Archive of SID

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد هجدهم، شماره اول، ۱۳۹۰
www.gau.ac.ir/journals

ارزیابی توان اکولوژیک گروه‌های جنگلی با به‌کارگیری تئوری منطق فازی و تحلیل رگرسیون مشخصه‌های خاک

یحیی کوچ[۱] و *اکبر نجفی[۲]
[۱]دانشجوی دکتری گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس، [۲]استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس
تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۸

چکیده

ارزیابی توان اکولوژیک یک رویشگاه جنگلی، در واقع ارایه شاخص یا شاخص‌هایی است که توان یک رویشگاه جنگلی را در ایفای نقش‌های متفاوت مختص جنگل نشان می‌دهد. جنگل خانیکان چالوس با توجه به موقعیت مکانی‌اش در بخش پایین‌بند حاشیه خزری و با توجه به کارکردهای متفاوتی که داراست، نیازمند بررسی دقیقی بوده تا به‌عنوان معرفی از جنگل‌های پایین‌بند اکوسیستم‌های جنگلی شمال مورد ارزیابی قرار گیرد. به همین منظور در این پژوهش گروه‌های چوبی جنگل خانیکان براساس مشخصه‌های خاک (اسیدیته، کربن، نیتروژن، فسفر) با استفاده از تئوری منطق فازی و تحلیل رگرسیونی مورد ارزیابی قرار گرفت. برتری این تئوری در آن است که به‌جای یک عدد، دامنه‌ای از اعداد با درجه امکان مشارکت در ارزیابی توان اکولوژیک در نظر گرفته می‌شود. تعداد ۱۸۰ قطعه نمونه با روش نمونه‌برداری تصادفی سیستماتیک و با سطح نمونه ٤۰۰ مترمربع جهت برآورد عناصر چوبی به‌کار گرفته شد. در داخل هر یک از قطعات نمونه، تعداد و درصد حضور هر یک از گونه‌های چوبی با اندازه‌گیری قطر تاج پوشش ثبت گردید. در هر یک از قطعات نمونه پیاده شده، نمونه خاک ترکیبی با گودبرداری از چهار گوشه و مراکز قطعات نمونه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر برداشت گردید. در مجموع ۱۸۰ گروه چوبی در منطقه مورد مطالعه تشخیص داده شد که متشکل از گونه‌های ممرز، انجیلی، ولیک، بلوط، شمشاد، خرمندی، خاس، ملج، ازگیل وحشی، توسکای قشلاقی، لرگ، پلت، انجیر و کوله‌خاس بوده‌اند. هر یک از گونه‌های یاد شده با نسبت‌های مختلف در قطعات

* مسئول مکاتبه: a.najafi@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه پراکنده شده بود. به‌منظور ارزیابی هر یک از گروه‌های جنگلی، مشخصه‌های خاک به‌عنوان داده‌های ورودی در سیستم فازی درج شد. برای هر یک از این مشخصه‌ها توابع عضویت مثلثی تعریف گردید. در مجموع ۸۱ الگوریتم فازی براساس مشخصه‌های مورد بررسی نوشته شد. برای هر یک از قواعد فازی، اوزانی در نظر گرفته شده و کلاسه‌های ارزیابی به‌عنوان خروجی تعریف گردید. در نهایت، کلاسه‌های ارزیابی داده‌های ورودی به سیستم فازی نیز به‌صورت مجزا ساخته شد. نتایج ارزیابی صورت گرفته نشان داد که گروه‌های جنگلی که با ترکیب خالص گونه ممرز قرار گرفته‌اند دارای توان و پتانسیل بالاتری از نظر مشخصه‌های خاک نسبت به سایر گروه‌های دیگر بوده‌اند. همچنین تجزیه رگرسیونی روش گام به گام نشان داد که با استفاده از متغیر pH، توان اکولوژیک گروه‌های جنگلی قابل پیش‌بینی است.

واژه‌های کلیدی: ممرز، خصوصیات خاک، تابع عضویت، اعداد فازی، جنگل خانیکان

مقدمه

در گذشته شاخص تولید چوب به‌عنوان معیار اصلی در ارزیابی توان اکولوژیک اکوسیستم‌های جنگلی بیشتر موردنظر بوده در حالی‌که امروزه شاخص‌های گسترده‌تری چون پارامترهای تاج پوشش، لاشبرگ درختان، ویژگی‌های خاک، عناصر غذایی، تنوع زیستی، میکوریزا، ماکروفون خاک و سایر مشخصه‌های دیگر موردتوجه قرار می‌گیرند. توان اکولوژیکی جنگل تحت‌تأثیر ویژگی‌های اکولوژیک قرار دارد (آگوستو و همکاران، ۲۰۰۰؛ دروری و همکاران، ۲۰۰۰؛ نیرینک و همکاران، ۲۰۰۰؛ وان‌بریمن و همکاران، ۲۰۰۰؛ لهمان و همکاران، ۲۰۰۱؛ آگوستو و همکاران، ۲۰۰۲؛ آبرت و همکاران، ۲۰۰۳؛ پونج، ۲۰۰۳؛ پولمن و همکاران، ۲۰۰۵؛ سیدل و همکاران، ۲۰۰۶؛ شارنبروچ و بوخیم، ۲۰۰۷؛ شارنبروچ و بوخیم، ۲۰۰۷؛ کویجمان و همکاران، ۲۰۰۸؛ کویجمان و هلناس، ۲۰۰۹)، بنابراین با تغییر این ویژگی‌ها، توان اکولوژیک رویشگاه‌های جنگلی نیز تغییر می‌کند. محدوده‌های کاری به‌منظور ارزیابی ممکن است توده‌های جنگلی، واحدهای اکوسیستمی، واحدهای فیزیوگرافی و یا شبکه‌ها[1] باشند (کوچ، ۲۰۰۷).

با توجه به وسعت زیاد و ناهمگنی جنگل و به‌دلیل ایجاد شرایط بهتر و آسان‌تر، به‌منظور برنامه‌ریزی در جنگل لازم است جنگل را به قطعات کوچک‌تر و همگن‌تر تقسیم نمود. حداقل سطح یک توده جنگلی نیم هکتار می‌باشد و کم‌تر از آن گروه جنگلی لحاظ می‌شود که با مساحت‌های

1- Network

www.SID.ir

Archive of SID

مختلف کم‌تر از ۲ آر، ۱۰-۲ آر و ۵۰-۱۰ آر به‌ترتیب گروه‌های کوچک، متوسط و بزرگ در نظر گرفته می‌شوند (مروی‌مهاجر، ۲۰۰۶). تاکنون تکنیک‌های مختلفی برای ارزیابی توان اکولوژیکی مورد توجه قرار گرفته است. این‌که چه روشی برای مطالعه در جنگل استفاده شود بستگی به مقیاس و هدف مورد مطالعه دارد. به‌طورکلی در بیشتر روش‌های به‌کار گرفته شده، مبنای اصلی تصمیم‌گیری بر تئوری منطق دو ارزشی[1] ارسطویی استوار است. به این صورت که عضویت در یک مجموعه تنها به‌صورت صفر و یک بیان می‌شود که تابع عضویت آن را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد (معادله ۱)، بنابراین هر خصوصیت بسته به مقدار خود می‌تواند تنها ارزش صفر یا یک را به خود اختصاص دهد. استفاده از منطق دو ارزشی در انعکاس تغییرپذیری مکانی مشخصه‌ها نارسایی‌هایی را داشته و منجر به از دست رفتن بخش قابل‌ملاحظه‌ای از اطلاعات می‌شود. در مقابل این نظریه، نظریه مجموعه‌های فازی قرار دارد که جهت تعریف کلاس‌هایی که به‌صورت مبهم و گویا مطرح می‌شوند قابل استفاده است (ایوبی و جلالیان، ۲۰۰۶).

$$(\forall X \in X)(MF_X = 1) \Leftrightarrow X \in A, MF_X = 0 \Leftrightarrow X \notin A \qquad (1)$$

تئوری فازی[2] توسط لطفی‌زاده (۱۹۶۵) در مقاله‌ای با عنوان "مجموعه‌های فازی"[3] در مجله اطلاعات و کنترل ارایه گردید (طاهری، ۱۹۹۹؛ تاناکا، ۲۰۰۴). تئوری فازی، شامل تمام تئوری‌هایی است که از مفاهیم اساسی مجموعه‌های فازی یا توابع عضویت استفاده می‌کند و هدف از ارایه آن، ایجاد روشی نوین در بیان نبود قطعیت و ابهامات روزمره است. منطق فازی به‌دلیل قابلیت در فرموله نمودن دانش بشری در قالب ریاضی، ابزاری سودمند در ارزیابی و تصمیم‌گیری به‌شمار می‌آید (پورقاسمی و همکاران، ۲۰۰۶). کاربرد تئوری مجموعه‌های فازی در مسایل تصمیم‌گیری یکی از مهم‌ترین و کارآمدترین کاربردهای این تئوری در مقایسه با تئوری مجموعه‌های کلاسیک می‌باشد. چرا که مسایل تصمیم‌گیری، بیش از هر مسأله دیگر وابسته به ذهن و دانش بشر می‌باشد. در واقع تئوری تصمیم‌گیری فازی، تلاش می‌کند که ابهام و نبود قطعیت موضوعات مختلف در ارتباط با مسایل تصمیم‌گیری فازی را که شامل برنامه‌ریزی خطی فازی، رتبه‌بندی فازی و روش تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی است را تبیین نماید (پورقاسمی، ۲۰۰۷).

1- Boolean
2- Fuzzy logic
3- Fuzzy Sets

www.SID.ir

Archive of SID

سیستم‌هایی که دارای پیچیدگی کم و نبود قطعیت کم هستند را می‌توان با استفاده از معادله‌های ریاضی، با دقت بالا مدل‌سازی نمود و سیستم‌هایی را که پیچیدگی آن‌ها مقداری از گروه اول بیش‌تر است به شرطی که به اندازه کافی داده از آن‌ها در اختیار باشد می‌توان با استفاده از روش‌های مدل آزاد نظیر شبکه عصبی مصنوعی[1] مدل‌سازی نمود. در نهایت منطق فازی بهترین وسیله برای مدل‌سازی سیستم‌هایی است که دارای پیچیدگی زیاد بوده و داده‌های کافی از آن‌ها موجود نیست یا اطلاعاتی که در مورد آن‌ها در اختیار می‌باشد مبهم و غیرصریح است. به‌طورکلی سیستم‌های فازی را می‌توان به خوبی برای مدل‌سازی دو نوع اصلی نبود قطعیت در پدیده‌های موجود در جهان به‌کار برد. نوع اول، نبود قطعیت ناشی از ضعف دانش و ابزار بشری در شناخت پیچیدگی‌های یک پدیده می‌باشد. نوع دوم نبود قطعیت مربوط به نبود صراحت و نبود شفافیت مربوط به یک پدیده یا ویژگی خاص می‌باشد. یعنی یک پدیده ممکن است به‌طور ذاتی غیرصریح و وابسته به قضاوت افراد باشد (کوره‌پزان‌دزفولی، ۲۰۰۵؛ پورقاسمی، ۲۰۰۷). فردریچ و همکاران (۲۰۰۲) از تئوری فازی جهت کمی کردن ویژگی‌های خاک براساس شکل ظاهری‌شان بهره بردند. توربرت و همکاران (۲۰۰۸) خصوصیات کیفی خاک را با استفاده از تکنیک فازی ارزیابی نمود. در ایران نیز محمدی و گیوی (۲۰۰۱) با استفاده از نظریه مجموعه‌های فازی اراضی مناسب برای گندم آبی را در منطقه فلاورجان اصفهان مورد ارزیابی قرار دادند. محمدی و طاهری (۲۰۰۵) نیز توابع انتقالی خاک را با استفاده از رگرسیون فازی مورد برازش قرار دادند. در هر حال مطالعات متعددی (حاج‌عباسی و همکاران، ۱۹۹۷؛ مک‌براتنی و همکاران، ۲۰۰۰؛ محمدی و همکاران، ۲۰۰۵؛ محمدی، ۲۰۰۷) به‌کارگیری تئوری فازی را برای مشخصه‌های خاک در ارتباط با ارزیابی رویشگاه‌های مختلف عنوان نمودند.

از سوی دیگر آگاهی از روابط و همبستگی بین خصوصیات مختلف خاک و بیان کمی آن‌ها در قالب مدل‌های آماری بسیار مهم تلقی می‌گردد. این روابط و مدل‌ها به‌طور عمده شامل مدل‌های رگرسیون آماری می‌باشند. با استفاده از این مدل‌ها خصوصیات مهم خاک که اندازه‌گیری آن‌ها پرهزینه و وقت‌گیر است، به‌صورت تابعی از ویژگی‌های خاک که به سادگی و با هزینه کم‌تری قابل اندازه‌گیری هستند، بیان می‌گردد (محمدی و طاهری، ۲۰۰۵). ارزیابی اراضی غیرجنگلی براساس مشخصه‌های خاک، با کمک تئوری فازی و مدل‌های رگرسیونی توسط محققان متعددی گزارش شده است که در بالا به برخی از آن‌ها اشاره شد، اما در ارتباط با ارزیابی اکوسیستم‌های جنگلی بر این

1- Artificial Neural Network

www.SID.ir

Archive of SID

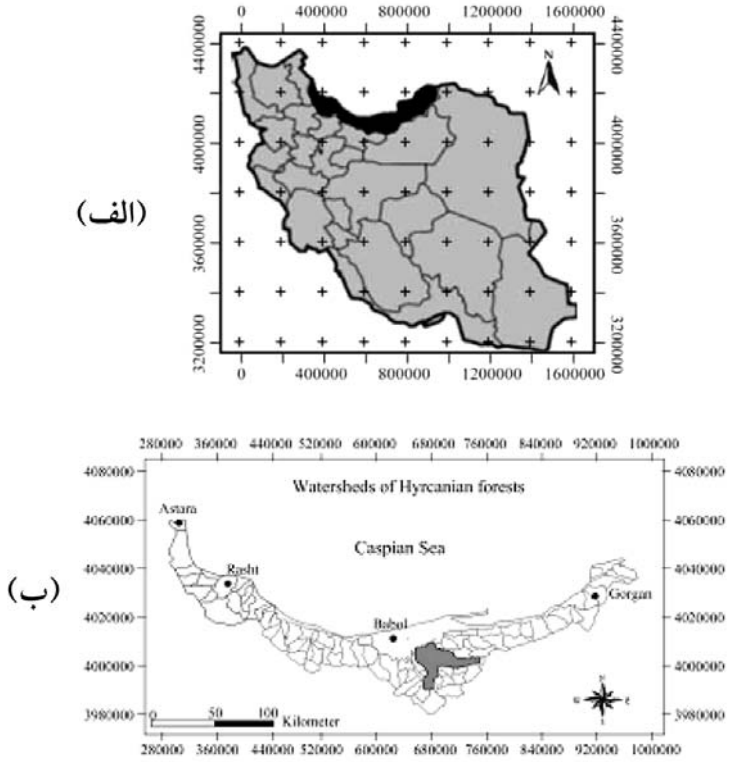
اساس تحلیلی صورت نگرفته و منابع مستندی یافت نگردید. در این پژوهش نیز سعی گردید تا با در نظر گرفتن برخی مشخصه‌های خاک، گروه‌های چوبی و جنگلی واقع در جنگل‌های خانیکان چالوس را به‌عنوان مدلی از جنگل‌های شمال با استفاده از تئوری منطق فازی و تحلیل رگرسیونی ارزیابی کرده تا بتوان از آن در مدیریت و برنامه‌ریزی‌های آینده استفاده کرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: این پژوهش در جنگل‌های خانیکان، سری سوم از حوزه آبخیز کرکرود و در محدوده آبخیز شماره ۳۸ (براساس تقسیم‌بندی سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور) واقع در عرض جغرافیایی ۳٦ درجه، ۳۳ دقیقه و ۱۵ ثانیه تا ۳۷ درجه، ٤٥ دقیقه و ۳٦ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه، ۲۳ دقیقه و ٤٥ ثانیه تا ۵۱ درجه، ۲۷ دقیقه و ٤٥ ثانیه شرقی انجام گرفت. حداقل ارتفاع از سطح دریا ۵۰ متر و حداکثر آن ۱٤۰۰ متر می‌باشد. این جنگل در بخش‌های شرقی و غربی رودخانه کرکرود واقع شده و این رودخانه بزرگ از وسط جنگل‌های سری یاد شده گذشته و به دریای مازندران می‌ریزد. جنگل‌های خانیکان با مساحت ۲۸۰۷ هکتار در قسمت جنوبی شهرستان‌های چالوس و نوشهر واقع شده است (شکل ۱). براساس آمار، گرم‌ترین ماه سال مردادماه با میانگین ۲٤/٦ درجه سانتی‌گراد و سردترین ماه سال بهمن‌ماه با میانگین ۷/۵ درجه سانتی‌گراد و پرباران‌ترین ماه سال مهرماه با میانگین ۲۳۷/٦ میلی‌متر و کم‌باران‌ترین ماه سال تیرماه با ٤۷/۵ میلی‌متر بارندگی و فصل رویش حدود ۲۷۰ روز می‌باشد. به‌طورکلی خاک‌های منطقه مورد بررسی دارای منشأ مادری آهکی و مارنی و در بعضی نقاط شیل‌های ذغالی بوده و به همین جهت از تحت‌الارض مناسبی برخوردار نمی‌باشند. تشکیلات زمین‌شناسی این سری در کل مربوط به دوران دوم زمین‌شناسی (پالئوزوییک) و دوره کرتاسه بوده، سنگ‌های مادری آهکی و ماسه‌سنگ‌های موجود در عرصه نیز مربوط به این دوره‌اند. سری مربوطه دارای خاکی تکامل یافته و به‌نسبت عمیق تا عمیق و در نقاط مرتفع حتی کم‌عمق، بافت خاک به‌طور عموم نیمه‌سنگین تا سنگین با درصد رس بیش از ۳۰ تا ۳۵ درصد که بیانگر زه‌کشی ضعیف خاک می‌باشد. اسیدیته خاک، در واقع قلیایی بوده، ریزش و لغزش‌های جدید در بیش‌تر مناطق دیده می‌شود (کوچ و همکاران، ۲۰۰۸).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در شمال ایران (الف)، استان مازندران (ب).

نمونه‌برداری و ارزیابی داده‌ها: این بررسی در سطح حدود ۱۰۰۰ هکتار از جنگل‌های خانیکان در محدوده ارتفاعی ٤۰۰-۱۰۰ متر انجام پذیرفت. تعداد ۱۸۰ قطعه نمونه با روش نمونه‌برداری تصادفی سیستماتیک و با سطح نمونه ٤۰۰ مترمربع (۲۰×۲۰ متر) جهت برآورد عناصر چوبی به‌کار گرفته شد (گرنت و لورنگان، ۲۰۰۰؛ هدمان و همکاران، ۲۰۰۰؛ کوچ و همکاران، ۲۰۰۹). در داخل هر یک از قطعات نمونه، تعداد و درصد حضور هر یک از گونه‌های چوبی با اندازه‌گیری قطر تاج پوشش (در دو جهت عمود بر یکدیگر) ثبت گردید. در هر یک از قطعات نمونه پیاده شده، نمونه خاک ترکیبی با گودبرداری از چهار گوشه و مراکز قطعات نمونه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر برداشت شد. نمونه‌های خاک نیز در فضای باز پخش و پس از خشک شدن، خاک به‌دست آمده خرد و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. اسیدیته خاک در گل اشباع به‌وسیله دستگاه pH متر، کربن آلی به روش والکلی- بلاک، نیتروژن کل به روش کجدال، فسفر قابل جذب به روش اولسن با دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری

www.SID.ir

Archive of SID

شد (شارنبروچ و بوخیم، ۲۰۰۷). به‌منظور ارزیابی گروه‌های مختلف براساس مشخصه‌های خاک، تئوری منطق فازی در قالب برنامه نرم‌افزاری فازی تک[1] استفاده گردید. همچنین، داده‌های جمع‌آوری شده در نرم‌افزار اکسل به‌عنوان بانک اطلاعات ذخیره شد. جهت تعیین ارتباط بین متغیرهای مستقل (مشخصه‌های خاک) و وابسته (توان اکولوژیکی) از آزمون رگرسیون استفاده گردید.

به‌منظور انتخاب مدل مناسب و مؤثرترین متغیرهای مستقل مرتبط، برای تشخیص ترتیب اهمیتی که در آن در هر عبارت رگرسیونی باید در هر معادله رگرسیون چندمتغیره براساس سهم نسبی‌اش قرار گیرد، از تکنیک روش رگرسیون گام به گام استفاده شد. در این مرحله به‌منظور تعیین آزمون رگرسیون و تثبیت فرضیه‌های مرتبط با آن، موارد زیر انجام گرفت. آزمون نرمال بودن داده‌های متغیرهای مستقل و وابسته با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف انجام شد. معیار نرمال بودن، مقدار احتمال بیش‌تر از ۰/۰۵ می‌باشد، به این معنی که داده‌ها از توزیع نرمال پیروی می‌کنند. آزمون همگنی واریانس خطاها با استفاده از رسم نمودار مقادیر خطای استاندارد شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی استاندارد شده انجام شد. در این مرحله پراکنش یکنواخت موردنظر است. آزمون نبود خودهمبستگی بین خطاها با استفاده از آماره دوربین- واتسون[2] انجام گردید. در این بخش مقادیر نزدیک به ۲ قابل‌قبول است. تحلیل نقاط پرت با استفاده از آماره کیسی‌دیاگنوستیکس[3] انجام شد. نقاطی که در محدوده سه برابر انحراف معیار قرار نگیرند، پرت تشخیص داده می‌شوند. بعد از تأیید تمامی فرضیه‌های بالا اقدام به تعیین رابطه با انجام رگرسیون بین متغیرهای مستقل و وابسته گردید. جهت تعیین این ارتباط، آزمون ارتباط رگرسیون خطی چندگانه مورد استفاده قرار گرفت. آنالیز آماری رگرسیونی با استفاده از نرم‌افزار *SPSS 11.5* انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

مشخصه‌های خاک: مقادیر توصیفی مشخصه‌های خاک گروه‌های چوبی جنگل خانیکان در جدول ۱ ارایه شده است. نتایج بیانگر آن است که دامنه تغییرات اسیدیته خاک در گروه‌های مختلف بین ۵/۰٤ تا ۷/۰۲، کربن آلی بین ۱/٤۲ تا ۳/۱٤، نیتروژن کل بین ۰/۱۲ تا ۰/۲۵ و فسفر قابل جذب بین ۲/۷۵ تا ۱۷/۲٤ در نوسان می‌باشند. بالاترین مقادیر مشخصه‌های یاد شده نیز در گروه‌هایی با غالبیت گونه ممرز مشاهده گردید.

1- Fuzzy tech
2- Durbin-Watson
3- Casee Diagnostics

www.SID.ir

Archive of SID

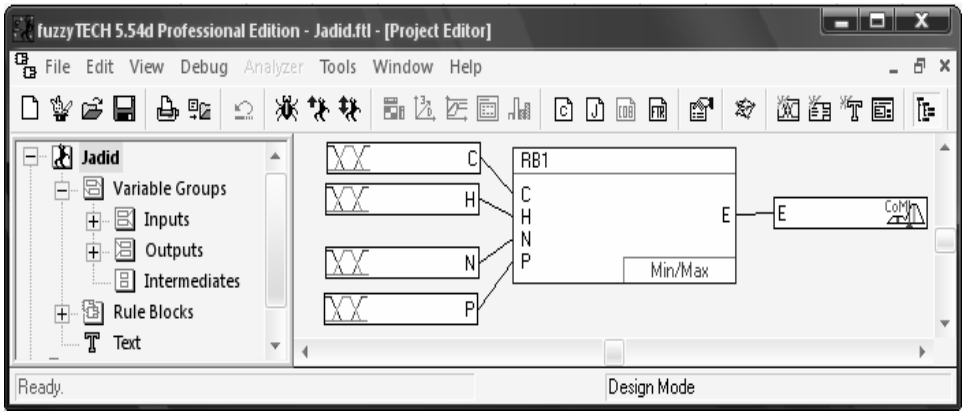
جدول ۱- مقادیر توصیفی مشخصه‌های خاک در گروه‌های جنگلی مورد بررسی.

مشخصه‌ها	حداقل	حداکثر	میانگین
اسیدیته	۵/۰٤	۷/۰۲	٦/۰۳
کربن آلی (درصد)	۱/٤۲	۳/۱٤	۲/۲۸
نیتروژن کل (درصد)	۰/۱۲	۰/۲۵	۰/۱۸
فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۲/۷۵	۱۷/۲٤	۹/۹۹

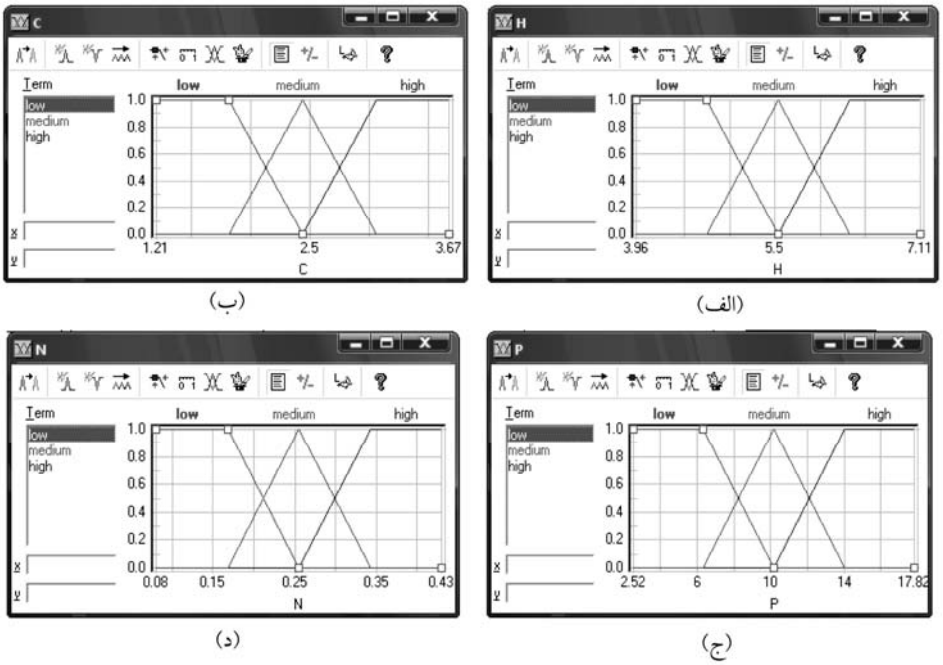
تجزیه فازی: پس از برداشت داده‌های عناصر چوبی در قطعات نمونه برداشت شده، در مجموع ۱۸۰ گروه چوبی جنگلی در منطقه مورد مطالعه تشخیص داده شد که متشکل از گونه‌های ممرز، انجیلی، ولیک، بلوط، شمشاد، خرمندی، خاس، ملج، ازگیل وحشی، توسکای قشلاقی، لرگ، پلت، انجیر و کوله‌خاس بوده‌اند. هر یک از گونه‌های یاد شده با نسبت‌های مختلف در قطعات نمونه پراکنده شده بود. همچنین در هر یک از قطعات نمونه نیز مشخصه‌های خاک مورد آنالیز قرار گرفت. به‌منظور ارزیابی هر یک از گروه جنگلی موجود، مشخصه‌های خاک به‌عنوان داده‌های ورودی در سیستم فازی وارد شدند (شکل ۲). همچنین برای هر یک از مشخصه‌های خاک، توابع عضویت مثلثی تعریف شد که در شکل ۳ نمایش داده شده و مقادیر عددی به‌دست آمده برای هر یک از مشخصه‌ها در شکل ۳ ارایه شده است. در مرحله بعد، الگوریتم‌های فازی طبق قواعد فازی *If-Then* براساس مشخصه‌های مورد بررسی نوشته شد که در مجموع ۸۱ الگوریتم فازی به‌دست آمده و تعداد ۱۸ قاعده اول از این الگوریتم در شکل ٤ ارایه شده است (به‌دلیل زیاد بودن تعداد الگوریتم‌های اشاره شده از آوردن کل قواعد فازی در متن مقاله خودداری شده است). هر خصوصیت یا کیفیت دارای تأثیرات منحصر به فردی روی تولید می‌باشد. این تأثیرات نسبی را می‌توان به‌صورت فاکتورهای وزنی عنوان کرد که در ماتریس اوزان قرار می‌گیرند. به همین منظور برای هر یک از قواعد نوشته شده، براساس تجربی اوزانی نیز در نظر گرفته شد و کلاسه‌های ارزیابی تشکیل گردید. در نهایت، کلاسه‌های ارزیابی داده‌های ورودی به سیستم فازی نیز به‌صورت مجزا ساخته شد (شکل ۵).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- نمایش گرافیکی سیستم فازی در ارزیابی گروه‌های جنگلی.



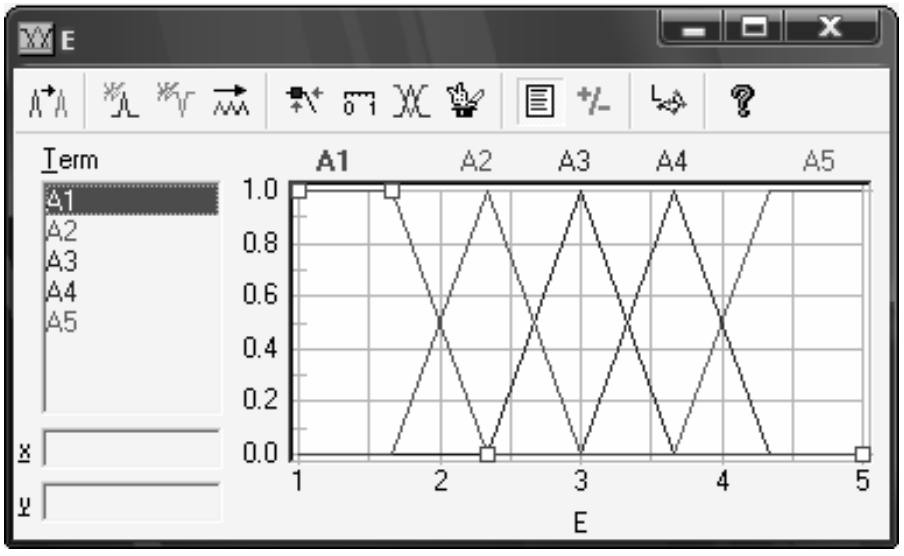
شکل ۳- توابع عضویت برای مشخصه‌های مختلف خاک.

www.SID.ir

Archive of SID

#	IF				THEN	
	C	H	N	P	DoS	E
1	low	low	low	low	0.50	A5
2	low	low	low	medium	0.30	A5
3	low	low	low	high	0.60	A2
4	low	low	medium	low	0.90	A3
5	low	low	medium	medium	0.60	A2
6	low	low	medium	high	0.50	A2
7	low	low	high	low	0.60	A3
8	low	low	high	medium	0.70	A2
9	low	low	high	high	0.70	A1
10	low	medium	low	low	0.70	A4
11	low	medium	low	medium	0.50	A4
12	low	medium	low	high	0.60	A2
13	low	medium	medium	low	0.40	A2
14	low	medium	medium	medium	0.90	A2
15	low	medium	medium	high	0.70	A2
16	low	medium	high	low	0.50	A2
17	low	medium	high	medium	0.90	A2
18	low	medium	high	high	0.80	A1

شکل ٤- الگوریتم‌های فازی برای مشخصه‌های مختلف خاک.



شکل ٥- کلاسه‌های ارزیابی داده‌های ورودی به سیستم فازی.

www.SID.ir

Archive of SID

مدل رگرسیونی توان اکولوژیک: با استفاده از آزمون رگرسیون، مدل پیش‌بینی توان اکولوژیک براساس سایر مشخصه‌های خاک تعیین شد (جدول ۲). برای تعیین این مدل، از تکنیک رگرسیونی گام به گام استفاده شد و تنها یک مدل رگرسیونی ارایه گردید (جدول ۲). نتیجه به‌دست آمده بیانگر اهمیت بسیار بالای مشخصه pH خاک در پیش‌بینی توان اکولوژیک می‌باشد به‌طوری‌که آنالیز رگرسیون، معادله‌ای را با حضور این مشخصه ارایه داده است که دارای ضریب تبیین ۰/۵۱ و ضریب همبستگی ۰/۷۱ می‌باشد. از آنجایی‌که مقدار آماره دوربین- واتسون (۱/۹۲) در فاصله ۱/۵ و ۲/۵ (حدود ۲) قرار دارد، فرض نبود همبستگی بین خطاها رد نمی‌شود و می‌توان از رگرسیون استفاده کرد. آزمون آنالیز رگرسیونی نیز معنی‌دار بودن مدل بالا را تأیید می‌نماید و نشان‌دهنده مناسب بودن برازش رگرسیون خطی است (جدول ۳).

جدول ۲- ضریب تبیین و خطای تخمین مدل پیش‌بینی شده توان اکولوژیک براساس مشخصه‌های خاک.

مدل ارائه شده	ضریب همبستگی	ضریب تبیین	ضریب تبیین تصحیح شده	انحراف معیار ضریب تبیین	آماره دوربین- واتسون
$Y = ۸/٤٥۸ - ۱pH$	۰/۷۱	۰/۵۱	۰/۵۰	۰/۷۲	۱/۹۲

جدول ۳- آنالیز رگرسیون توان اکولوژیک براساس مشخصه‌های خاک.

مدل ارایه شده / منبع تغییر		درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	P
$Y = ۸/٤٥۸ - ۱pH$	رگرسیون	۱	۳۲/۱۵	۳۲/۱۵	٦۰/٤۹	۰/۰۰**
	باقی‌مانده	۵۸	۳۰/۸۲	۰/۵۳		
	کل	۵۹	٦۲/۹۸			

** در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ معنی‌دار است.

تحلیل مشخصه‌های خاک، فازی و رگرسیون: ارزیابی گروه‌های جنگلی مختلف بر مبنای مشخصه‌های خاک با استفاده از تئوری منطق فازی بیانگر آن است که حضور گونه چوبی ممرز با مقادیر مناسبی از ویژگی‌های خاک همراه بوده است. به‌طوری‌که بیش‌ترین مقادیر هر یک از مشخصه‌های مورد بررسی در گروه‌هایی مشاهده شده که گونه ممرز به‌صورت خالص و به‌عنوان گونه غالب در آن گروه مطرح بوده است. از آنجایی‌که تغییرات pH در خاک به‌صورت بطئی و تدریجی است بنابراین می‌توان آن را

www.SID.ir

Archive of SID

به‌صورت فازی در نظر گرفت. ایوبی و جلالیان (۲۰۰۶) نیز فازی بودن این متغیر را تأیید نموده و تابع عضویت مثلثی را برای تغییرات این مشخصه مناسب دانستند که در این بررسی نیز توابع عضویت آن به‌صورت مثلثی تعریف گردید. محمدی و گیوی (۲۰۰۱) نیز تغییرات اسیدیته خاک را به‌صورت فازی بیان نموده و از این مشخصه خاک جهت ارزیابی تناسب اراضی برای گندم آبی در منطقه فلاورجان اصفهان بهره گرفتند. در بین ترکیب‌های چوبی که در جنگل خانیکان مشاهده گردید بالاترین مقادیر pH خاک در گروه‌هایی با غالبیت گونه ممرز مشاهده شد. با توجه به این‌که لاش‌برگ‌های این گونه نسبت به سایر گونه‌های چوبی موجود در این جنگل سریع‌تر تجزیه می‌گردد (کوچ، ۲۰۰۷)، ضمن این‌که لاش‌برگ گونه ممرز دارای pH قلیایی است (آبرت و همکاران، ۲۰۰۳؛ پونج، ۲۰۰۳)، بنابراین خاک عرصه‌های با غالبیت ممرز دارای pH بالاتری (حدود ۷) بوده است.

کربن نیز دارای تغییرات فازی در محیط خاک می‌باشد که در گزارش‌های متعددی به آن اشاره شده است (حاج‌عباسی و همکاران، ۱۹۹۷). محمدی و طاهری (۲۰۰۵) به برازش توابع انتقالی کربن آلی خاک پرداختند و تغییرات فازی این مشخصه را تأیید نمودند. در این پژوهش، حضور گروه‌های مختلف چوبی در اکوسیستم جنگلی خانیکان منجر به تغییرپذیری مشخصه‌های مختلف خاک گردیده است. محمدی و همکاران (۲۰۰۵) نیز عنوان نمودند که نوع کاربری و مدیریت اراضی به‌طور معنی‌داری بر تغییرپذیری مکانی برخی از مشخصه‌های خاک مانند کربن آلی و نیتروژن خاک در عرصه‌های مختلف کشاورزی، مراتع و جنگل تأثیرگذار است که نتایج این پژوهش را تأیید می‌نماید. پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که به‌طورکلی با تبدیل جنگل‌ها به مراتع و یا اراضی کشاورزی مقدار کربن آلی و ازت کل کاهش شدیدی پیدا می‌کند (محمدی و همکاران، ۲۰۰۵). در این پژوهش نیز در گذشته سطوح وسیعی از جنگل‌های خانیکان مورد هجوم و تخریب قرار گرفته و منجر به تخریب مناطق پایین‌دست گردیده که کاهش مقادیر یاد شده را به دنبال داشته است. حاج‌عباسی و همکاران (۱۹۹۷) میزان این کاهش در نتیجه تبدیل جنگل‌های بلوط شهرستان لردگان به دیم‌زار غلات را در حدود ۵۰ درصد گزارش دادند. به‌طورکلی می‌توان بیان داشت که جنگل‌تراشی و تخریب جنگل‌ها به‌شدت کیفیت خاک را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (محمدی و همکاران، ۲۰۰۵). به‌طوری‌که همه مشخصه‌های مورد بررسی تحت‌تأثیر تخریب بیش‌تر در سطوح گروه‌های مختلف جنگلی تنزل یافته است و بیش‌ترین مقادیر از مشخصه‌های خاک نیز در گروه جنگلی ممرز که کم‌تر تخریب یافته بود قابل مشاهده می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

در عرصه‌های خالی از درخت، ابتدا گونه‌های پیشاهنگ و مهاجم از جمله ازگیل، ولیک و توسکا به‌طور انبوه ظاهر شده و سپس گونه‌های دیگری مانند ممرز در داخل آن‌ها نمایان شده و با رشد خود و انداختن سایه، آن‌ها را خشک نموده و خود تشکیل جنگل می‌دهند. بررسی صورت گرفته نشان داد که گونه‌های درختی غالب در منطقه مورد بررسی، انجیلی و ممرز می‌باشند (کوچ و همکاران، ۲۰۰۸). ممرز در این جنگل‌ها به مانند یک گونه باقی‌مانده[1] از جنگل‌های پیشین، دارای بیش‌ترین فراوانی است. وجود عوامل خارجی مانند قطع بی‌رویه و چرای شدید دام، منطقه را از حالت طبیعی خارج ساخته است. بنابراین احیای مناطق تخریب یافته این جنگل و اکوسیستم‌های جنگلی مشابه با توجه به پتانسیل خاک آن‌ها از ضروریات محسوب می‌گردد. نتایج این پژوهش نشان داد که نوع گروه جنگلی و در واقع نوع کاربری سطوح اکوسیستمی نیز می‌تواند بر شاخص‌های مختلف کیفی خاک مؤثر باشد. استفاده از تئوری منطق فازی این شرایط را ایجاد کرده که مطالعه تأثیرگذاری هم‌زمان عوامل و شاخص‌های مختلف کیفی خاک امکان‌پذیر باشد و یکی از بهترین تکنیک‌ها برای ارزیابی اکوسیستم‌های مختلف بر مبنای خصوصیات خاکی می‌باشد (مک‌براتنی و همکاران، ۲۰۰۰). با توجه به روابط درونی و بین شاخص‌های مختلف خاک، اثرگذاری آن‌ها نیز به‌طور توأم در نظر گرفته می‌شود. با این تفاسیر، کاربرد این تکنیک در ارزیابی اکوسیستم‌های جنگلی در سطوح وسیع پیشنهاد گردیده تا بتوان مدل‌های گسترده را جهت احیاء به‌کار گرفت.

محمدی (۲۰۰۷) ضمن تأکید بر نبود قطعیت در علوم خاک، خاک را به‌عنوان یک سیستم فازی معرفی می‌نماید و اشاره دارد که فازی بودن سیستم خاک، منبعث از دو مفهوم نبود قطعیت و نادقیق بودن است و مهم‌ترین خصیصه آن، دربرگیرنده این واقعیت است که گروه‌بندی افراد و موجودیت‌ها در کلاس‌های مختلف، می‌باید به گونه‌ای صورت پذیرد که کلاس‌های یاد شده، فاقد مرزها و باندری‌های مشخص و متقن باشند. از آنجایی‌که در هر اکوسیستم جنگلی گروه‌های مختلف درختی غلبه دارند اما نمی‌توان در ارتباط با غالبیت گونه‌هایی که در مجاور همدیگر قرار گرفته‌اند حد و مرز مشخصی قائل شد بنابراین همیشه با عناصری از نبود قطعیت، تقریب، ابهام و تشکیک و تردید روبرو هستیم که قلمداد کردن آن‌ها به‌عنوان سامانه‌های طبیعی فازی و شناخت آن‌ها مبتنی بر نظریه‌ها، نگرش‌ها و مدل‌های فازی ضروری است. چنان‌چه مدل‌سازی این پدیده‌ها و سیستم‌های طبیعی، بدون فازی‌سازی روابط و مناسبات درونی و بیرونی آن‌ها صورت گیرد، توصیف واقعی (نزدیک به حقیقت) آن‌ها به گونه‌ای مناسب صورت نگرفته است.

1- Relict

www.SID.ir

Archive of SID

با علم به این‌که استفاده از مشخصه‌های مختلف خاک یکی از بهترین راهکارهای ارزیابی گروه‌های مختلف جنگلی است که بدون حد و مرز مشخصی با تراکم‌های مختلف در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند اما باید به این نکته نیز توجه داشت که به‌طور عموم در روش‌های آزمایشگاهی محاسبه مقادیر مشخصه‌های خاک وقت‌گیر و پرهزینه می‌باشند (محمدی و طاهری، ۲۰۰۵). بنابراین می‌توان با استفاده از تحلیل‌های رگرسیونی و تعیین روابط درونی بین مشخصه‌ها از تعداد متغیرهای کم‌اهمیت‌تر کاست و به مشخصه‌هایی دست یافت که هم راحت‌تر اندازه‌گیری گردند و هم این‌که هزینه چندانی را به دنبال نداشته باشند (محمدی و طاهری، ۲۰۰۵). اگرچه در این پژوهش مشخصه‌هایی مانند اسیدیته، کربن، نیتروژن و فسفر در ارزیابی گروه‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند اما نتایج تحلیل رگرسیونی بیانگر این امر است که با استفاده از مشخصه pH خاک (که در واقع در زمان کوتاه، با هزینه کم و به راحتی قابل اندازه‌گیری است) می‌توان با یک قاعده سرانگشتی توان اکولوژیک گروه‌های مختلف جنگلی را تخمین و یا برآورد کرد. آنالیز رگرسیون انجام شده نیز نتایجی را در راستای تحلیل فازی خاک ارایه داده است به گونه‌ای که می‌توان بیان نمود، حضور مقادیر بیش‌تر pH خاک در گروه‌هایی با غالبیت بیش‌تر گونه ممرز می‌باشند که بالا بودن این مشخصه در گروه‌های خاص بیانگر مساعدتر بودن شرایط خاکی آن گروه می‌باشد، چرا که بررسی‌های متعددی اذعان داشته‌اند در pH های قلیایی‌تر، گروه‌ها و تیپ‌های جنگلی شرایط مساعدتر و مناسب‌تری را از لحاظ مشخصه‌های فیزیکی (آگوستو و همکاران، ۲۰۰۰؛ دروری و همکاران، ۲۰۰۰؛ نیرینک و همکاران، ۲۰۰۰)، شیمی و بیوشیمی (وان‌بریمن و همکاران، ۲۰۰۰؛ لهمان و همکاران، ۲۰۰۱؛ آگوستو و همکاران، ۲۰۰۲؛ آبرت و همکاران، ۲۰۰۳؛ سیدل و همکاران، ۲۰۰۶؛ شارنبروچ و بوخیم، ۲۰۰۷؛ کویجمان و همکاران، ۲۰۰۸؛ کویجمان و هلناس، ۲۰۰۹)، عناصر غذایی (آگوستو و همکاران، ۲۰۰۲؛ شارنبروچ و بوخیم، ۲۰۰۷) و بیولوژی خاک (آبرت و همکاران، ۲۰۰۳؛ پولمن و همکاران، ۲۰۰۵؛ کویجمان و همکاران، ۲۰۰۸) خواهند داشت. بنابراین متذکر می‌گردد که با اندازه‌گیری pH خاک به راحتی می‌توان پتانسیل اکولوژیکی یک گروه جنگلی را با دقت قابل‌قبولی تخمین زد.

لازم به توضیح است که کوچ و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهش خود به ارزیابی واحدهای اکوسیستمی جنگل مورد مطالعه (خانیکان) پرداختند و عنوان نمودند که اسیدیته خاک یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در جداسازی جوامع و گروه‌های اکولوژیک جنگلی به‌شمار می‌آید. نتایج به‌دست آمده از تجزیه و تحلیل PCA (تجزیه به مؤلفه‌های اصلی) در پژوهش آن‌ها نشان داد که عامل اصلی جداسازی تیپ‌ها از نظر

www.SID.ir

Archive of SID

گونه درختی حضور گونه ممرز می‌باشد به‌طوری‌که واحدهای اکوسیستمی با غالبیت ایـن گونـه درختـی (همراه با مقادیر بالاتر pH خاک) از سایر واحدهای اکوسیستمی دیگر متمایز گشته است. در این پژوهش نیز با توجه به نتایج توأم تحلیل فازی و رگرسیون مشخصه‌های خاک و گـروه‌هـای جنگلـی، pH خـاک به‌عنوان یک مشخصه بسیار مهم و تأثیرگذار در ارزیابی گـروه‌هـا و تیـپ‌هـای مختلـف جنگلـی معرفـی می‌گردد که نتیجه پژوهش کوچ و همکاران (۲۰۰۹) را مورد تأیید قرار می‌دهد.

منابع

1.Aubert, M., Hedde, M., Decaens, T., Bureau, F., Margerie, P. and Alard, D. 2003. Effects of tree canopy composition on earthworms and other macro-invertebrates in beech forests of Upper Normandy (France), Pedobiologia, 47: 904-912.

2.Augusto, L., Ranger, J., Binkley, D. and Rothe, A. 2002. Impact of several common tree species of European temperature forests on soil fertility, Annals Forest Sciences, 59: 233-253.

3.Augusto, L., Turpault, M.P. and Ranger, J. 2000. Impact of forest trees on feldspar weathering rates, Geoderma, 96: 215-237.

4.Ayyobi, Sh. and Jalalian, A. 2006. Land use assessment, Esfahan University Publications, 396p. (In Persian)

5.Drewry, J.J., Littlejohn, R.P. and Paton, R.J. 2000. A survey of soil physical properties on sheep and dairy farms in southern New Zealand, New Zealand J. Agric. Res. 43: 251-258.

6.Freidrich, C., Fohrer, N. and Frede, H.G. 2002. Quantification of soil properties based on external information by means of fuzzy-set theory, J. Plant Soil Sci. 165: 511-516.

7.Grant, C.D. and Loneragan, W.A. 2000. The effects of burning on the under story composition of rehabilated bauxite mines bin Western Australia: community changes vegetation succession, Forest Ecology and Management, 145: 255-277.

8.Hajabbasi, M.A., Jalalian, A. and Karimzadeh, H.R. 1997. Deforestation effects on soil physical and chemical properties, Lordegan, Iran, Plant and Soil, 190: 301-308.

9.Hedman, C.W., Grace, S.L. and Ling, S.E. 2000. Vegetation composition and structure of southern coastal plain pine forests: An ecological comparison, Forest Ecology and Management, 134: 233-247.

10.Kooch, Y. 2007. Determination and differentiation of plant ecological units and relation to some soil properties in Khanikan lowland forest of Chalous, M.Sc. Thesis, Mazandaran University, 130p. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

11.Kooch, Y., Jalilvand, H., Bahmnyar, M.A. and Pormajidian, M.R. 2008. Forest types classification on the basis of IVI (Importance Value Index) with respect to aspects in Khanikan (Chalous lowland forest), Mohitshenasi J. 46: 33-38. (In Persian)
12.Kooch, Y., Jalilvand, H., Bahmnyar, M.A. and Pormajidian, M.R. 2009. Differentiation of ecosystem units of Caspian lowland forests and its relation with some soil characteristics, J. the Iran. Natur. Res. 62: 93-107. (In Persian)
13.Kooijman, A.M. and Helena's, L. 2009. Changes in nutrient availability from calcareous to acid wetland habitats with closely related brownmoss species: increase instead of decrease in N and P, Plant and Soil, 45: 321-329.
14.Kooijman, A.M., Kooijman-Schouten, M.M. and Martinez-Hernandez, G.B. 2008. Alternative strategies to sustain N-fertility in acid and calcaric beech forests: low microbial N-demand versus high biological activity, Basic Appl. Ecol. 9: 410-421.
15.Korepazan Dezfooli, A. 2005. The principles of fuzzy collection theory and its applications in modeling of water engineering, Jahad Daneshgahi Publications, Amir Kabir University, 261p. (In Persian)
16.Lehmann, J., Da Silva Cravo, M. and Zech, W. 2001. Organic matter stabilization in a Xanthic Ferralsol of the central Amazon as affected by single trees: chemical characterization of density, aggregate and particle size fractions, Geoderma, 99: 147-168.
17.Marvi Mohadjer, M.R. 2006. Silviculture and forest culture, Tehran University Publications, 387p. (In Persian)
18.Mc Bratney, A., Odeh, O.A., Bishop, T.F., Dunbar, M.S. and Shatar, T.M. 2000. An overview of pedometric techniques for use in soil survey. Geoderma, 97: 293-327.
19.Mohammadi, J. 2007. Pedometrics: Fuzzy systems theory, Pelk Publications, 431p. (In Persian)
20.Mohammadi, J. and Givi, J. 2001. The assessment of land use for wheat in Flaverjan region (Esfahan) using fuzzy collection theory, J. Agric. and Natur. Resour. Sci. Esfahan Univ. 5: 103-115. (In Persian)
21.Mohammadi, J. and Taheri, S.M. 2005. The comeliness of transitional functions in soil using fuzzy regression, J. Agric. and Natur. Resour. Sci. Esfahan Univ. 2: 51-60. (In Persian)
22.Mohammadi, J., Khademi, H. and Noel, M. 2005. Variability investigation of surface soil quality in selected ecosystems of central Zagros region, J. Agric. and Natur. Resour. Sci. Esfahan University, 3: 105-119. (In Persian)
23.Neirynck, J., Mirtcheva, S., Sioen, G. and Lust, N. 2000. Impact of *Tilia platyphyllos* Scop., *Fraxinus excelsior* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Quercus robur* L., and *Fagus sylvatica* L. on earthworm biomass and physico-chemical properties of a loamy topsoil, Forest Ecology and Management, 133: 275-286 (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

24.Ponge, J.F. 2003. Humus forms in terrestrial ecosystems: a framework to biodiversity, Soil Biology and Biochemistry, 35: 935-945.
25.Poorghasemi, H.R. 2007. The assessment of land slide danger using fuzzy logic (Case study: Haraz watershed), M.Sc. Thesis, Tarbiat Modares University, 92p. (In Persian)
26.Poorghasemi, H.R., Moradi, H.R., Fatemi Aghda, S.M. and Mohammadi, M. 2006. An introducing on fuzzy logic and its application in land slide, the collection of articles in natural resources conferences, Noor Azad University, Pp: 850-858. (In Persian)
27.Pulleman, M.M., Six, J., Breemen, N., and Van Jongmans, A.G. 2005. Soil organic matter distribution and micro aggregate characteristics as affected by agricultural management and earthworm activity, Euro. J. Soil Sci. 56: 453-467.
28.Scahrenbroch, B.C. and Bockheim, J.G. 2007. Pedodiversity in an old-growth northern hardwood forest in the Huron Mountains, Upper Peninsula, Michigan, Can. J. Forest Res. 37: 1106-1117.
29.Sidle, R.C., Ziegler, A.D., Negishi, J.N., Abdul Rahim, N., Siew, R. and Turkelboom, F. 2006. Erosion processes in steep terra Truths myths uncertainties related to forest management in Southeast Asia, Forest Ecology and Management, 224: 199-225.
30.Taheri, S.M. 1999. Acquaintance with fuzzy collection theory, Publications of Mashhad Jahad Daneshgahi, 254p. (In Persian)
31.Tanaka, K. 2004. An introducing on fuzzy logic for its operative applications (translated by Vahidian Kamyad, A., and Tareghian, H.R.), Publications of Mashhad Ferdoosi University, 213p. (In Persian)
32.Torbert, H.A., Krueger, E. and Kurtener, D. 2008. Soil quality assessment using fuzzy modeling. International Agro. physics, 22: 365-370.
33.Van Breemen, N., Lundstroem, U.S. and Jongmans, A.G. 2000. Do plants drive podzolization via rock-eating mycorrhizal fungi? Geoderma, 94: 163-171.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 18(1), 2011
www.gau.ac.ir/journals

Ecological Potential Assessment of Forest Groups Using Fuzzy Set Theory and Regression Analysis of Soil Characteristics (Case Study: Khanikan Forest, Chalus, Iran)

Y. Kooch[1] and *A. Najafi[2]

[1]Ph.D. Student, Dept. of Forestry, Tarbiat Modares University,
[2]Assistant Prof., Dept. of Forestry, Tarbiat Modares University

Received: 2009/10/20; Accepted: 2011/03/09

Abstract

The ecological potential assessment of forest sites introduces an index or indices that show the potential of forest site for fulfillment of special different roles of forest. Khanikan forest at Chalous needs precise investigation for assessment as indicator of lowland forests in forest ecosystems of northern Iran with considering its location position in Caspian lowland and different values. The woody groups of Khanikan forest were assessed using fuzzy set theory and regression analysis on the basis of soil characteristics including pH and carbon, nitrogen and phosphorus content. In this theory, a range of numbers with partnership possibility degree is considered instead of one number for assessment of ecological potential. 180 sample plots, each 400 m^2 were designed for estimation of woody elements by systematic randomly method. Number and presence percent of woody species were recorded by measuring of canopy cover diameter. Mixed soil samples were dug in four corner and center of designed sample plots from 0-30 cm depth. Totally, 180 woody groups were recognized consisting *Carpinus betulus* L., *Parrotia persica* DC., *Cratagus Pentagyna* W., *Querecus castanifolia* C.A.M., *Buxus hyrcana* P., *Diospyrus lotus* L., *Ilex aquifolium* L., *Ulmus glabra* H., *Mespilus germanica* L., *Alnus glutinosa* L., *Pterocarya fraxinifolia* L., *Acer insign* B. *Ficus carica* L., and *Ruscus hyrcanus* L. These species were dispersed in samples plots with different ratios. The soil characteristics were incorporated in fuzzy system as input data for assessing forest groups. Triangular membership functions were defined for each characteristic. 81 fuzzy rules were recorded on the basis of investigated property. Weights incorporated in every fuzzy rule and assessment classes were constituted. Finally, assessment classes of interred data to fuzzy system were designed, separately. The assessment results showed that forest groups with pure combination of Hornbeam species had higher potential on the basis of soil characteristics compared to other groups. Stepwise regression method indicated that the ecological potential of forest groups is predictable using soil pH.

Keywords: Hornbeam, Soil characteristics, Membership function, Fuzzy numbers, Khanikan forest

* Corresponding Author; Email: a.najafi@modares.ac.ir

www.SID.ir