

## ارتباط بین گروه‌های اکولوژیک گیاهی در آشکوب علفی با عوامل

رویشگاهی (مطالعه موردی: جنگل‌های میان‌بند نکا)<sup>۱</sup> و <sup>۲</sup>قوام‌الدین زاهدی امیری<sup>۳</sup> سلیمان محمدی لیمایی<sup>۴</sup>

## چکیده

به منظور شناسایی گروه‌های اکولوژیک گیاهی و یافتن الگوی پراکنش آنها در زمینه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عوامل فیزیوگرافیک، منطقه‌ای به مساحت ۸ هکتار از ارتفاع ۶۹۰ تا ۸۰۰ متر از سطح دریا در جنگل‌های میان‌بند نکا انتخاب شد. برای شناسایی و طبقه‌بندی پوشش گیاهی، از ۲۱۴ قطعه نمونه ثابت مربعی بر اساس روش ضرایب فراوانی - چیرگی براون - بلانکه<sup>۵</sup> استفاده شد. گروه‌های اکولوژیک گیاهی با استخراج داده‌های عناصر رویشی به روش‌های تجزیه و تحلیل خوشه‌ای (TWINSPAN) و رسته‌بندی (DCA)، شناسایی شدند. برای تهیه نقشه‌های پراکنش گروه‌های اکولوژیک گیاهی و مدل رقومی ارتفاع (DEM) از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده گردید. مقایسه نقشه پراکنش گروه‌های اکولوژیک گیاهی و نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع نشان داد که بین گروه‌های گیاهی و جهت‌های جغرافیایی ارتباط معنی‌داری وجود دارد، اما بین گروه‌های گیاهی با شیب رابطه معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل رسته‌بندی بین گروه‌های اکولوژیک گیاهی و قطعات نمونه‌ای که گونه‌های گیاهی در آن گروه پراکنش دارند، ترکیب فلورستیکی مشخصی را نشان می‌دهد. به منظور بررسی رابطه بین گروه‌های اکولوژیک گیاهی حاصل از تجزیه و تحلیل TWINSPAN و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌برداری از لایه‌های آلی و معدنی با توجه به نحوه پراکنش گروه‌های اکولوژیک گیاهی و شکل زمین انجام شد. از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شامل درصد ماده آلی، رطوبت، آهک، وزن مخصوص ظاهری N, P, K, C برای تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد. نتایج این تجزیه و تحلیل نشان داد که در گروه اول اکولوژیک شامل گونه‌های *Danae racemosa*، *Cerasus avium*، *Ficus carica*، *Parrotia persica*، عامل حاصلخیزی خاک در افق‌های آلی و معدنی، در گروه سوم شامل *Oplismenus undulatifolius*، *Diospyrus lotus* و همچنین گروه چهارم شامل گونه‌های *Galanthus transcaucasicus*، *Lamium album*، *Cyclamen coum*، مجموع خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (عامل حاصلخیزی) در تجمع این گروه‌های گیاهی از اهمیت بیشتری برخوردارند.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌های میان‌بند نکا، گروه‌های اکولوژیک گیاهی، PCA، DCA، TWINSPAN و حاصلخیزی.

۱- تاریخ دریافت: ۸۱/۲/۹، تاریخ تصویب نهایی: ۸۱/۷/۲۹

۲- این تحقیق با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه تهران انجام شده است.

۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران (E-mail: zahedi@nrf.ut.ac.ir)

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

## مقدمه

راه‌حل اصولی در ارزیابی توان اکولوژیک رویشگاه‌های جنگلی، مطالعه پوشش گیاهی از جنبه فلورستیک و بررسی خصوصیات خاک به‌طور مجزا نیست، بلکه مطالعه توأم عناصر رویشی و خاک می‌تواند نتایج مطلوب‌تری دربرداشته باشد. از آنجاکه گیاهان علفی کف جنگل دامنه بردباری محدودی دارند و در یک مقیاس کوچک نسبت به عوامل محیطی تغییرپذیری قابل توجهی از خود نشان می‌دهند، به همین سبب می‌توانند معرف خوبی در جهت نمایش این تغییرات باشند و استفاده از آنها در طبقه‌بندی رویشگاه جنگل نتایج معقول‌تری دربردارد (محمدی لیمایی، ۱۳۸۰). امتیاز به کارگیری گونه‌های علفی به‌عنوان معرف در تعیین کیفیت توده‌های جنگلی در اروپا توسط براون بلانکه (۱۹۳۲)، النبرگ<sup>۱</sup> (۱۹۹۲ و ۱۹۵۲) و همچنین نوآرفالیز<sup>۲</sup> (۱۹۸۴) جهت ارزیابی اکوسیستم‌های جنگلی در فعالیتهای جنگل‌شناسی، جنگلداری و جنگل‌کاری مورد تایید قرار گرفته است. کارر<sup>۳</sup> (۱۹۹۲) در اتریش برای طبقه‌بندی رویشگاه جنگل از روش تلفیقی مطالعه فلورستیک عوامل محیطی از قبیل نوع خاک، پستی و بلندی و... از روش‌های تجزیه و تحلیل چندمتغیره استفاده کرد.

آلن و همکاران<sup>۴</sup> (۱۹۹۵) رابطه بین پوشش گیاهی (به‌ویژه پوشش علفی) را با خصوصیات خاک و پستی و بلندی در نیوزیلند مورد مطالعه قرار دادند، تجزیه و تحلیل خوشه‌ای نشان داد که شکل زمین و جوامع گیاهی وابسته به آن قادرند توان رویشگاه را با تخمین قابل قبول و بدون

آزمایش‌های مکرر خاکشناسی پیش‌بینی کنند. زاهدی (۱۹۹۸) ارتباط پوشش گیاهی (رستنی‌های علفی و خزهای) و ویژگی‌های خاک در دو توده راش- بلوط و زبان گنجشک را در کشور بلژیک مورد بررسی قرار داد و با استفاده از سه روش آماری رویشگاه‌ها را طبقه‌بندی کرد:

۱- مطالعه عناصر رویشی به‌وسیله تجزیه و تحلیل TWINSpan و DCA.

۲- طبقه‌بندی رویشگاه‌ها براساس خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و تیپ هوموس به وسیله تجزیه و تحلیل رگرسیون و PCA.

۳- ترکیب جنبه‌های فلورستیک پوشش گیاهی با خصوصیات خاک به‌وسیله تجزیه و تحلیل‌های CCA<sup>۵</sup> و زمین آمار<sup>۶</sup> با تعیین حدممکانی تغییرات.

زاهدی نتیجه گرفت که ترکیب روش فلورستیک و تجزیه و تحلیل مکانی خصوصیات خاک می‌تواند پیش‌بینی قابل قبولی از ویژگی‌های خاک با جوامع گیاهی نشان دهد.

انگلیش<sup>۷</sup> (۲۰۰۰)، ارتباط بین پوشش گیاهی را با عوامل اکولوژیک و خصوصیات شیمیایی خاک را در اتریش مورد مطالعه قرار داد. شایان ذکر است که تاکنون در ایران تحقیقی در مورد موضوع مورد مطالعه صورت نگرفته و تحقیقات انجام‌گرفته در زمینه مطالعه پوشش گیاهی از جنبه فلورستیک و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جنگل به‌طور مجزا صورت گرفته است.

## مواد و روش‌ها

۱- نمونه‌برداری پوشش گیاهی و تجزیه و تحلیل آنها  
منطقه مورد مطالعه به مساحت ۸ هکتار با تیپ کلی جنگل راش، در ناحیه طرح جنگلداری

<sup>۵</sup> - Canonical Correspondance Analysis

<sup>۶</sup> - Geostatistics

<sup>۷</sup> - Englisch

<sup>۱</sup> - Ellenberg

<sup>۲</sup> - Noirfalise

<sup>۳</sup> - Karrer

<sup>۴</sup> - Allen

نکا در بخش ۵، دانگ ۲، پارسل ۱۲۱ و در ارتفاع ۶۹۰ تا ۸۰۰ متر از سطح دریا واقع است. منطقه مورد نظر دارای اختلافات شدید توپوگرافی است و از نظر عمق و ضخامت افق‌های خاک و نوع هوموس دارای اختلافات ظاهری قابل توجهی است.

به منظور نمونه برداری پوشش گیاهی با تعیین روش حداقل سطح قطعه نمونه، ۲۱۴ قطعه نمونه مربعی که مساحت هر نمونه ۱۰۰ مترمربع بود، به طور تصادفی سیستماتیک در منطقه مشخص شد. برای ثبت مشخصه‌های پوشش گیاهی از عامل حضور یا عدم حضور گونه‌ها، فراوانی و پوشش آنها در هر قطعه نمونه براساس ضرایب فراوانی چیرگی براون بلانکه در آشکوب علفی و نونهال‌های درختی استفاده شد.

به منظور مطالعه عناصر رویشی از دو روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای و رسته‌بندی و برای تجزیه و تحلیل خوشه‌ای از برنامه رایانه‌ای TWINSpan (هیل<sup>۱</sup>، ۱۹۷۹) که براساس این مطالعه، نتایج آن به صورت جدول دوطرفه‌ای از گونه‌ها و نمونه‌ها نشان داده می‌شود، استفاده شد (زاهدی و لوست، ۱۳۷۸). ایده اصلی TWINSpan براساس نظریه اولیه جامعه‌شناسی گیاهی استوار است که هر گروه از نمونه‌ها توسط گروهی از گونه‌های تفریقی<sup>۲</sup> مشخص می‌شوند. این گونه‌ها در یک جدول دوطرفه قرار می‌گیرند. در واقع قطعات نمونه براساس وجود یا عدم وجود گونه‌ها و نیز فاکتوری به نام شبه گونه<sup>۳</sup> (گونه‌های تفریقی که اساساً ماهیت کمی دارند، اما معیارهای کیفی به طور موثری در تشریح آنها به کار می‌رود، یعنی معادل کمی از فراوانی گونه‌ها به نام شبه‌گونه

تعریف می‌شوند، به تعبیری فراوانی گونه‌ها با یک یا چند شبه‌گونه جایگزین می‌شوند) با هم مقایسه شده و قطعات نمونه‌ای که دارای تشابه بیشتری باشند، در کنار هم قرار می‌گیرند (آلن و همکاران، ۱۹۹۵). برای تجزیه و تحلیل ترکیب رستنی‌ها از روش رسته‌بندی استفاده شد. نتیجه رسته‌بندی به صورت نموداری دارای دو محور که رویشگاه‌ها به وسیله نقاطی در طول محور مشخص می‌شوند، ارائه می‌گردد (زاهدی، ۱۹۹۸). هدف از رسته‌بندی، مرتب کردن نقاطی است که در آن متغیرها، گونه‌ها یا رویشگاه‌ها (قطعات نمونه در آن رویشگاه) با هم انطباق دارند. گونه‌هایی با دامنه اکولوژیک مشابه در کنار هم و گونه‌هایی با دامنه اکولوژیک متفاوت دور از هم قرار می‌گیرند (زاهدی، ۱۹۹۸). در تجزیه و تحلیل رسته‌بندی از روش DCA استفاده شد.

## ۲- نمونه برداری خاک و تجزیه و تحلیل آنها

با توجه به هدف تحقیق، یعنی طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک گیاهی و تعیین رابطه آنها با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نخست گروه‌های اکولوژیک گیاهی برای آشکوب علفی و نونهال‌های درختی تعیین شد. جهت تعیین تعداد و محل نقاط برای نمونه برداری خاک در هر گروه گیاهی از مدل ریاضی شاخص سورنسون<sup>۴</sup> استفاده گردید (محمدمدی لیمایی، ۱۳۸۰) و ۳۰ قطعه نمونه در کل منطقه و به تفکیک در هر گروه ۱۰ قطعه نمونه انتخاب شد. در مرکز هر قطعه نمونه با استفاده از مته آگر<sup>۵</sup> در سه لایه آلی (LFH)، و معدنی با عمق‌های ۵-۰ و ۲۰-۵ سانتی‌متر، عمل نمونه برداری خاک انجام گرفت. سپس خواص فیزیکی و شیمیایی خاک به طور جداگانه برای هر لایه از قبیل pH، بافت، درصد ماده آلی، کربن، ازت کل، فسفر قابل جذب،

<sup>۱</sup> - Hill

<sup>۲</sup> - Differential species

<sup>۳</sup> - Pseudospecies

<sup>۴</sup> - Sorenson

<sup>۵</sup> - Auger

قطعه نمونه شامل گونه‌های معرف *Athyrium* در سمت چپ و همچنین *Parrotia persica filix-feminae* و *Carpinus betulus* در سمت راست است. اما گونه‌های گیاهی معرف در دومین گروه اکولوژیک در این طبقه با ۲۰ قطعه نمونه شامل *Pteris Euphorbia amygdaloides* در سمت چپ و همچنین *Parrotia cretica* در سمت راست تعیین شده است. در نهایت پس از این تقسیم‌بندی چهار گروه اصلی تفکیک گردید. برای تعیین تشابه اکولوژیک بین گروه‌های چهارگانه فوق از شاخص سورنسون استفاده شد (جدول ۲). از آنجا که شاخص سارنسون بین دو گروه اکولوژیک (۲) و (۳) بسیار بالا بود، (۹۲٪) دو گروه مذکور در هم ادغام شده و در نهایت تحت یک گروه اکولوژیک انتخاب و شناسایی شدند. تعداد گروه‌های اکولوژیک جدا شده برای آشکوب علفی و نونهال‌های درختی سه گروه تعیین شدند.

## ۲- رابطه بین ویژگی‌های فیزیوگرافیک

### (شیب، جهت و ارتفاع) با پوشش گیاهی

برای تهیه نقشه گروه‌های اکولوژیک گیاهی، ارتفاع، شیب و جهت، از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نرم‌افزارهای ارک اینفو<sup>۱</sup> و ادیسی<sup>۲</sup> استفاده شد.

به علت اختلاف ارتفاعی کم منطقه (۶۹۰-۸۰۰ متر از سطح دریا)، بین پوشش گیاهی و ارتفاع از سطح دریا و شیب منطقه رابطه معنی‌داری مشاهده نشد، اما بین نقشه جهت جغرافیایی و پوشش گیاهی اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

پتانسیم قابل جذب، درصد آهک، درصد رطوبت، وزن مخصوص ظاهری و نسبت C/N تعیین شد. برای تعیین مهمترین متغیرهای تغییرپذیر محیطی از تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی یا PCA استفاده شد.

## نتایج

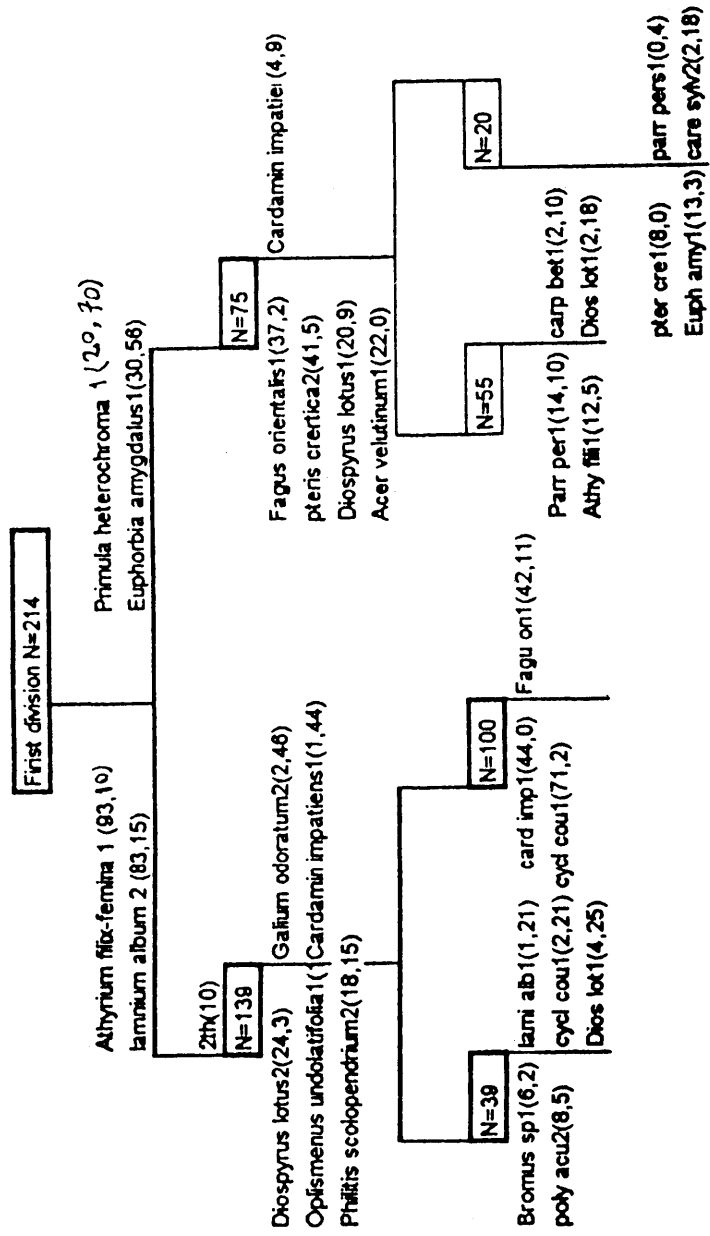
### ۱- تجزیه و تحلیل پوشش گیاهی

نتایج تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، در ۷ مرحله تقسیم‌بندی با تعیین ۴ گروه اکولوژیک گیاهی تفکیک شد که در شکل ۱ و جدول ۱ نشان داده شده است. در اولین تقسیم‌بندی در سمت چپ نمودار گروه اول شامل گونه‌های معرف با ۹۳ بار حضور و ضریب پوشش ۱ (تا ۱ درصد پوشش) و *Lamium album* با ۸۳ بار حضور و ضریب پوشش ۲ (۲-۵٪ پوشش) و همچنین در سمت راست نمودار گروه دوم شامل گونه‌های *Primula Euphorbia amygdaloides heterochroma* به ترتیب با ۲۰ و ۳۰ مرتبه حضور و ضریب پوشش ۱ به عنوان گونه‌های معرف مشخص شدند. اولین طبقه با ۱۳۹ قطعه نمونه به دو تحت گروه با ۳۹ و ۱۰۰ قطعه نمونه تقسیم شده است. اولین گروه اکولوژیک با ۳۹ قطعه نمونه که گونه‌های معرف آن شامل *Polystichum aculeatum* و *Bromus sp* در سمت چپ و همچنین *Lamium album* در سمت راست مشخص است. *Diospyrus louts* و *Cyclamen coum* در

درحالی که دومین گروه اکولوژیک گیاهی با ۱۰۰ قطعه نمونه، گونه‌های *Cardamine impatiens* و *Cyclame coum* و *Fagus orientalis* به عنوان معرف‌های گیاهی تعیین گردیدند. دومین طبقه با ۷۵ قطعه نمونه به دو تحت گروه با ۵۵ و ۲۰ قطعه نمونه تقسیم شده است. اولین گروه اکولوژیک در این طبقه با ۵۵

<sup>۱</sup> -Arc Info

<sup>۲</sup> - Idrisi



شکل ۱ - نمودار مراحل تقسیم‌بندی اشکوب علفی و فونهایلی درختی با استفاده از تجزیه و تحلیل TWINSpan



جدول ۲- درصد شاخص سورنسون در گروه‌های اکولوژیک جدا شده برای آشکوب علفی و نونهال‌های درختی

گروه	۱	۲	۳	۴
۱	-	۸۵	۷۸	۶۵
۲	۸۵	-	۹۲	۶۴
۳	۷۸	۹۲	-	۷۲
۴	۶۴	۶۴	۷۲	-

می‌دهند و در جهت عکس یکدیگرند. گونه‌های گیاهی مربوط به گروه ۳ نشان‌دهنده شرایط محیطی خصوصیات دومین محور در جهت مثبت آن است و گونه‌های مربوط به گروه ۴ حالت عکس آن ویژگی‌ها را بیان می‌کند. بیشترین بردار در گروه ۳ مربوط به گونه *Oplismenus undulatifolius* است و در چهارمین گروه، گونه *Cyclamen coum* بیشترین ارزش برداری را نشان می‌دهد. گروه پنجم شرایط محیطی ویژه‌ای را تعریف می‌کند که متاثر از هر دو محور است، به عبارتی شرایط حدواسطی از خصوصیات دو محور را نشان می‌دهد.

شکل ۳ ترکیب توزیع قطعات نمونه در لایه‌های علفی و نونهال‌های درختی را در طول محورهای اول و دوم نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، گروه‌های ۱ و ۲ در جهت عکس یکدیگر ویژگی‌های محور اول را نشان می‌دهند و بیان‌کننده عامل خاص محیطی هستند که سبب تجمع چنین قطعات نمونه به صورت دو گروه در طول اولین محور شده‌اند. بیشترین ارزش برداری در گروه ۱ مربوط به قطعه نمونه ۱۱۰ و در گروه ۲ مربوط به قطعه نمونه ۱۱۴ است. این قطعات نمونه به ترتیب بیشترین خصوصیات مربوط به گروه‌های ۱ و ۲ را نشان می‌دهند. این دو قطعه نمونه به‌عنوان معرف‌های دوگروهی هستند که از نظر شرایط محیطی و خاکی دقیقاً در نقطه مقابل یکدیگر قرار دارند. گروه‌های ۳ و ۴ شرایط محیطی محور دوم را در جهت عکس همدیگر نشان می‌دهند و

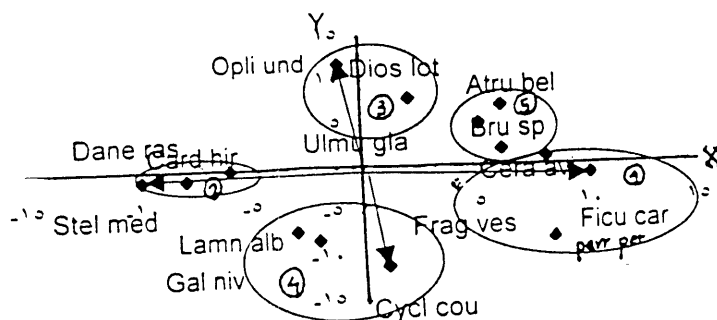
### ۳- تجزیه و تحلیل رسته‌بندی (تجزیه و

#### تحلیل DCA)

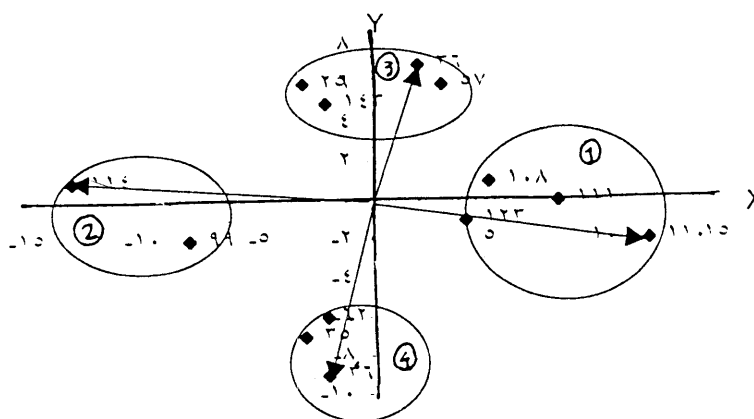
شکل ۲ موقعیت مکانی پراکنش گونه‌های گیاهی را در یک فضای دوبعدی (نسبت به محورهای اول و دوم) نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، اولین گروه شامل گونه‌های *Cerasus avium*، *Parrotia persica* و *Ficus carica* است که ویژگی محور اول را نشان می‌دهد (سمت مثبت محور اول)، به عبارت دیگر، این محور با ترکیب گونه‌های فوق شرایط محیطی خاصی را بیان می‌کند که سبب تجمع آنها در کنار هم شده است. از طرف دیگر، گونه *Ficus carica* به‌علت داشتن طولانی‌ترین ارزش برداری نسبت به مبدا مختصات خصوصیات بیشتری از محور اول را توصیف می‌کند. به تعبیری می‌توان گفت که به نوعی این گونه معرف ویژگی‌های خاص محیطی است که موجب تجمع گونه‌های دیگر در این گروه شده است.

دومین گروه شامل گونه‌های *Stellaria media*، *Danae racemosa* و *Cardamine hirsuta* ویژگی‌های عکس گروه ۱ (سمت منفی محور اول) را نشان می‌دهند. در این گروه بیشترین ارزش برداری مربوط به گونه *Stellaria media* است. عناصر رویشی این گروه شرایط محیطی خاصی را بیان می‌کنند که متفاوت از گروه اول است؛ یعنی از نظر نیازهای اکولوژیک دقیقاً در مقابل گروه ۱ قرار دارند. سومین و چهارمین گروه، ویژگی‌های محور دوم را نشان

این دو گروه از جهت نیازهای اکولوژیک درست در نقطه مقابل هم قرار دارند و قطعات نمونه ۳۶ گروه ۳ و ۴ به خود اختصاص می‌دهند. و ۴۶ به ترتیب بیشترین ارزش برداری را در دو



شکل ۲- پراکنش ترکیب گونه‌های گیاهی در اشکوب علفی و نونهال‌های درختی در برداشت تابستان حاصل تجزیه و تحلیل DCA



شکل ۳- پراکنش ترکیب قطعات نمونه در اشکوب علفی و نونهال‌های درختی در برداشت تابستان حاصل تجزیه و تحلیل DCA



#### ۴- تجزیه و تحلیل خصوصیات خاک در گروه‌های اکولوژیک

برای تجزیه و تحلیل خاک، ابتدا میانگین متغیرهای محیطی (خاکی) در هر گروه گیاهی محاسبه شد. سپس از تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی یا PCA برای یافتن مهمترین متغیرهای اکولوژیک که بیشترین تغییرپذیری بین گروه‌های اکولوژیک گیاهی را نشان می‌دهند، استفاده شد. جدول ۳ متغیرهای مربوط به عوامل خاک با علامت اختصاری آنها را که در تجزیه و تحلیل PCA استفاده شده است، نشان می‌دهد.

شکل ۴ پراکنش سه گروه اکولوژیک گیاهی حاصل از نتایج TWINSpan را با استفاده از تجزیه تحلیل PCA نسبت به محورهای اول و دوم نشان می‌دهد. نتایج این تجزیه و تحلیل با تکیه بر کلیه عوامل متغیر در سه گروه اکولوژیک گیاهی نسبت به هم تغییرپذیری قابل توجهی را منعکس می‌کند. اولین و سومین گروه اکولوژیک در طول اولین محور PCA ارزش برداری تقریباً یکسانی را نسبت به جهت منفی دومین محور آن نشان می‌دهند، درحالی‌که مقایسه دو گروه خصوصیات عکس هم را نمایش می‌دهند. اولین گروه اکولوژیک با همبستگی ۹۵ درصد ویژگی‌های دومین محور PCA را در جهت مثبت نشان می‌دهد. شرایط خاکی مربوط به سومین و اولین گروه اکولوژیک در جهت عکس یکدیگر و خصوصیات محور دوم را منعکس می‌کند. دومین گروه اکولوژیک خصوصیات سمت راست (مثبت) محور اول را نشان می‌دهد.

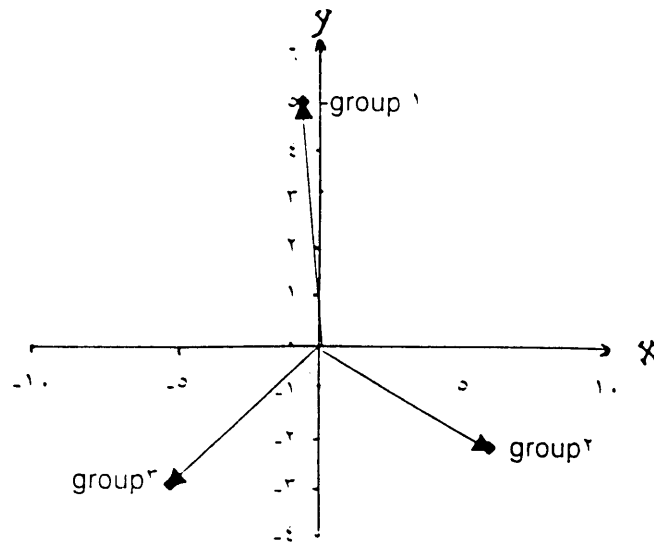
شکل ۵ موقعیت مکانی متغیرهای مربوط به عوامل خاکی در سه گروه اکولوژیک گیاهی نسبت به محورهای اول و دوم را نشان می‌دهد. با توجه به نحوه پراکنش هر یک از متغیرها و ضریب همبستگی آنها نسبت به دو محور متغیرهایی که نشان‌دهنده خصوصیات هر

محورند از بقیه جدا شده و تشکیل دسته خاصی را می‌دهند که مبین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در هر یک از گروه‌های اکولوژیک است. همان‌طور که در نمودار رسته‌بندی متغیرهای خاک (شکل ۵) مشاهده می‌شود، اولین دسته شامل متغیرهای OA، ClayB، NH، OB، CB، MB، NA، NB نشان‌دهنده ویژگی‌های مثبت سمت راست محور اول یا به عبارت دیگر ویژگی‌های شیمیایی خاک در سومین گروه اکولوژیک گیاهی را نشان می‌دهد. از طرف دیگر، محور اول PCA عمدتاً ویژگی‌های حاصلخیزی خاک جنگلی را تعریف می‌کند. مولفه‌های OA، ClayB، MB و OB در سمت راست اولین محور در مقابل فاکتورهای Sand، C/N و PSH خصوصیات متفاوتی را در طول اولین محور توصیف می‌کند. این شرایط نشان‌دهنده بافت سنگین، تجمع مواد آلی و رطوبت در جهت مثبت محور PCA است، درحالی‌که در جهت عکس آن یعنی ویژگی‌هایی نظیر بافت سبکتر و معدنی‌شدن سریعتر مواد آلی خاک، شرایط متفاوتی را بیان می‌کند. عناصر رویشی در دومین و سومین گروه اکولوژیک به ترتیب معرف خصوصیات جهات مثبت و منفی اولین محور PCA است. دومین محور PCA با فاکتور WB (وزن مخصوص ظاهری خاک) که بیشترین ارزش برداری را نسبت به سایر متغیرها نشان می‌دهد، خصوصیات فیزیکی خاک را برای این محور توصیف می‌کند. در این باره اولین گروه اکولوژیک با ویژگی‌های دومین محور، همبستگی بیش از ۹۵ درصد را نشان می‌دهد.

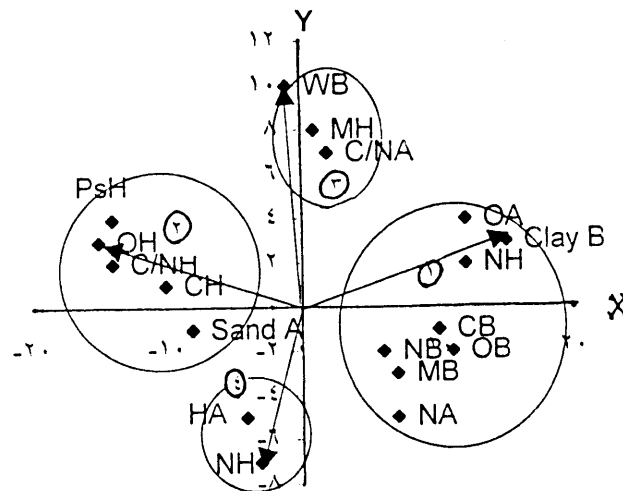
نتایج کلی تجزیه و تحلیل PCA نشان داد که ترکیب گونه‌های علفی کف جنگل در قالب گروه‌های اکولوژیک گیاهی می‌تواند معرف بسیار خوبی برای توصیف مولفه‌های اکولوژیک خصوصاً ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک باشد.

جدول ۳- متغیرهای خاک و علامت اختصاری آنها که در تجزیه و تحلیل PCA استفاده شده است

شماره	متغیر	واحد	توصیف
۱	Clay A	%	رس در افق A (عمق ۰-۵ سانتی‌متر)
۲	Clay B	%	رس در افق B (عمق ۵-۲۵ سانتی‌متر)
۳	Silt A	%	لای در افق A
۴	Silt B	%	لای در افق B
۵	Sand A	%	شن در افق A
۶	Sand B	%	شن در افق B
۷	KH	P.P.M	پتاسیم قابل جذب در افق H (افق لاشبرگی)
۸	KA	P.P.M	پتاسیم قابل جذب در افق A
۹	KB	P.P.M	پتاسیم قابل جذب در افق B
۱۰	CH	P.P.M	کربن در افق H
۱۱	CA	P.P.M	کربن در افق A
۱۲	CB	P.P.M	کربن در افق B
۱۳	OH	%	ماده آلی در افق H
۱۴	OA	%	ماده آلی در افق A
۱۵	OB	%	ماده آلی در افق B
۱۶	PSH	P.P.M	فسفر قابل جذب در افق H
۱۷	PSA	P.P.M	فسفر قابل جذب در افق A
۱۸	PSB	P.P.M	فسفر قابل جذب در افق B
۱۹	NH	P.P.M	ازت کل در افق H
۲۰	NA	P.P.M	ازت کل در افق A
۲۱	NB	P.P.M	ازت کل در افق B
۲۲	LA	%	آهک در افق A
۲۳	LB	%	آهک در افق B
۲۴	PH H	-	واکنش (pH) در افق H
۲۵	PH A	-	واکنش (pH) در افق A
۲۶	pHB	-	واکنش (pH) در افق B
۲۷	MH	%	رطوبت در افق H
۲۸	MA	%	رطوبت در افق A
۲۹	MB	%	رطوبت در افق B
۳۰	WA	-	وزن مخصوص ظاهری در افق A
۳۱	WB	-	وزن مخصوص ظاهری در افق B
۳۲	C/NH	-	نسبت کربن به ازت در افق H
۳۳	C/NA	-	نسبت کربن به ازت در افق A
۳۴	C/NB	-	نسبت کربن به ازت در افق B



شکل ۴- موقعیت مکانی گروه‌های گیاهی نسبت به محور اول و دوم حاصل متغیرهای مستقل خاک از تجزیه و تحلیل PCA



شکل ۵- موقعیت مکانی متغیرهای خاک با توجه به گروه‌های گیاهی نسبت به محور اول و دوم حاصل متغیرهای مستقل خاک از تجزیه و تحلیل PCA

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد با استفاده از تجزیه و تحلیل TWINSpan عناصر رویشی علفی به همراه نونهال‌های درختان جنگلی به صورت گروه‌های اکولوژیک، خصوصیات تغییرپذیر محیطی در یک دامنه محدود را بهتر منعکس می‌سازد. اولین گروه اکولوژیک گیاهی با گونه‌های معرف *Polystichum*, *Bromus sp*, *Cyclamen*, *Lamium album*, *aculeatum*

*Diospyrus lotus* و *coum* بیشتر در خط‌الراس یا روی یال‌ها پراکنش دارند. دومین گروه اکولوژیک گیاهی که شامل گونه‌های معرف *Cyclamen*, *Cardamine impatiens*, *Athyrium filix-femina*, *coum* است، هیچ رابطه‌ای بین نحوه پراکنش آنها و جهات جغرافیایی مشاهده نمی‌شود، زیرا در تمام جهات گسترش داشته‌اند. در نهایت سومین گروه اکولوژیک گیاهی با گونه‌های معرف *Pteris*

داد که بیشترین تغییرپذیری مربوط به اولین و دومین محور با ۹۵ درصد (مقدار eigen در دومحور) ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را منعکس می‌سازد. اولین محور با متغیرهای حاصلخیزی و دومین محور با مولفه‌های فیزیکی خاک جنگلی بیشترین همبستگی را نشان داد. مقایسه تجزیه و تحلیل TWINSpan، DCA، PCA نشان داد که موقعیت مکانی گروه‌های گیاهی در اشکوب علفی و نونهال‌های درختی در توصیف دقیق‌تر دامنه تغییرپذیری گونه‌های گیاهی با خصوصیات اکولوژیک (خاکی و فیزیوگرافیک) می‌تواند الگوی مناسبی جهت راهبرد نمونه‌برداری در خاک و سایر عوامل محیطی با کمک معرف‌های علفی کف جنگل در شکل گروه‌های اکولوژیک گیاهی باشد.

*Euphorbia amygdaloides cretica*، *Parrotia persica* و *Carex sylvatica*

بیشتر در جهت جنوبی پراکنش داشته‌اند.

نتایج تجزیه و تحلیل DCA که به بررسی پراکنش ترکیب مکانی گونه‌های گیاهی با خصوصیات اکولوژیک پرداخته است، نشان داد که یک دسته از عوامل محیطی (فیزیوگرافیک و خاکی) سبب تجمع تعدادی از گونه‌ها در مجموعه‌ای از قطعات نمونه به صورت دسته‌های همگن شده است. به عبارت دیگر، گونه‌های گیاهی براساس تغییراتی که از نظر پوشش، حضور یا عدم حضورشان در هر دسته داشته‌اند، خصوصیتی را توصیف کرده‌اند که از هم متمایز شده‌اند.

نتایج تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA)

برای یافتن مهمترین متغیرهای اکولوژیک نشان

## منابع

- ۱-زاهدی امیری، قوام‌الدین ونوئل لوست، ۱۳۷۸. طبقه‌بندی هموس جنگلی براساس خصوصیات جوامع گیاهی در یک جنگل آمیخته پهن‌برگ، مجله منابع طبیعی ایران، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، جلد ۵۲، شماره ۲: صفحات ۴۷ - ۶۲.
- ۲-محمدی لیمائی، سلیمان. ۱۳۸۰. طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک گیاهی و رابطه آنها با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، در قطعه بررسی دائمی جنگل‌های میان‌بند نکا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۹۲ صفحه.
- 3-Allen, R.B., Hewit, A.E. and Partridge, T.R., 1995. Predictivity and use suitability vegetation and landform in depleted semi-arid grassland, New Zealand, Landscape and urban planning, 130pp.
- 4-Englisch, T., 2000. Ecological indicator and correlations with soil chemistry, Vienna, Austria, 40pp.
- 5-Karrer, G., 1992. An application of multivariate methods of vegetation ecology for forest soil classification, Austria, 35pp.
- 6-Zahedi Amiri, Gh., 1998. Relation between ground vegetation and soil characteristics in a mixed hardwood stand, Ph.D. Thesis, Gent University, Belgium, 319pp.

## Relationship Between Plant Ecological Groups in Herbal Layer and Forest Stand Factors (Case Study: Neka Forest, Iran)

Gh. Zahedi Amiri<sup>1</sup>

S. Mohammadi Limayi<sup>2</sup>

### Abstract

In order to identify the plant ecological groups and to determine their distribution patterns in relation to soil physical and chemical characteristics and physiographical-features, vegetative elements and some soil properties were analyzed in submountain forest in north of Iran. This research was conducted in an area of 8 hectares at the altitude of 690-800 meters above sea level in Neka forests. For identification and classification of vegetation cover, 214 grid plots of 100 m<sup>2</sup> were chosen on the basis of Braun-Blanquet combined abundance-cover scale. Plant ecological groups were determined on the basis of vegetation data analysis (i.e., TWINSpan) and ordination analysis (i.e., DCA) methods. Geographic information system (GIS) was used for mapping plant ecological groups and Digital Elevation Model (DEM).

Comparison between plant ecological groups and slope, aspect and elevation maps showed that significant differences existed between plant groups and aspect, but there was not any significant relation between plant groups and slope or elevation. Ordination analysis was carried out using DCA in order to find out the floristic composition of ecological groups and samples. To investigate the relationship between ecological plant groups resulted from TWINSpan method and physical-chemical characterizations, soil samples were selected from organic horizons and mineral layers. Soil characteristics including organic matter, moisture, lime, bulk density, C, N, P and K were used for analysis by PCA method. Results of PCA analysis indicated that the first group, namely *Parrotia persica*, *Cerasus avium* and *Ficus carica*, was related to soil physical properties. The second group, including *Danae racemosa*, *Asplenium adiantum-nigrum* and *Cardamine impatiens*, corresponds to soil fertility, particularly soil chemical properties. The third group, including *Diospyrus lotus* and *Oplismenus undulatifolius* and also the fourth group, *Cyclamen coum*, *Lamium album* and *Galanthus transcaucasicus*, were related to soil fertility.

**Keywords:** Neka submountain forest, Plant ecological groups, PCA, DCA, TWINSpan, Fertility.

---

<sup>1</sup> - Asst. Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

<sup>2</sup> - M.Sc. student of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran