

## رابطه بین گروه های اکولوژیک گیاهی با شاخص های تنوع زیستی گیاهی در ذخیره گاه سرخدار افراخته

امید اسماعیل زاده<sup>۱\*</sup>، سید محسن حسینی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکتری چنگلداری دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشیار دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۸۴/۹/۱... تاریخ تصویب: ۸۵/۰۶/۲۰

### چکیده

هدف از این تحقیق طبقه بندی گروه های اکولوژیک ذخیره گاه سرخدار افراخته و بررسی ارتباط آنها با شاخص های تنوع زیستی گیاهی بوده است. این مطالعه بر اساس روش براون- بلانکه انجام گرفت. طبق این روش ابتدا واحد های رویشی همگن با استفاده از عملیات صحرایی و عکس های هوایی مشخص شد و سپس تعداد ۴۱ رولو ۴۰۰ متر مربعی به صورت انتخابی در این واحدها پیاده شدند. مطالعه شاخص های تنوع زیستی بر مبنای داده های وفور گونه ها و با استفاده از فرمول های متداول بررسی تنوع زیستی شامل سیمپسون و شانون- وینر به عمل آمد. در طبقه بندی گروه های اکولوژیک از روش طبقه بندی پوشش گیاهی با به کارگیری تجزیه و تحلیل های گونه های شاخص دو طرفه و گرادیان مستقیم CCA و بهره گیری از نرم افزار PC- Ord for Win 4.17 استفاده شد. در این ارتباط ابتدا تعداد چهار گروه اکولوژیک به وسیله تجزیه و تحلیل گونه های شاخص دو طرفه بر اساس داده های حضور- غیاب و وفور گونه ها تفکیک شد و سپس با استفاده از تجزیه و تحلیل CCA، بررسی روابط بین توزیع قطعات نمونه و شاخص های تنوع زیستی به عمل آمد. نتایج نشان داد که گروه های اکولوژیک از نظر پوشش گیاهی، شاخص های تنوع زیستی و متغیرهای فیزیوگرافی ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت دامنه کاملاً از یکدیگر متمایزند با افزایش ارتفاع و در نتیجه شرایط زیستی سخت تر، تنوع و غنا کاهش یافته است.

**واژه های کلیدی:** تنوع زیستی گیاهی- گروه های اکولوژیک- CCA-TWINSPAN- سرخدار- افراخته- ایران- طبقه بندی پوشش گیاهی

### سر آغاز

اکوسیستم ها نشان دهنده پایداری بیشتر آن اکوسیستم ها است (jenkins and Parker, 1998).

پوشش گیاهی هر رویشگاه به عنوان برابندی از شرایط اکولوژیک و عوامل زیست محیطی حاکم بر آن بوده (مقدم، ۱۳۸۰) و به مثابه آینه تمام نمای ویژگی های اکولوژیک و نیروی رویشی آن منطقه محسوب می شود. از این رو شناسایی و طبقه بندی پوشش گیاهی هر رویشگاه می تواند مبنای مناسبی برای طبقه بندی آن رویشگاه باشد. استفاده از پوشش گیاهی به عنوان ابزاری برای طبقه بندی رویشگاه های جنگلی سابقه علمی و تجربی بسیار طولانی دارد (Smith, 1996). پوشش گیاهی فصل مشترک خصوصیات فیزیوگرافی و خاک بوده که همواره از آنها تأثیر می پذیرد. بنابراین طبقه بندی پوشش گیاهی رویشگاه جنگلی، طبقه بندی خاک و فیزیوگرافی آن رویشگاه را به همراه خواهد داشت (Jangman et al., 1987).

تنوع زیستی، یا گوناگونی زیست شناختی، ترکیبی از اشکال مختلف و متنوع جوامع گیاهی و جانوری در کره زمین را شامل می شود. تنوع زیستی به مطالعه گوناگونی، ساختار جمعیتی و الگوهای فراوانی و پراکنش گیاهان که مفهوم آن با آمیختگی و ترکیب گونه ها قرین است پرداخته و به عنوان شاخصی برای مقایسه وضعیت اکولوژیک اکوسیستم های جنگلی به کار گرفته می شود (حسینی، ۱۳۸۰) و هدف از آن رسیدن به کمیتی واحد برای سهولت مقایسه و ارزیابی جوامع و اکوسیستم ها است. آنچه امروزه بر اهمیت روزافزون تنوع زیستی می افزاید نقش آن در حفظ ثبات اکوسیستم هاست. زیرا حضور گونه های بیشتر در یک منطقه، ساختار پیچیده تری به اکوسیستم های طبیعی خواهد داد و در نتیجه این اکوسیستم ها در پاسخ به تغییرات توانایی بیشتری داشته و با ثبات تر هستند. تنوع زیستی بالاتر

سپس نمونه‌گیری در هر واحد رویشی به روش رولوه به عمل آمد. رولوه که به عنوان توده معرف پوشش گیاهی ویژه است به صورت انتخابی در هر واحد رویشی پیاده شد. مساحت رولوها مطابق اندازه قطعه نمونه پیشنهادی برای مطالعه پوشش‌های جنگلی نواحی معتدله (Barnes, 1998)، ۴۰۰ متر مربع در نظر گرفته شد.

به‌طور کلی در سطح منطقه تعداد ۴۱ رولوه گذاشته شد. در هر رولوه ابتدا اندازه گیری خصوصیات محیطی شیب دامنه، جهت شیب و ارتفاع از سطح دریا به ترتیب با استفاده از شیب سنج، قطب نما و آلتریمتر به عمل آمده، سپس فهرست کلیه گونه‌های گیاهی به همراه درصد تاج پوشش<sup>۱۰</sup> آنها بر اساس جدول فراوانی براون- بلانکه با اندکی تغییر (جدول شماره ۱) یادداشت شد. اندازه گیری وفور گونه‌های درختی و درختچه‌ای به صورت عینی<sup>۱۱</sup> یعنی برآورد دقیق پوشش تاجی با اندازه گیری سطح تاج پوشش پایه‌های هر گونه و اندازه‌گیری وفور گونه‌های علفی به دلیل سهولت در کار به روش تخمینی، یا ذهنی<sup>۱۲</sup> به عمل آمد.

همچنین براساس داده‌های حضور<sup>۱۳</sup> و عدم حضور و وفور گونه‌ها در داخل هر یک از قطعات نمونه، محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی انجام شد.

جدول شماره (۱): طبقات فراوانی-پوشش براون بلانکه

طبقة	درصد پوششی	میانگین طبقات به درصد
۱	< ۱	۰ / ۵
۲	۱ تا ۵	۲ / ۵
۳	۵ تا ۱۲ / ۵	۸ / ۷۵
۴	۱۲ / ۵ تا ۲۵	۱۸ / ۷۵
۵	۲۵ تا ۵۰	۳۷ / ۵
۶	۵۰ تا ۷۵	۶۲ / ۵
۷	۷۵ تا ۱۰۰	۸۷ / ۵

### شاخص‌های تنوع زیستی

#### غناى گونه‌ای

غناى گونه‌ای<sup>۱۴</sup> مبین حضور انواع گونه‌هاست و از شمارش تعداد گونه‌های گیاهی در یک رولوه، و یا یک منطقه به دست می‌آید. تعداد زیادی شاخص غناى گونه‌ای ابداع شده است که هر کدام به طریقی با

گیاهانی که به طور مکرر با یکدیگر در نواحی با ترکیب‌های مشابهی از عوامل محیطی حضور می‌یابند دارای نیازهای اکولوژیک مشابهی بوده و تشکیل گروه گونه‌های اکولوژیک<sup>۱</sup> می‌دهند (Barnes et al., 1982). نواحی که از گروه گونه‌های اکولوژیک مشابه تشکیل شده‌باشند تشکیل گروه‌های اکولوژیک<sup>۲</sup> می‌دهند. گروه‌های اکولوژیک- واحد‌های رویشی همگن جنگل بوده که از ترکیب فلوربستیکی و محیطی یکسانی برخوردار بوده بنابراین می‌توانند در طبقه بندی رویشگاه‌های جنگلی استفاده شوند (زاهدی و نویل، ۱۳۷۸). در پژوهش حاضر با استفاده از تجزیه و تحلیل گونه‌های شاخص دو طرفه<sup>۳</sup> که یکی از جدیدترین روش‌های عددی<sup>۴</sup> طبقه بندی پوشش گیاهی می‌باشد به همراه تجزیه و تحلیل تطبیقی متعارفی<sup>۵</sup> که جدیدترین توسعه در تکنیک رج بندی<sup>۶</sup> است (Jangman et al., 1987)، طبقه بندی و مطالعه تنوع زیستی گیاهی<sup>۷</sup> رویشگاه سرخدار افراخته به عمل آمد.

### منطقه مورد مطالعه

ذخیره‌گاه سرخدار افراخته به مساحت ۳۵۲ هکتار در ۳۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان علی آباد کتول استان گلستان، در مختصات جغرافیایی ۴۸° ۵۵' ۵۴" تا ۱۲° ۵۷' ۵۴" درجه طول شرقی و ۲۴° ۴۵' ۳۶" تا ۳° ۴۷' ۳۶" درجه عرض شمالی و در محدوده ارتفاعی ۱۳۵۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد (اسماعیل زاده، ۱۳۸۰). بیشتر سنگ‌های تشکیل دهنده منطقه از نظر زمانی به دوران اول زمین شناسی (پالئوزوئیک) به ترتیب از قدیم به جدید از دوره‌های کربنیفر فوقانی تا پرمین زیرین مربوط است (بی نام، ۱۳۸۰). خاک منطقه از آهک غنی بوده و pH آنها بین ۶/۵ تا ۷/۵ متغیر است (حبیبی کاسب و لسانی، ۱۳۶۴). در بررسی وضعیت آب و هوایی منطقه بر اساس اطلاعات دهساله (۱۳۷۱ تا ۱۳۸۱) شش ایستگاه باران سنجی و شش ایستگاه تبخیرسنجی و گرادیان‌های بارندگی و دمای متوسط بارندگی سالانه ۹۵۰ میلیمتر و متوسط دمای سالانه ۱۰/۳ درجه سانتیگراد برآورد شد. همچنین اقلیم منطقه به روش دومارتن<sup>۸</sup> خیلی مرطوب نوع الف برآورد شد.

### روش بررسی

پوشش گیاهی منطقه بر اساس مکتب براون- بلانکه یا زوریخ- مونپلیه<sup>۹</sup> مورد مطالعه قرار گرفت (قهرمان و عطار، ۱۳۷۷). در این روش ابتدا با تکیه بر نتایج حاصل از بازدیدهای صحرائی، عکس‌های هوایی و نقشه توپوگرافی، واحدهای رویشی یکنواخت مشخص شده

شاخص تنوع گونه ای به لحاظ آماری معنای متفاوتی دارد. به عبارت دیگر از آنجایی که میزان شاخص تنوع گونه ای می تواند مربوط به جوامع با غنای پایین و یکنواختی بالا، و یا برعکس مربوط به جوامع با غنای بالا و یکنواختی پایین باشد بنابراین بتهنایی نمی تواند به عنوان شاخصی مناسب، گویای تنوع زیستی یک منطقه باشد. بنابراین شاخص تنوع گونه ای به همراه شاخص های غنای گونه ای و یکنواختی بکار می رود. در این تحقیق برای بررسی تنوع گونه ای از توابع شانون - وینر (رابطه ۴) و سیمپسون (رابطه ۵) استفاده شد (Barnes, 1998).

$$H = -\sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i) \quad (\text{رابطه ۴})$$

H = تابع تنوع گونه ای شانون وینر (۱۹۸۸)

$$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^S (P_i)^2 \quad (\text{رابطه ۵})$$

1-D = تابع تنوع گونه ای سیمپسون (۱۹۴۹)

### تجزیه و تحلیل های گروه های اکولوژیک

در طبقه بندی گروه های اکولوژیک از روش طبقه بندی پوشش گیاهی با به کارگیری تجزیه و تحلیل گونه های شاخص دو طرفه و گردایان مستقیم CCA استفاده شد. تکنیک طبقه بندی مقسمی چند صفتی است که بر اساس تشابه فلوری قطعات نمونه (رولوه ها) و به کارگیری روش معدل گیری متقابل، طبقه بندی همزمان قطعات نمونه و گونه های گیاهی را انجام می دهد (کاکرپدی و کنت، ۱۳۸۰). بر اساس داده های حضور-غیاب و وفور گونه ها در هر رولوه، ابتدا تجزیه و تحلیل TWINSpan به منظور طبقه بندی رویشگاه و تفکیک گروه های اکولوژیک به عمل آمده، سپس با استفاده از CCA، بررسی روابط بین توزیع قطعات نمونه و شاخص های تنوع زیستی انجام شد. تجزیه و تحلیل CCA، یا تجزیه و تحلیل تطبیقی متعارف به عنوان جدیدترین توسعه در رشته بندی است (Jangman et al., 1987) که دیگرام رشته بندی حاصل نه فقط الگوهای تغییرات ترکیب فلوریستیکی را نشان می دهد، بلکه روابط اصلی بین واحد های رویشی (گونه ها، یا قطعات نمونه) و هر یک از متغیر های محیطی را نیز نمایش می دهد. در این تحقیق در نظر گرفته شد تا ضمن استفاده از تجزیه و تحلیل TWINSpan به منظور تفکیک گروه های اکولوژیک، از فرایند رج بندی CCA به منظور نمایش و تبیین روابط بین گروه های اکولوژیک و شاخص های تنوع زیستی به عنوان متغیر های محیطی استفاده شد. بنابراین تجزیه و تحلیل CCA براساس شش

ارائه یک عدد میزان، غنا را در یک قطعه نمونه و یا یک رویشگاه نشان می دهند. ولی از بین شاخص های متفاوت ارائه شده، شمارش تعداد کل گونه ها یا عنوان غنای گونه ای از همه مشهورتر است (کاکرپدی و کنت، ۱۳۸۰) که در این تحقیق استفاده شد (رابطه ۱).

$$R = S \quad (\text{رابطه ۱})$$

### شاخص یکنواختی

شاخص یکنواختی<sup>۱۵</sup> نحوه پراکنش و توزیع جمعیت افراد گونه ها را نشان می دهند. هرچه توزیع گونه ها یکنواخت تر باشد (تعداد افراد، یا وفور گونه ها یکسان باشد) میزان پایداری و ثبات بیشتر بوده، در نتیجه تنوع زیستی بیشتر خواهد بود. در این تحقیق برای بررسی شاخص یکنواختی از توابع یکنواختی شانون- وینر (رابطه ۱) و سیمپسون (رابطه ۲) استفاده شد (Barnes, 1998).

$$E_H = \frac{H}{H_{Max}} = \frac{-\sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i)}{\ln(S)} \quad (\text{رابطه ۱})$$

$$E_D = \frac{1}{\sum_{i=1}^S (P_i)^2 \times S} \quad (\text{رابطه ۲})$$

S = تعداد گونه  $n_i$  = تعداد افراد، یا وفور گونه  $i$  ام

N = تعداد کل افراد، یا وفور گونه ها

$P_i$  = نسبت تعداد افراد گونه  $i$  ام به تعداد کل افراد یا نسبت

وفور گونه  $i$  ام به مجموع وفور گونه ها

### شاخص غلبه

شاخص غلبه<sup>۱۶</sup> نشان دهنده فراوانی جمعیت برخی از گونه ها نسبت به دیگر گونه هاست که به عنوان یک شاخص در بررسی های تنوع زیستی استفاده می شود. در این تحقیق به منظور بررسی شاخص غلبه از شاخص غلبه سیمپسون (رابطه ۳) استفاده شد (Barnes, 1998).

$$D_D = \sum_{i=1}^S (P_i)^2 \quad (\text{رابطه ۳})$$

### شاخص تنوع گونه ای

شاخص تنوع گونه ای<sup>۱۷</sup> در واقع ترکیبی از غنای گونه ای و یکنواختی است که شاخص های تنوع گونه ای، دو مقدار غنای گونه ای و یکنواختی را در کمیت جمع آوری می کنند، ولی برای غالب شدن استفاده از شاخص های تنوع گونه ای مانع وجود دارد که مقدار

به عمل آمده است، تعداد ۴۱ رولوه (قطعه نمونه) رویشگاه سرخدار افراخته در چهار گروه طبقه بندی شدند.

پس از طبقه بندی گروه‌های اکولوژیک، تحلیل گونه‌های شاخص که مبین شرایط مختلف محیطی هر گروه است به عمل آمد. در این زمینه با محاسبه ارزش شاخص برای هر گونه؛ گروه گونه‌هایی را که در شرایط مشابه محیطی (گروه اکولوژیک) قرار گرفته اند، مشخص شدند (جدول شماره ۳).

مقادیر احتمال خطای نوع I بر اساس آزمون مونت کارلو (جدول شماره ۳) حاکی از آن است که مقادیر شاخص تعداد ۲۹ گونه از ۵۶ گونه در رابطه با گروه‌های طبقه بندی شده، معنی دار است ( $P < 0.05$ ).

نتایج تلفیقی تجزیه و تحلیل TWINSpan و تحلیل گونه‌های شاخص که به ترتیب طبقه بندی قطعات نمونه (گروه اکولوژیک) و تفکیک گروه گونه‌های اجتماع یافته در هر گروه اکولوژیک را انجام می‌دهند به شرح ذیل است:

گروه ۱: این گروه ۷ قطعه نمونه را که عموماً در دامنه‌های شمالی قرار دارند شامل می‌شود. گونه‌های نم‌دار (*Tilia platyphyllos*) همیشهک (*Danae racemosa*) و خاس (*Ilex spinigera*)، به ترتیب با مقادیر شاخص ۸۲/۵، ۷۵ و ۷۳/۳ درصد به عنوان گونه‌های شاخص چوبی این گروه محسوب می‌شوند.

گروه ۲: این گروه ۵ قطعه نمونه را شامل می‌شود که در آن گونه‌های درختی سرخدار (*Taxus baccata*) و آلوکک (*Cerasus avium*) به ترتیب با مقادیر شاخص ۶۶/۹ و ۵۲/۲ درصد به عنوان گونه‌های چوبی شاخص این گروه محسوب می‌شوند.

گروه ۳: این گروه تعداد ۱۱ قطعه نمونه را که عموماً در دامنه‌های جنوبی و نواحی کم شیب قرار دارند شامل می‌شود. گونه‌های بلوط بلند مازو (*Quercus castaneifolia*)، ولیک (*Crataegus microphylla*) و ازگیل (*Mespilus germanica*)، به ترتیب با مقادیر شاخص ۸۱/۴، ۷۰ و ۶۲/۴ درصد به عنوان گونه‌های چوبی شاخص این گروه محسوب می‌شوند.

گروه ۴: این گروه تعداد ۱۷ قطعه نمونه را که عموماً در دامنه‌های پر شیب و مرتفع قرار دارند شامل می‌شود. گونه‌های درختچه‌ای پیرو (*Juniperus communis*)، لور (*Carpinus orientalis*)

دغدغک (*Colutea persica*)، به ترتیب با مقادیر شاخص ۸۹/۹، ۷۰/۱ و ۵۷ درصد به عنوان گونه‌های شاخص چوبی این گروه به حساب می‌آیند

متغیر محیطی غنای گونه‌ای، تنوع گونه‌ای شانون وینر، تنوع گونه‌ای سیمپسون، یکنواختی شانون وینر، یکنواختی سیمپسون و غلبه زیستی سیمپسون به عمل آمد. تجزیه و تحلیل‌های مذکور با بهره‌گیری از نرم افزار Excel و PC-Ord for Win 4.17 انجام شد (McCune and Mefford, 1999).

پس از طبقه بندی رویشگاه و تهیه گروه‌های اکولوژیک، محاسبه ارزش شاخص<sup>۱۸</sup> گونه‌ها برای تشخیص گونه‌های شاخص هر گروه به عمل آمد. تحلیل گونه‌های شاخص هر گروه به روش Legendre و Durfrene (1997) به عمل آمد (McCune and Mefford, 1999). در این روش با محاسبه وفور نسبی<sup>۱۹</sup> و فراوانی نسبی<sup>۲۰</sup> ارزش شاخص گونه‌های هر گروه بر اساس رابطه ۶ محاسبه شد.

$$IV_{JK} = RA_{JK} \times RF_{JK} \times 100 \quad (\text{رابطه ۶})$$

$$IV_{JK} = \text{ارزش شاخص گونه J در گروه K}$$

$$RA_{JK} = \text{وفور نسبی گونه J در گروه K}$$

$$RF_{JK} = \text{فراوانی نسبی گونه J در گروه K}$$

ارزیابی معنی دار بودن مقادیر ارزش شاخص با استفاده از آزمون مونت کارلو<sup>۲۱</sup> به عمل آمد (McCune and Mefford, 1999). به منظور مقایسه گروه‌های اکولوژیک، با توجه به اینکه مقادیر شاخص-های تنوع زیستی (غیر از شاخص غنای گونه‌ای) بر مبنای آماره کمی و پیوسته درصد تاج پوشش گونه‌های گیاهی محاسبه شده و لذا شرایط آزمون پارامتری را تأمین می‌کنند از آزمون تجزیه واریانس یکطرفه (ANOVA) و آزمون مقایسه میانگین دانکن استفاده شد. برای مقایسه گروه‌ها از نظر شاخص غنای گونه‌ای از آزمون مربع کای استفاده شد.

همچنین به منظور بررسی همبستگی خصوصیات فیزیوگرافی رویشگاه (ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهات دامنه) با گروه‌های اکولوژیک از ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپرمن که جزء آزمون‌های غیر پارامتریک است (کاکر پدی و کنت، ۱۳۸۰) استفاده شد.

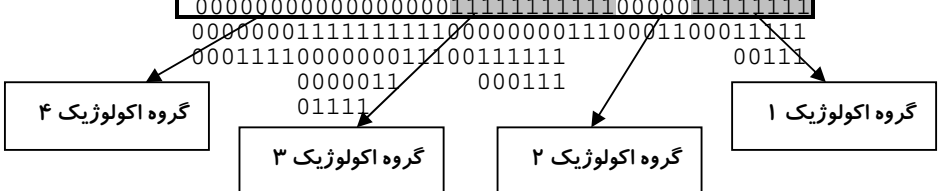
## نتایج

### طبقه بندی رویشگاه

همان طوری که جدول شماره (۲) نشان می‌دهد در نتیجه تجزیه و تحلیل TWINSpan که بر اساس پوشش تاجی تعداد ۵۶ گونه گیاهی

جدول شماره (۲): جدول دو طرفه طبقه بندی قطعات نمونه و گونه های گیاهی تجزیه و تحلیل TWINSPLAN

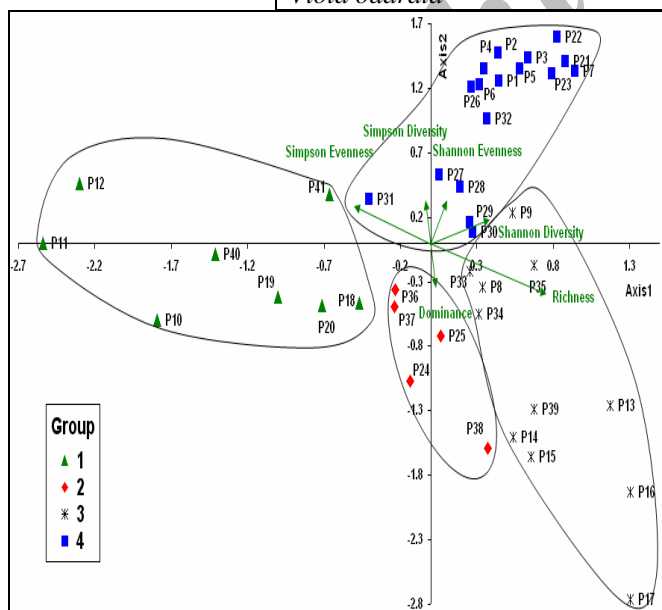
شماره پلات			کد گونه
20	Juni com	633-355333337355533-----2-----	00000
22	Colu per	-----3333-23333-2-----2-----	00000
39	Cent zuv	-----22222-----3-2-----	000010
49	Apiu gra	22-----22-22---2-----2-----	000010
53	Buni spl	2--22---22-22-322---22--3-----	000010
27	lath spl	3333333-----333-3-----233-----	000011
38	Cent hyr	-233323222222-33322--2-2-322---2-----	000011
41	Digi ner	----2---22-2-23-322222222222---2-----	0001
48	Ment spl	---22---2-2-23333222232---2---2-----	0001
5	Carp ori	666766777777778874-5665--32553-----3-46	00100
28	Plan spl	2-----22-----2-----2-----	00100
54	Bupl fal	-----2-223-3-----2-3-----3-----	00100
56	Care syl	22-23333333533-2223---42---2322---3-----	00100
17	Corn aus	---2323333325253-3332342232-2-22-2---2	00101
46	Laps com	222-3---222---3-3--223-222-2--223-----	00101
12	Acer pla	-3-4224-----2-----	0011
36	Sile spl	22-3-----33-----2-----3-----	0011
52	Brac syl	2232233--33-3--333333244344-----333-----	01000
14	Mesp ger	-----222--23323-3-24344234---22-----	010010
15	Crat mic	-----222--23---3333344243---23-----	010010
18	Pyr boi	-----2-2--232-2332-3-233-----2-2-2-----	010010
35	Serr qui	-----2-----2---2---222232-----3-----	010010
10	Quer cas	2-2-22-3--223344467566677788--26-32-2--332	010011
32	Rosa can	-----3-2---2222-22-----	010011
13	Acer cam	-----2-----32422---2-2-33-----	0101
16	Prun div	-----2-----3---322-22---222-2-----	0101
9	Frax exc	-----2-----4-4-422223---2322-----2-----	01100
29	Prim het	2222222---22---2222-222322232222-----	011010
47	Lath lax	-----33-32--333-333333-2333---3322222222	011010
25	Viol oda	33333332333333322333-32333333322---	011011
43	Euph amy	23233332332-333333--33-332233233323-22	011011
44	Fest dry	5335535565563465553567544333323553544433	011011
21	Berb vul	322-3-----22-----22-22-----	0111
24	Vici cro	32222--22---322-----22223-----	0111
45	Lami alb	222-----22-----22-----	0111
33	Salv glu	---22---2-22--3222222-2-322223---22---	1000
3	Carp bet	---445---34-4-67635-564---465458766-	1001
7	Cera avi	---223-2-2---2---22-222-222-244---22---	1001
34	sani eur	---232---32223233332322-223-43222222-	1001
50	Aspe oda	---3333---2---3333323-3-223333333222	1001
1	Taxu bac	777446633-4342---465544-227878677842633	1010
6	Acer cap	22223343433-3-444-2333333222-22324244355	1010
19	Evon lat	3223322522-222322---222--223-2232233424	1010
42	Epip hel	3222222-222-22-22-2323-----333-2222233-2	1010
23	Ulmu gla	---2-----4-3-----222-2-----	1011
26	poly ori	22223232---2-22-2222-2---222232232222	1011
11	Acer vel	-----2-----2-22-2---2-2-22-2-----	1100
2	Ilex spi	---4462-33-23-23353--3435-32442-356673488	1101
4	Rubu spl	-----2-----22---2-2222--23332-262---	1101
8	Sorb tor	2--322-2---222--223233--322243---32666	1101
51	Aspl adi	-2223-----2-2-2-222222---	1101
30	Poly vul	---23-----2-----222232-2	1110
31	Poly wor	-----222232---	1110
37	Tili pla	---36-4-----222-----2364456533	1110
40	Dana rec	-----2-----333--332	1110
55	Card imp	---2322-----22233322232-2	1111



جدول شماره (۳): مقدار شاخص برای گونه‌های گیاهی در هر گروه

گونه گیاهی	گروه	مقدار شاخص	P
<i>Acer cappadocicum</i>	۱	۵۷/۱	۰/۰۰۴
<i>Berberis vulgaris</i>	۲	۳۶/۹	۰/۰۴۶
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	۳	۵۹/۷	۰/۰۰۱
<i>Cardamine impatiens</i>	۲	۵۲/۶	۰/۰۰۵
<i>Carpinus betulus</i>	۱	۴۱/۳	۰/۰۳۸
<i>Carpinus orientalis</i>	۴	۶۷/۱	۰/۰۰۱
<i>Centaurea hyrcanica</i>	۴	۵۹/۸	۰/۰۰۵
<i>Cerasus avium</i>	۲	۵۲/۲	۰/۰۰۲
<i>Colutea persica</i>	۴	۵۷	۰/۰۰۱
<i>Crataegus microphylla</i>	۳	۷۰	۰/۰۰۳
<i>Danae racemosa</i>	۱	۷۳/۳	۰/۰۰۱
<i>Digitalis nervosa</i>	۳	۴۱/۴	۰/۰۰۴
<i>Ilex spinigera</i>	۱	۷۱/۸	۰/۰۰۱
<i>Juniperus communis</i>	۴	۸۹/۸	۰/۰۰۱
<i>Lamium album</i>	۲	۲۷/۸	۰/۰۳۳
<i>Lathyrus sp</i>	۴	۴۰/۷	۰/۰۰۳
<i>Mespilus germanica</i>	۳	۶۳/۴	۰/۰۰۲
<i>Polypodium vulgare</i>	۱	۶۶/۷	۰/۰۰۱
<i>Polystichum worronowii</i>	۱	۷۵	۰/۰۰۱
<i>Primula heterochroma</i>	۲	۴۶/۷	۰/۰۱۳
<i>Pyrus cordata</i>	۳	۴۱/۵	۰/۰۳۱
<i>Quercus castaneifolia</i>	۳	۸۱/۴	۰/۰۰۱
<i>Salvia glutinosa</i>	۲	۴۳/۹	۰/۰۰۴
<i>Serratula quinquefolia</i>	۳	۳۸/۴	۰/۰۳۱
<i>Taxus baccata</i>	۲	۶۶/۹	۰/۰۰۳
<i>Tilia platyphyllos</i>	۱	۸۲/۵	۰/۰۰۱
<i>Vicia crocea</i>	۲	۶۳	۰/۰۰۳
<i>Viola odorata</i>	۲	۳۳/۹	۰/۰۰۲

## رسته بندی با استفاده از آنالیز CCA



شکل شماره (۱): دیاگرام رسته بندی CCA قطعات نمونه

رویشگاه سرخدار افرانخته

تجزیه و تحلیل CCA قطعات نمونه نیز تعداد چهار گروه اکولوژیک حاصل از تجزیه و تحلیل TWINSpan را تأیید می کند. شکل شماره (۱) نتایج تلفیقی دو تجزیه و تحلیل TWINSpan (برای تفکیک گروه های اکولوژیک) و CCA (رسته بندی گروه های اکولوژیک و نمایش روابط آنها با شاخص های تنوع زیستی) را نشان می دهد. این دیاگرام، توزیع مکانی و گروه بندی قطعات نمونه و گروه های اکولوژیک را در فضای محورهای اول و دوم نمایش می دهد. قطعات نمونه، و یا گروه های اکولوژیکی که نزدیک تر به هم هستند از نظر ترکیب گونه ای و وضعیت تنوع زیستی مشابهت بیشتری داشته و نقاط، یا گروه های اکولوژیکی که دورتر از یکدیگر قرار دارند دارای تشابه کمتری اند. دو محور اول و دوم ۶۱/۶ درصد از کل تغییرات را توجیه می کنند (مقدار ویژه<sup>۲۲</sup> برای محور اول ۰/۴۴ و برای محور دوم ۰/۳۳ است). آزمون مونت کارلو به عمل آمده نشان دهنده سطح معنی دار برای هر دو محور اول ( $P=0.1$ ) و دوم ( $P=0.04$ ) است. وضعیت همبستگی شاخص های تنوع های تنوع زیستی با محورها در جدول شماره (۴) نمایش داده شد

جدول شماره (۴): همبستگی محورهای CCA و شاخص های

تنوع زیستی			
محور ۳	محور ۲	محور ۱	محور ها شاخص ها
-۰/۰۹۵	-۰/۳۸۳	۰/۷۵۶	غنا گونه‌ای
-۰/۵۱۱	۰/۳۳۴	-۰/۱۰۹	یکنواختی شانون- وینر
-۰/۴۱۲	۰/۱۶۴	۰/۳۷۷	تنوع شانون-وینر
-۰/۳۵۴	۰/۳۲۵	-۰/۰۳۳	تنوع سیمپسون
-۰/۳۳۵	۰/۲۷۳	-۰/۴۹۳	یکنواختی سیمپسون
۰/۳۵۴	-۰/۳۲۵	۰/۰۳۳	غلبه سیمپسون

بررسی وضعیت متغیرهای شاخص تنوع زیستی در رابطه با محورهای رج بندی حاکی از آن است که شاخص های تنوع و یکنواختی سیمپسون در سمت چپ (منفی) و دیگر شاخص های تنوع زیستی در سمت راست (مثبت) محور اول قرار داشته و شاخص غنا گونه ای بیشترین همبستگی ( $r = 0.756$ ) را با محور ۱ نشان می دهد. اما برای محور دوم شاخص های غنا و غلبه سیمپسون در سمت چپ و دیگر شاخص ها در سمت راست قرار دارند. در رابطه با محور دوم نیز شاخص غنا بیشترین همبستگی ( $r = -0.383$ ) را دارد. بنابراین نتیجه گیری می شود که شاخص غنا به عنوان مهم ترین شاخص تنوع زیستی گیاهی در تفکیک گروه های اکولوژیک رویشگاه سرخدار افراخته به شمار می رود.

تعیین تنوع زیستی در گروه های اکولوژیک

مقادیر شاخص های تنوع زیستی گروه های اکولوژیک در جدول شماره (۵) نشان داده شده است. نتایج آزمون مربع کای مبین آن است که با مقدار  $\chi^2 = 213/75$  و  $P < 0.001$  در سطح ۹۹ درصد بین گروه های اکولوژیک، از نظر شاخص غنا گونه ای تفاوت معنی دار آماری وجود دارد. همچنین نتایج این آزمون در مقایسه جفتی (دوبه دو) گروه ها با یکدیگر در سطح ۹۹ درصد معنی دار بوده است. اما برای تعیین معنی دار بودن تفاوت های بین دیگر شاخص های تنوع زیستی در گروه های اکولوژیک از تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) استفاده شد (جدول شماره ۵). به منظور تعیین تفاوت های جفتی گروه های اکولوژیک از نظر شاخص های تنوع زیستی از روش مقایسه چندگانه (میانگین) دانکن استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره (۶) آمده است.

جدول شماره (۵): تحلیل واریانس یکطرفه گروه های اکولوژیک

شاخص های تنوع زیستی	F	P
یکنواختی شانون- وینر	۲/۳۲۸	۰/۰۹۱ns
یکنواختی سیمپسون	۲/۹۲۸	۰/۰۴۵*
تنوع شانون- وینر	۲/۱۸۵	۰/۱۱۵ ns
تنوع سیمپسون	۳/۸۲۷	۰/۰۱۸*
غلبه سیمپسون	۳/۸۲۷	۰/۰۱۸*

\*: در سطح ۹۵ درصد معنی دار است.

ns: فاقد تفاوت معنی دار آماری

جدول شماره (۶): مقادیر شاخص های تنوع زیستی در گروه های اکولوژیک و نتایج مقایسات جفتی گروه های اکولوژیک (برای شاخص غنا)

گونه ای آزمون مربع کای و برای دیگر شاخص های تنوع از آزمون دانکن استفاده شد)

شاخص های تنوع زیستی					گروه های اکولوژیک	
غلبه سیمپسون	تنوع گونه ای		یکنواختی			غنا
	سیمپسون	شانون- وینر	سیمپسون	شانون- وینر		
۰/۲۳۱۸ ± ۰/۰۳۳ b	۰/۷۶۸۲ ± ۰/۰۴۳a	۱/۸۹۶ ± ۰/۲۰۲ a	۰/۲۰۲۱ ± ۰/۰۳۲a	۰/۶۱۰۵ ± ۰/۰۴۹ a	۲۳ ± ۴b	۱
۰/۳۳۷۶ ± ۰/۰۶۸ a	۰/۶۶۲۴ ± ۰/۱۱۲b	۱/۷۷ ± ۰/۴۳۳ a	۰/۱۲۷۷ ± ۰/۰۲۵b	۰/۵۳۷۶ ± ۰/۰۸۵ a	± ۵ ab ۲۷	۲
۰/۲۴۰۹ ± ۰/۰۷۱b	۰/۷۵۹۱ ± ۰/۱۰۱a	۲/۰۵۸ ± ۰/۲۸۳ a	۰/۱۶۹۵ ± ۰/۰۳۵ab	۰/۶۱۸۱ ± ۰/۰۶۹ a	۲۸ ± ۳a	۳
۰/۲۵۷۴ ± ۰/۰۵۴ab	۰/۷۴۲۱ ± ۰/۰۷۷ab	۱/۹۵۵ ± ۰/۳۳۱ a	۰/۱۶۷۹ ± ۰/۰۲۵ab	۰/۶۰۴۳ ± ۰/۰۷۰ a	۲۶ ± ۳ab	۴

است گروه‌های اکولوژیک با هر یک از متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهات دامنه همبستگی دارند یعنی اینکه مشخصه های مذکور به عنوان عوامل فیزیوگرافی مؤثر در تفکیک گروه های اکولوژیک دخالت دارد.

### همبستگی گروه‌های اکولوژیک با خصوصیات فیزیوگرافی

جدول شماره (۷) ضرایب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن گروه های اکولوژیک با متغیر های شیب، ارتفاع از سطح دریا و جهات جغرافیایی را نشان می‌دهد. همان طوری که در این جدول مشخص

جدول شماره (۷): ضرایب همبستگی رتبه ای اسپیرمن گروه های اکولوژیک با متغیر های فیزیوگرافی

ارتفاع از سطح دریا (متر)	درصد شیب	جهت جغرافیایی (۴ جهت اصلی)
۰/۴۵۰	۰/۴۸۶	۰/۵۳۳
۰/۰۰۴**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰**
		Sig.

\*\* : در سطح ۹۹ درصد معنی دار است.

مناسب برای استفاده از مشخصه کمی وفور، بررسی شاخص های تنوع زیستی براساس کلیه گونه های گیاهی موجود در اکوسیستم های جنگلی تفکیک عرصه های جنگلی با خصوصیات متفاوت اکولوژیکی در راستای تحقق اهداف توسعه پایدار منابع جنگلی به کار گرفته شوند

در این تحقیق سعی شده است تا با اندکی تغییر در محاسبه برخی از توابع تنوع زیستی، بخشی از نارسایی های موجود در آنها را کاهش داده تا بدین وسیله از آنها در ارزیابی و طبقه بندی رویشگاه های جنگلی به نحو مطلوبتری بهره گیری شود. برای این منظور در معرفی شاخص غنای گونه ای رویشگاه به جای استفاده از شاخص غنای مارگالف و منهینیک (Margalef, 1985) و Menhinick, 1964 به نقل از کاکرپدی و کنت، (۱۳۸۰) که بر اساس آنها میزان غنای گونه ای قطعات نمونه با صدها اصله رستنی گیاهی از یک، یا چند گونه گیاهی نسبت به قطعات نمونه ای که دارای یک، یا دو اصله از همان تعداد گونه اند کمتر محاسبه می شود از شاخص غنای گونه ای S، یعنی معرفی غنای گونه ای منطقه براساس شمارش تعداد گونه های گیاهی موجود در سطحی مشخص (۴۰۰ متر مربع) استفاده شده است. همچنین در معرفی شاخص های تنوع گونه ای شانون- وینر و سیمپسون، یکنواختی شانون- وینر و سیمپسون و شاخص غلبه گونه ای سیمسون به جای استفاده از فراوانی گونه ها از مشخصه کمی وفور (غلبه) گونه ها استفاده شده است که این روش اولاً ضعف بیشتر شاخص های تنوع زیستی را که در محاسبه آنها یک نهال کوچک همانند یک درخت تنومند به یک نسبت در محاسبه تنوع زیستی دخالت می یابد (این در حالی است که نقش یا تأثیر یک درخت در اکوسیستم چندین برابر اثری است که یک نهال دارد) برطرف می سازد. چون در این روش با استفاده از معیار وفور گونه ها به جای معیار فراوانی آنها، دو پایه نهال و درخت تنومند براساس میزان وفور خود (میزان تاج پوشش) در بررسی شاخص های تنوع

### بحث و نتیجه گیری

نتایج بررسی های رسته بندی به همراه تجزیه و تحلیل داده ها با آزمون آماری تجزیه واریانس یکطرفه و مربع کای نشان می دهد که بین گروه های اکولوژیک با تفاوت ترکیب گونه ای و خصوصیات محیطی متفاوت از نظر تنوع زیستی نیز تفاوت معنی دار آماری وجود دارد. قطعات نمونه با خصوصیات محیطی (شیب، جهات جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا) و ترکیب و تنوع گونه ای مشابه تشکیل گروه های اکولوژیک مشخص می دهند که هر گروه با دیگر گروه ها از نظر ویژگی های فلوربستیکی، تنوع زیستی و فیزیوگرافی متمایز است.

بررسی شاخص های تنوع زیستی در گروه های اکولوژیک نشان داد که شاخص های غنای گونه ای، تنوع گونه ای شانون- وینر و سیمپسون و شاخص یکنواختی شانون- وینر و سیمپسون با افزایش شیب و ارتفاع منطقه کاهش می یابند و این در حالی است که مقدار شاخص غلبه سیمپسون با افزایش شیب و ارتفاع منطقه افزایش می یابد. در این ارتباط می توان اظهار داشت که با افزایش ارتفاع و شیب منطقه و در نتیجه سخت تر شدن شرایط اکولوژیک منطقه، از میزان غنا و تنوع گونه ای کاسته شده. در نتیجه گونه های غالب منطقه به راحتی در سطح منطقه استیلا یافته، شاخص غلبه گونه ای افزایش می یابد

نتایج بررسی همبستگی رتبه ای اسپیرمن گروه های اکولوژیک با متغیر های شیب، جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا حاکی از آن است که گروه های اکولوژیک نه فقط از نظر ویژگی های فلوربستیکی و تنوع زیستی متمایزند، بلکه از نظر خصوصیات فیزیوگرافی نیز متفاوت هستند. بنابراین می توان ادعان داشت که طبقه بندی رویشگاه سرخدار افراخته با استفاده از روش های آماری چند متغیره TWINSpan و CCA با واقعیت موجود رویشگاه (خصوصیات پوشش گیاهی و فیزیوگرافی) تطابق دارد روش های چند متغیره آماری می توانند به عنوان ابزاری



- 17-Species diversity
- 18-Indicator value
- 19-Relative Abundance
- 20-Relative Frequency
- 21-Monte Carlo
- 22-Eigenvalue

### سپاسگزاری

بدین وسیله از آقایان مهندس عادل شیرگاهی و مهندس پدرام غدیری پور به دلیل مساعدت و همکاری بسیاری که در برداشت های صحرائی این پژوهش داشتند و همچنین از مهندس حبیب زارع که در مورد شناسایی گونه های گیاهی تلاش زیادی مبذول داشتند، تشکر و قدردانی می شود.

### منابع مورد استفاده

اسماعیل زاده، ا. ۱۳۸۲. ارزیابی اکولوژیک ذخیره گاه سرخدار افراتخته با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۷۳ صفحه.

بی نام، ۱۳۸۰. مطالعات توجیهی حوزه آبخیز زرین گل و کبود وال، مدیریت آبخیزداری سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان، ۱۲۰ صفحه.

پوربایایی، ح. ۱۳۷۷. بررسی تنوع گیاهان چوبی در استان گیلان، پایان نامه دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ۲۵۵ صفحه + ضامنه.

حبیبی کاسب، ح. و لسانی، م. ر. ۱۳۶۴. بررسی وضعیت خاک و کیفیت توده های جنگلی سرخدار در ایران، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۳۹، صفحه ۱۳-۲۷.

حسینی، س. م. ۱۳۸۰. بررسی تنوع زیستی در جنگل های سوزنی برگ بومی شمال ایران، مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت جنگل های شمال و توسعه پایدار، مقالات پوستری، صفحه ۳۵-۴۹.

زاهدی، ق.، نوبل، ل. ۱۳۷۸. طبقه بندی هوموس جنگلی بر اساس خصوصیات جوامع گیاهی در یک جنگل آمیخته پهن برگ در کشور

زیستی دخالت یافته، بنابراین تأثیر آنها به یک اندازه نخواهد بود. ثانیاً با استفاده از مشخصه کمی وفور، بررسی شاخص های تنوع زیستی براساس کلیه گونه های گیاهی موجود در اکوسیستم های جنگلی امکان پذیر می شود و این در حالی است که در بررسی شاخص تنوع زیستی از مشخصه فراوانی، با توجه به اینکه شمارش تعداد پایه های گونه های علفی به علت زیاد بودن و گاهی به علت کپه ای بودن مشکل بوده و از دقت بسیار پایین نیز برخوردار است، فقط گونه های چوبی و یا درختی مطرح اند. در این مورد می توان به مطالعه پور بابایی (۱۳۷۷) بررسی تنوع زیستی گونه های چوبی در استان گیلان، اشاره کرد که در آن به منظور بررسی و مقایسه تنوع زیستی رویشگاه های مختلف، فقط از مشخصه های گونه های چوبی استفاده شده و به علت وقت گیر بودن و بالا بودن میزان اشتباه در محاسبه فراوانی گونه های علفی کمترین توجهی به گونه های علفی منطقه نشده است. پر واضح است که بررسی تنوع زیستی گونه های گیاهی رویشگاه، در حالتی که وضعیت کلیه گونه های گیاهی منطقه اعم از گونه های علفی و چوبی در محاسبه شاخص های تنوع زیستی منظور شوند نسبت به حالتی که در آن فقط گونه های چوبی مطرح هستند پتانسیل و توان اکولوژیک رویشگاه بهتر توصیف شده و نتایج حاصل به واقعیت موجود در رویشگاه عینیت بیشتری خواهد داشت.

### یادداشت ها

- 1-Ecological Species Groups
- 2-Ecological Group
- 3-Twins PAN
- 4-Numerical
- 5-Canonical Correspondence Analysis
- 6-Ordination
- 7-Plant Biodiversity
- 8-Demarton, 1926
- 9-Braun- Blanquet, 1932
- 10-Cover percentage
- 11-Objective
- 12-Subjective
- 13-Persence
- 14-Richness
- 15-Evennes
- 16-Dominance

Jenkins, M.A., Parker. 1998. Composition and diversity of woody vegetation in silvicultural openings of southern Indiana forests, *Forest ecology and management*, 109: 57-74.

Marie- Luise, S. 1994. Community and edaphic analysis of upland northern hardwood communities, central Vermont, USA, *Forest ecology and management*, 72: 235-249

MC Cune, B.J., Mefford M.j. 1999. PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4, MjM Software Design, Glenden Beach, Oregon, USA.

Krebs, Charles, J. 1989. *Ecological Methodology*, University of British Columbia, Harper Collis Publication, 432 PP.

Shannon, C.E., Weaver, A. 1964. *The mathematical theory of communities*, Illinois, Uni. Press, 350 pp.  
Smith, F. 1996. Biological diversity, Ecosystem stability and economic development. *Ecological Economics*, 16: 191-203.

بلژیک، مجله منابع طبیعی ایران، دانشگاه تهران، شماره ۲، جلد ۵۲، صفحه ۴۷-۶۱.

قهرمان، ا. و عطار، ف. ۱۳۷۷. تنوع زیستی گیاهان ایران، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۴۱۱، ۱۱۷۶ صفحه + ضمائم.

کاکریدی کنت، م. ۱۳۸۰. توصیف و تحلیل پوشش گیاهی، ترجمه منصور، مصدقی، جهاد دانشگاهی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۸۷ صفحه.

مقدم، م. ۱۳۸۰. اکولوژی توصیفی و آماری پوشش گیاهی، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۸۵ صفحه

Barnes, B.V. 1998. *Forest ecology*, John Wiley and Sons. INC., 773 pp.

Barnes, B.V.; Pregitzer K.S. and Spies T.A. 1982. Ecological forest site classification, *J. For.* 80: 493-498.

Jangman, R.H.G., ter Braak, C.J.G. and Van Tongeren, O.F.R. 1987. *Data Analysis In Community and Landscape Ecology*, Pudoc, Wageningen.

Archive SID