹۷*	۰/۴۷۴*	۰/۴۷۴*	۰/۵۰۱*	۰/۴۷۶*	۰/۱۹۳
<i>Lathyrus laxiflorus</i> O.Kuntze	۰/۲۸۰	۰/۴۱۵*	۰/۲۵۵	۰/۲۷۴	۰/۲۸۲	۰/۱۵۴	۰/۱۲۹	۰/۲۴۴	۰/۱۶۷
<i>Oplismenus undulatifolius</i> P.Beauv.	۰/۵۸۵**	۰/۴۵۷*	۰/۶۶۸**	۰/۶۵۵**	۰/۶۴۸**	۰/۶۶۱**	۰/۵۳۴*	۰/۴۸۸*	۰/۶۸۲**
<i>Peteridium aquilinitum</i> L.	۰/۲۳۲	۰/۰۷۵	۰/۲۱۷	۰/۱۴۴	۰/۱۳۶	۰/۴۶۸*	۰/۳۳۴	۰/۴۹۴*	۰/۳۶۵
<i>Polystichum aculeatum</i> (L.)Schott	۰/۳۵۴	۰/۰۳۷	۰/۴۸۷*	۰/۴۷۵*	۰/۴۵۶*	۰/۴۱۰*	۰/۴۷۵*	۰/۱۶۵	۰/۲۴۲
<i>Scutellaria tournefortii</i> Benth	۰/۵۳۴**	۰/۰۴۴	۰/۴۹۹*	۰/۴۱۵*	۰/۴۱۵*	۰/۵۵۴**	۰/۴۱۵*	۰/۲۸۴	۰/۵۶۴**
<i>Solanum kieseritzki</i> C.A.Mey	۰/۱۵۱	۰/۴۱۹*	۰/۰۲۹	۰/۰۱۷	۰/۰۶۷	۰/۱۰۸	۰/۰۴۱	۰/۱۲۵	۰/۳۱۱
<i>Stachys sylvatica</i> L.	۰/۰۷۴	۰/۴۱۴*	۰/۰۲۳	۰/۰۰۴	۰/۰۱۹	۰/۰۰۹	۰/۱۸۰	۰/۰۵۸	۰/۱۰۵
<i>Vincetoxicum scandens</i> Sommier	۰/۳۵۱	۰/۱۶۲	۰/۳۱۱	۰/۲۱۵	۰/۲۴۴	۰/۳۴۳	۰/۰۶۲	۰/۰۳۴	۰/۴۸۹*
<i>Viola odorata</i> L.	۰/۳۸۵	۰/۵۶۳**	۰/۴۷۲*	۰/۵۲۶**	۰/۵۵۲**	۰/۴۴۵*	۰/۱۷۴	۰/۳۴۶	۰/۴۶۳*

\* معنی‌دار در سطح ۵ درصد \*\* معنی‌دار در سطح ۱ درصد



شکل ۳- میانگین و حدود اعتماد شاخص‌های تنوع گونه‌ای در توده‌های خالص و آمیخته راش

#### جدول ۴- فرکانس نسبی گونه‌های علفی

(نسبت پلات‌هایی که گونه در آن مشاهده شده به کل پلات‌های برداشت شده) در توده‌های خالص و آمیخته راش

توده آمیخته	توده خالص	نام علمی گونه	توده آمیخته	توده خالص	نام علمی گونه
۳	۸۸	<i>Hypericum androsaemum</i> L.	۱۰۰	۱۰۰	<i>Asperula odorata</i> L.
۳۳	.	<i>Lapsana communis</i> L.	۶	.	<i>Asplenium adiantum-nigrum</i> L.
۹۳	۷۷	<i>Lamium album</i> L.	۹۳	۸۸	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.)Roth.
۱۳	.	<i>Lathyrus laxiflorus</i> O.Kuntze	۹۳	.	<i>Brachypodium sylvaticum</i> Hudson
۲۰	۳۳	<i>Mercurialis perennis</i> L.	۸۶	۲۲	<i>Bromus ramosus</i> L.
۸۰	.	<i>Oplismenus undulatifolius</i> P.Beauv.	۵۳	.	<i>Calystegia sylvestris</i> Wild.
۱۳	.	<i>Peteridium aquilinum</i> L.	۱۳	۳۳	<i>Cardamine bulbifera</i> L.
۳۳	۲۲	<i>Phyllitis scolopendrium</i> (L.)Newm.	۴۰	۵۵	<i>Cardamine impatiens</i> L.
۴۶	۱۱	<i>Polystichum aculeatum</i> (L.)Schott	۴۰	.	<i>Carex divulsa</i> Stokes
۹۳	۱۰۰	<i>Rubus hyrcanus</i> Juz.	۲۶	۲۲	<i>Carex grioletti</i> Romer
۲۰	۳۳	<i>Ruscus hyrcanus</i> Woron.	۹۳	۵۵	<i>Carex sylvatica</i> Hudson
۲۶	۲۲	<i>Salvia glutinosa</i> L.	۶۰	۸۸	<i>Cephalanthera caucasica</i> Kranzl
۳۳	۳۳	<i>Sanicula europaea</i> L.	۹۳	۷۷	<i>Circaea lutetiana</i> L.
۴۶	.	<i>Scutellaria tournefortii</i> Benth	۶۶	۲۲	<i>Clinopodium umbrosum</i> C.Koch
۱۰۰	۱۰۰	<i>Solanum kieseritzki</i> C.A.Mey	۸۶	۸۸	<i>Dryopteris filix-mass</i> (L.)Schott
۸۰	۱۰۰	<i>Stachys sylvatica</i> L.	۲۰	.	<i>Epimedium pinnatum</i> Fisch.
۳۳	۳۳	<i>Tamus communis</i> L.	۱۰۰	۱۰۰	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.
۲۶	۲۲	<i>Vicia crocea</i> L.	۱۰۰	۷۷	<i>Fragaria vesca</i> L.
۲۶	.	<i>Vincetoxicum scandens</i> Sommier	۴۶	.	<i>Geranium robertianum</i> L.
۱۰۰	۱۰۰	<i>Viola odorata</i> L.	۶۰	.	<i>Geum urbanum</i> L.



## بحث

با توجه به نتایج این بررسی ملاحظه می‌شود که تفاوت ترکیب گونه‌ای اشکوب درختی سبب ایجاد تفاوت در پوشش علفی توده‌های خالص و آمیخته راش شده است. آنالیز NMS نشان داد که تغییرات پوشش گیاهی زیراشکوب در توده‌های مختلف می‌تواند به وسیله درصد مواد آلی و نیتروژن کل در افق سطحی (۱۰-۰ سانتی‌متری) خاک و نسبت راش در اشکوب درختی توجیه شود.

فرکانس نسبی بسیاری از گونه‌ها مانند *Calystegia sylvestris*, *Carex divulsa*, *Lapsana communis*, *Lathyrus laxiflorus* و *Geum urbanum* با *Brachypodium sylvaticum* افزایش نسبت راش در اشکوب درختی کاهش پیدا کرده است. تاج‌پوشش گونه راش سبب نفوذ نور کمی به کف جنگل می‌شود (Barbier et al., 2008). بنابراین می‌توان فرض کرد که نسبت کمتر راش یا نسبت بیشتر گونه‌های دیگر در لایه درختی سبب رسیدن نور بیشتر به کف جنگل می‌شود، در نتیجه تنوع گونه‌ای پوشش علفی نیز افزایش می‌یابد (Molder et al., 2008). همچنین گونه‌های سایه‌پسندی که مشخص‌کننده نور کم در کف جنگل هستند، مانند *Cardamine bulbifera* و *Mercurialis perennis* در توده خالص راش با فرکانس نسبی بیشتری نسبت به توده آمیخته مشاهده شده‌اند. همه شاخص‌های تنوع گونه‌ای همبستگی مثبت و معنی‌داری با مواد آلی و نیتروژن کل خاک دارند. مقدار مواد آلی خاک شاخص خوبی از حاصلخیزی و دسترسی به مواد غذایی خاک محسوب می‌شود (Fu et al., 2004). خاک‌های حاصلخیزتر به گونه‌های علفی بیشتری اجازه می‌دهند تا در مقیاس کوچک حضور یابند (Bruno et al., 2002; Hart et al., 2003). پژوهشی در جنگل‌های راش شمال غربی فرانسه نشان داد که مواد غذایی خاک، بخش بزرگی از تغییرات ترکیب فلورستیک این جنگل‌ها را توجیه می‌کند

(Lalanne et al., 2010). براساس بررسی دیگری در اتحادیه راش مشخص شد که غنای گونه‌ای همبستگی زیادی با حاصلخیزی خاک دارد (Haerdtle et al., 2003). تحقیق حاضر نشان داد همبستگی معنی‌داری بین pH خاک و غنا و تنوع گونه‌ای پوشش علفی وجود ندارد، زیرا تغییرات pH در منطقه تحقیق محدود است. پژوهش‌های دیگری در جنگل‌های اروپای مرکزی مشخص کرد که همبستگی مثبتی بین غنای گونه‌ای زیراشکوب و افزایش pH خاک زیر انواع گونه‌های درختی مانند *Carpinus betulus*, *Tilia platyphyllos* و *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior* و *Quercus robur* وجود دارد (VanOijen et al., 2005; Molder et al., 2008; Vockenhuber et al., 2011). با توجه به نتایج، همبستگی منفی و معنی‌داری بین مواد آلی و نیتروژن کل در افق سطحی (۱۰-۰ سانتی‌متری) خاک و نسبت راش در اشکوب درختی مشاهده شده است. کیفیت و سرعت تجزیه لاشبرگ در گونه‌های درختی متفاوت است (Seastedt, 1984). (Sariyildiz and Kucuk, 2009) گزارش کردند که تجزیه لاشبرگ و آزادسازی نیتروژن در توده‌های آمیخته راش بیشتر از توده‌های خالص آن است. بر این اساس، مقدار تجمع نیتروژن و معدنی شدن آن در کف جنگل راش خالص در مقایسه با راش آمیخته کمتر است. برگ گونه راش از لحاظ سرعت تجزیه، کندترین نوع لاشبرگ محسوب می‌شود (مروی مهاجر، ۱۳۸۴) در نتیجه در توده‌های خالص، تجزیه لاشبرگ راش بسیار کند است و مواد آلی خاک کاهش می‌یابد. علاوه بر این، انتقال تابش مؤثر فتوسنتز از تاج پوشش گونه راش به‌طور معنی‌داری کمتر از تاج‌پوشش دیگر گونه‌های خزان‌کننده است و این موانع سبب استقرار و توسعه گونه‌های سایه‌پسند در اشکوب علفی می‌شود. (Schmidt, 2005). به‌طور خاص، توده‌های خالص راش، غنا و تنوع گونه‌ای کمتری در مقایسه با توده‌های آمیخته راش دارند.

Anderson, W.B and W.G. Eickmeier, 2000. Nutrient resorption in *Claytonia virginica* L.: implications for deciduous forest nutrient cycling, *Canadian Journal of Botany*, 78: 832–839.

Barbier, S., F. Gosselin and P. Balandier, 2008. Influence of tree species on ground vegetation diversity and mechanisms involved-A critical review for temperate and boreal forests, *Forest Ecology and Management*, 254: 1–15.

Bolte, A., B. Lambertz., A. Steinmeyer., R. Kallweit and H. Meesenburg, 2004. Zur Funktion der Bodenvegetation im Stoffhaushalt von Wäldern-Studien auf Dauerbeobachtungsflächen des EU Level II-Programms in Norddeutschland, *Forstarchiv*, 75: 207–220.

Brunet, J., U. Falkengren-Grerup and G. Tyler, 1996. Herb layer vegetation of South Swedish beech and oak forests effects of management and soil acidity during one decade, *Forest Ecology and Management*, 88: 259–272.

Bruno, J.F., J.J. Stachowicz and M.D. Bertness, 2002. Inclusion of facilitation into ecological theory, *Trees*, 18: 119–125.

Garcia M., F. Montane., J. Pique and J. Retana, 2007. Overstory structure and topographic gradients determining diversity and abundance of ground shrub species in temperate forests in central Pyrenees (NE Spain), *Forest Ecology and Management*, 242: 391–397.

Hardtle, W., G. von Oheimb and C. Westphal, 2003. The effects of light and soil conditions on the species richness of the ground vegetation of deciduous forests in northern Germany (Schleswig-Holstein), *Forest Ecology and Management*, 182: 327–338.

Hart, M.M., R.J. Reader and J.N. Klironomos, 2003. Plant coexistence mediated by arbuscular mycorrhizal fungi, *Trees*, 18: 418–423.

Hutchinson, T.F., R.A.J. Boerner, L.R. Iverson., S. Sutherland and E. Kennedy, 1999. Landscape patterns of understory composition and richness across a moisture and nitrogen mineralization gradient in Ohio (USA) *Quercus* forests, *Plant Ecology*, 144: 177–189.

پوشش علفی توده‌های جنگل‌های خزان‌کننده با گونه‌های بیشتر در اشکوب درختی، تنوع بیشتری را نسبت به توده‌هایی که در آنها گونه‌اش غالب بوده است نشان داده‌اند (Molder *et al.*, 2008). این تحقیق نیز نشان داد همه شاخص‌های تنوع گونه‌ای و حضور بسیاری از گونه‌های زیراشکوب در توده‌های آمیخته نسبت به توده خالص راش افزایش یافته است. بنابراین اعمال شیوه‌های مختلف مدیریت می‌تواند بر ترکیب گونه‌های زیراشکوب مؤثر باشد. بر این اساس باید به گونه‌ای عمل کرد که توده‌های آمیخته به سمت توده‌های خالص سوق نیابند.

## منابع

سرمدیان، فریدون و محمد جعفری، ۱۳۸۰. بررسی خاک‌های جنگلی ایستگاه تحقیقاتی آموزشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، مجله منابع طبیعی ایران، ویژه نامه سال ۱۳۸۰، ۱۱۱ ص.

ثاقب طالبی، خسرو، تکتم ساجدی و فرشاد یزدیان، ۱۳۸۳. جنگل‌های ایران، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۲۸ ص.

متاجی، اسدالله، ۱۳۸۱. طبقه‌بندی رویشگاه براساس جوامع گیاهی، ساختار توده و وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک در جنگل‌های طبیعی (مطالعه موردی: خیرودکنار نوشهر). پایان نامه دکتری، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ۱۶۲ ص.

مروری مهاجر، محمدرضا، ۱۳۸۴. جنگل شناسی و پرورش جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۸۷ ص.

مصدیقی، منصور، ۱۳۸۰. توصیف و تحلیل پوشش گیاهی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۸۳ ص.

Fu, B.J., S.L. Liu., K.M. Ma and Y.G. Zhu, 2004. Relationships between soil characteristics, topography and plant diversity in a heterogeneous deciduous broad-leaved forest near Beijing, China, *Plant and Soil*, 261: 47–54.

- Lalanne, A., J. Bardat., F. Lalanne-Amara and J.F. Ponge, 2010. Local and regional trends in the ground vegetation of beech forests, *Flora*, 205: 484–498.
- Lenie`re, A and G. Houle, 2006. Response of herbaceous plant diversity to reduced structural diversity in maple-dominated (*Acer saccharum* Marsh) forests managed for sap extraction. *Forest Ecology and Management*, 231: 94–104.
- Lookingbill T.R., N.E. Goldenber and B.H. William, 2004. Understory Species as Soil Moisture Indicators in Oregon's Western Cascades Old-Growth Forests, *Northwest science*, 78 (3): 214-224.
- Magurran, A.E, 2004. Measuring Biological Diversity, Blackwell Science, Oxford, 256 pp.
- McCune, B., and M.J. Mefford, 1999. PC-ORD 4.0 for windows, In: Multivariate Analysis of Ecological Data, MjM Software, Oregon.
- Molder, A., M. Bernhardt-Romermann, and W. Schmidt, 2008. Herb-layer diversity in deciduous forests: Raised by tree richness or beaten by beech?, *Forest Ecology and Management*, 256: 272–281.
- Nagaike, T., T. Kamitani, and T. Nakashizuka, 2005. Effects of different forest management systems on plant species diversity in a *Fagus crenata* forested landscape of central Japan, *Canadian Journal and Forest Research*, 35: 2832–2840.
- Roberts, M, 2004. Response of the herbaceous layer to natural disturbance in North American forests, *Canadian Journal of Botany*, 82: 1273–1283.
- Sariyildiz, T., and M. Kucuk, 2009. Influence of slope position, stand type and rhododendron (*Rhododendron ponticum*) on litter decomposition rates of Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and spruce (*Picea orientalis* L.), *European Journal of Forest Research*, 128: 351 – 360.
- Schmidt, W, 2005. Herb layer species as indicators of biodiversity of managed and unmanaged beech forests, *Forest Snow Landscape Research*, 79: 111–125.
- Seastedt T.R, 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes, *Annual Review Entomology*, 29: 25-46.
- Sebastia, M. T., P. Casals, S. Vojnikovic, F. Bogunic, and V. Beus, 2005. Plant diversity and soil properties in pristine and managed stands from Bosnian mixed forests, *Forestry*, 78:297–303.
- Skov, F, 1997. Stand and neighbourhood parameters as determinants of plant species richness in a managed forest, *Vegetation Science*, 8: 573–578.
- Small, C.J., and B.C. Mccarthey, 2002. Spatial and temporal variability of herbaceous vegetation in an eastern deciduous forest, *Plant Ecology*, 164: 37–48.
- Suchar, N., and C.V. Crookston, 2010. Understory cover and biomass indices predictions for forest ecosystems of the North western United States, *Ecological Indicators*, 10 (3): 602-609.
- Van Oijen, D., M. Feijen., P. Hommel., J. den Ouden., and R. de Waal, 2005. Effects of tree species composition on within-forest distribution of understorey species, *Applied Vegetation Science*, 8: 155-166.
- Vockenhuber, E. A., C. Scherber., C. Langenbruch., M. Meißner., D. Seidel., and T. Tschardtke T, 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.
- Whigham, D.F, 2004. Ecology of woodland herbs in temperate deciduous forests, *Annual Review of Ecology, Evolution, Systematics*, 35: 583–621.

**Variations of understory vegetation composition and diversity in  
pure and mixed beech stands  
(Case Study: Kheyroud Forest- Noshahr)**

**J. Eshaghi Rad<sup>\*1</sup>**

<sup>1</sup>Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, Urmia University.

(Received: 1 June 2013, Accepted: 3 February 2014)

**Abstract**

This study aims at comparing the understory vegetation composition and diversity in pure and mixed beech stands in the Hyrcanian forests. Nine pure beech and 15 mixed beech stands were selected. In each stand, 400 square meter (20×20 m) sample plots were established to determine the cover and abundance of all understory plants using Braun-Blanquet scale. As a biotic environmental parameter, beech tree-layer proportion of each sample plot was determined. At the center of each releve, two soil samples were taken from 0-10 and 10-30 cm depths to analyze pH, organic matter, lime, available phosphorous, total nitrogen and exchangeable potassium. For measuring plant diversity within each sample, species richness, Evenness, Shannon and Simpson diversity indices were calculated. Non-metric multidimensional scaling (NMS) was applied to assess the rate and direction of changes on the understory vegetation in the different stands and t-test was used to test the differences in the species diversity indices between pure and mixed beech stands. The NMS result showed that the understory vegetation differed in pure and mixed beech stands and were categorized in distinct groups. The main variation gradient was firstly associated with beech proportion in the tree layer and then related to organic matter and total nitrogen in the first soil depth. All diversity indices and understory species frequency were higher in mixed beech stands than pure ones. Frequency of many species such as *Carex divulsa*, *Calystegia sylvestris* and *Brachypodium sylvaticum* decreased while increasing the proportion of beech in the tree layer. However, shade tolerant species such as *Cardamine bulbifera* and *Mercurialis perennis* were observed with higher frequency in pure beech stands than mixed ones.

**Keywords:** Beech stands, Diversity, The Hyrcanian Forests, Understory species.

---

\* Corresponding Author

Tel: +984432972504

Email: j.eshagh@urmia.ac.ir