شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: فناوریهای نوین در علوم خاک

تخمین فعالیت اوره‌آزی، فسفاتازی و دهیدروژنازی خاک به کمک شبکه عصبی مصنوعی

میترا ابراهیمی حور[۱]، محمدرضا ساریخانی[۲*]، جلال شیری[۳]، فرزین شهبازی[۴]

[۱] دانشجوی فرادکترای بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۲] دانشیار بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۳] استادیار آبیاری و مدیریت آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۴] دانشیار پیدایش، رده‌بندی و ارزیابی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

در این پژوهش برای تخمین فعالیت اوره‌ازی، فسفاتازی و دِهیدروژنازی خاک از شبکه عصبی مصنوعی (ANN) استفاده شد. برای این منظور از اطلاعات مربوط به ۶۵ نمونه خاک متعلق به کاربریهای مختلف (مرتعی، زراعی و باغی) از منطقه میرآباد-نقده واقع در استان آذربایجان غربی بهره برده شد. در سناریوهای مختلف مدل، از صفات اندازه‌گیری شده نظیر بافت، pH، EC، کربن آلی، بیوماس میکروبی و تنفس خاک به عنوان ورودی مدل استفاده شد. صحت مدل با استفاده از شاخصه‌های آماری RMSE و R^2 ارزیابی شد. نتایج سناریوهای مورد بررسی نشان داد که از میان صفات هدف، فعالیت اوره‌ازی نسبت به فعالیت‌های آنزیمی دیگر بهتر برازش شده است. زمانیکه از اطلاعات ورودی نظیر (کربن آلی، بیوماس میکروبی و تنفس) در مدل استفاده شد، بیشترین R^2 در بخش داده های آزمون یا تست حاصل شد. بهره‌گیری از ورودی‌های ساده در مدل (نظیر pH، EC و OC)، نزدیک به ۷۰ درصد تغییرات در مدل را پیش‌بینی می‌کرد، که بیانگر کارایی شبکه عصبی در تخمین فعالیت اوره‌آزی خاک می‌باشد.

کلمات کلیدی: اوره‌آز، فسفاتاز، دهیدروژناز، ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاک، شبکه عصبی مصنوعی.

مقدمه

آنزیم‌ها جز اصلی فرایندهای زیستی نظیر تجزیه مواد آلی، معدنی شدن و آزاد شدن عناصر غذایی در چرخه‌های مختلف از قبیل نیتروژن، فسفر، گوگرد، سایر عناصر و همچنین در تجزیه مواد زنوبیوتیک می‌باشند. میکروارگانیسم‌ها مهمترین منابع آنزیم‌های موجود در خاک هستند. آنزیم‌ها، کاتالیست‌هایی می‌باشند که بدون اینکه دچار تغییر پایداری شوند واکنش‌های شیمیایی را با سرعت بیشتری پیش می‌برند. ارزیابی فعالیت آنزیمی به ویژه آنزیم‌های هیدرولاز، اطلاعات مناسبی را در خصوص وضعیت واکنش‌های کلیدی خاک در اختیار ما خواهد گذاشت. فعالیت آنزیمی خاک متاثر از شرایط خاک و مدیریت‌های اعمال شده بر آن بوده (شخم، سیستم کشت، نوع استفاده از اراضی و غیره) و در آن انعکاس پیدا می‌کند. فعالیت آنزیمی خاک می‌تواند به عنوان معیاری برای فعالیت میکروبی خاک، باروری خاک و اثرات بازدارنده آلاینده‌ها استفاده شود (ساریخانی، ۱۳۹۲).

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های خاک به عنوان شاخصی برای سلامت و کیفیت خاک قابل استفاده بوده و تغییرات آن در نتیجه تغییر مدیریت و شرایط محیطی مشاهده می‌شود. آنزیم‌هایی نظیر دِهیدروژناز، فسفاتاز و اوره‌آز از جمله آنزیم‌های مهم می‌باشند. آنزیم‌های فسفاتاز و اوره‌آز در چرخه‌های فسفر و نیتروژن اهمیت دارند و آنزیم دِهیدروژناز به نوعی بیانگر جامعه میکروبی زنده و فعال خاک است (ساریخانی، ۱۳۹۲). روش‌های سنجش آنزیمی با لحاظ برخی ملاحظات می‌تواند اطلاعات قابل اعتمادی از نظر غلظت آنزیم در خاک و سرعت فرایندهای کاتالیز شده به وسیله آنزیم را بازگو نماید. اما در برخی موارد اندازه‌گیری فعالیت‌های آنزیمی سریع نبوده و هزینه‌های تمام شده آن بالاست. به همین خاطر در این نوشتار به مدلسازی برآورد فعالیت برخی از آنزیم‌های خاک به کمک داده‌های زودیافت خاک اقدام شده است تا کارایی آن ارزیابی و سنجیده شود، تا به این صورت دیگر نیازی به سنجش آنزیمی خاک نباشد.

در سال‌های اخیر رویکردهای هوش مصنوعی جهت تخمین و برآورد متغیرهای محیطی، اقلیمی و زیستی مورد توجه قرار گرفته است. برنامه ریزی بیان ژن (GEP) و شبکه عصبی مصنوعی (ANN) از جمله روش‌های هوش مصنوعی محسوب می‌شوند. روش‌های هوش مصنوعی می‌توانند به عنوان تکنیک‌های جایگزین استفاده شوند زیرا راه‌حل‌های ساده برای مسائل چند متغیره و همچنین محاسبات واقعی ارائه می‌دهند (Mehdizadeh et al.,

2017). در مقایسه با سایر حوزه‌ها، در برآورد پارامترهای زیستی به کمک هوش مصنوعی مطالعات کمتری صورت پذیرفته است. هرچند ابراهیمی و همکاران (۲۰۱۷ و ۲۰۱۹) با کمک شبکه عصبی مصنوعی پیش‌بینی جمعیت باکتری *ازتوباکتر* خاک را تحت کاربریهای مختلف و تخمین تنفس میکروبی خاک را گزارش نمودند. بعلاوه مدلسازی فعالیت آنزیم نیتریت ریداکتاز در شرایط شوری توسط محمدخانی و همکاران (۱۳۹۷) گزارش شده است. مدلسازی فعالیت فسفاتازی خاک در دو لایه سطحی (۵-۰ و ۱۰-۵ سانتی‌متر) تحت پوشش گیاهان سویا، نیشکر، کاج و درخت سرادو با نمونه‌برداری ۳۲ نمونه خاک در برزیل انجام گرفت (Leite et al., 2018). علاوه بر پارامترهای سینتیکی آنزیم فسفاتاز خاک (Vmax و Km)، سایر ویژگیهای خاک نظیر کربن آلی خاک، نیتروژن کل، تنفس میکروبی خاک، کربن بیوماس میکروبی، نیتروژن بیوماس میکروبی و فعالیت دهیدروژنازی خاک نیز اندازه‌گیری شد و رابطه آن با فعالیت فسفاتازی مورد بررسی قرار گرفت.

خاک جزء مهمی از اکوسیستم خشکی را تشکیل داده و همچنین در کشاورزی و جنگل منبع مهمی در تولید به شمار می‌رود. میکروارگانیسم‌ها منبع عمده آنزیم‌های خاک به شمار می‌روند. آنزیم‌های میکروبی خاک که ممکن است از نوع درون سلولی، متصل به دیواره سلولی یا برون سلولی باشند در فرایندهای بیوشیمی از قبیل تجزیه یا تشکیل مواد آلی خاک، تجزیه مواد زنوبیوتیک (مثل آفت‌کش‌ها) معدنی شدن و چرخه‌های عناصر غذایی نقش بازی می‌کنند. آنزیم‌های موجود در خاک از نظر منشاء می‌توانند به جامعه میکروبی زنده یا مرده خاک (از قبیل باکتریها، قارچها) ریشه گیاهان یا جانوران خاک مربوط باشند (ساریخانی، ۱۳۹۲). آنزیم‌ها، کاتالیست‌هایی می‌باشند که بدون اینکه دچار تغییر پایداری شوند واکنش‌های شیمیایی را با سرعت بیشتری پیش می‌برند. ارزیابی فعالیت آنزیمی به ویژه آنزیم‌های هیدرولاز، اطلاعات مناسبی را در خصوص وضعیت واکنش‌های کلیدی خاک در اختیار ما خواهد گذاشت. فعالیت آنزیمی خاک متاثر از شرایط خاک و مدیریت‌های اعمال شده بر آن بوده (شخم، سیستم کشت، نوع استفاده از اراضی و غیره) و در آن انعکاس پیدا می‌کند. فعالیت آنزیمی خاک می‌تواند به عنوان معیاری برای فعالیت میکروبی خاک، باروری خاک و اثرات بازدارنده آلاینده‌ها استفاده شود (ساریخانی، ۱۳۹۲). اما در برخی موارد اندازه‌گیری فعالیت‌های آنزیمی سریع نبوده و هزینه‌های تمام شده آن بالاست. به همین خاطر در این نوشتار به مدلسازی برآورد فعالیت برخی از آنزیم‌های خاک به کمک داده‌های زودیافت خاک اقدام شده است تا کارایی آن ارزیابی و سنجیده شود، تا به این صورت دیگر نیازی به سنجش آنزیمی خاک نباشد.

مواد و روش‌ها

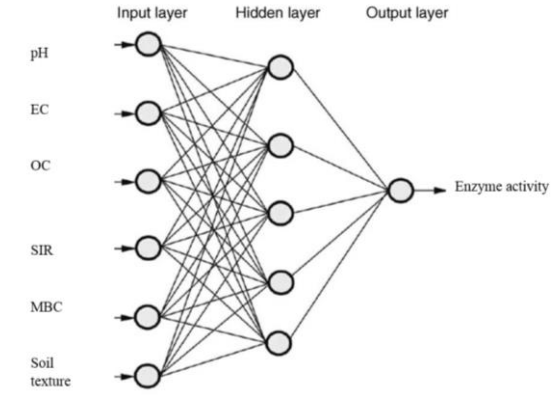
منطقه مطالعاتی

اطلاعات مورد استفاده در این مدلسازی کامپیوتری مربوط به اطلاعات موجود از دشت سلدوز واقع در منطقه میرآباد نقده استان آذربایجان غربی در پهنه‌ای به مساحت تقریبی ۲۰۰ هکتار می‌باشد (Shahbazi et al., 2013). موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ آورده شده است. پس از نمونه‌برداری، ۶۵ نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر از کاربریهای باغ سیب، زراعت و مرتع، صفاتی نظیر شوری و اسیدیته خاک، بافت خاک، تنفس برانگیخته خاک (SIR)، کربن بیوماس میکروبی (MBC) و فعالیت‌های آنزیمی خاک نظیر اوره‌آز، دِهیدروژناز و فسفاتاز قلیایی اندازه‌گیری شدند (Shahbazi et al., 2013).

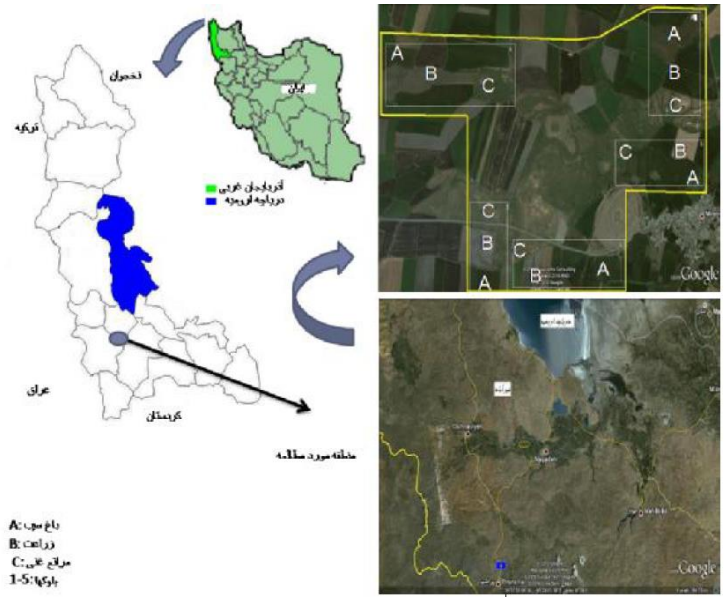
شبکه عصبی مصنوعی و اجرای آن

شبکه عصبی مصنوعی که الهام گرفته شده از شبکه عصبی مغز انسان است، شامل شبکه‌ای از نورون‌ها بوده است که قادر است رفتار پیچیده بین نورون‌ها را نشان دهد. توانایی یادگیری، مهم‌ترین ویژگی شبکه عصبی هر سیستم هوشمند است که با پردازش داده‌ها، قوانین نهفته در انبوه داده‌ها را به ساختار شبکه عصبی انتقال می‌دهد. ANN معمولاً از سه لایه تشکیل می‌شود. لایه ورودی، لایه خروجی و لایه پنهان. در این شبکه تعداد ورودی‌های می‌تواند به تعداد Xn باشد اما خروجی تنها یک پارامتر می‌باشد و تعداد نورون‌های لایه ورودی و خروجی از تعداد داده‌های ورودی و خروجی تبعیت می‌کند، اما تعداد نورون‌ها در لایه پنهان متغیر است. ساختار شبکه عصبی مصنوعی و مشخصات مورد استفاده در آن در شکل ۱ نشان داده شده است. برای انجام مدلسازی به کمک شبکه عصبی مصنوعی از نرم‌افزار MATLAB نسخه ۲۰۱۵ استفاده شد. وارد نمودن داده‌ها و استانداردسازی آنها (با نرمال‌سازی داده‌ها همه اعداد بین ۱+ و ۱- تغییر خواهند کرد) و تفکیک آنها به دو گروه داده‌های آموزش (۷۰٪) و داده‌های تست (۳۰٪) گام نخست کار می‌باشد. گام بعدی اجرای جعبه ابزار شبکه عصبی و سپس ایجاد شبکه عصبی است. یکی از معمولترین نوع شبکه عصبی feed-forward backprop یا شبکه پیشخور با الگوریتم آموزشی پس انتشار خطا می‌باشد. همچنین از توابع آموزشی مناسب نظیر TRAINLM

استفاده شد و تابع میانگین مربع خطا یا MSE انتخاب شد تا خروجی‌های شبکه با مقادیر اندازه‌گیری شده صفت هدف (فعالیت آنزیمی)، مورد مقایسه قرار گیرد و زمانی‌که مقدار MSE به حداقل رسید یا بدون تغییر ماند، آموزش شبکه متوقف گردد. آموزش مدل در قالب سناریوهای مختلف (تعداد ورودی‌ها) همچنین تعداد نورون‌ها در لایه پنهان (بر اساس سعی و خطا) برای رسیدن به بهترین برازش انجام گرفت (Ebrahimi et al., 2017; 2019).



Description of ANN used in this study	
Network type	Feed-forward backprop
Training function	TRAINLM
Adaption learning function	LEARNGDM
Number of layers	2
Transfer function for layer 1	TANSIG
Transfer function for layer 2	PURELIN



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (Shahbazi et al., 2013) و ساختار چند لایه، مشخصات مدل ANN مورد استفاده در این تحقیق.

در این تحقیق از شاخص‌های آماری زیر برای ارزیابی قابلیت سناریوهای مختلف انجام شده در ANN استفاده شد. جذر میانگین مربعات خطا یا (RMSE) و R^2 یا ضریب تبیین، مطابق فرمول‌های زیر به دست آمدند:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Yi - Xi)^2}{\sum_{i=1}^{n}(Yi - \bar{Y})^2}} \qquad RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n}(Yi - Xi)^2}$$

که در آن، Yi مقادیر اندازه‌گیری شده صفت مورد مطالعه (فعالیت آنزیمی خاک) و Xi مقادیر پیش‌بینی شده توسط مدل بود. $\bar{Y}$ نیز میانگین صفت اندازه‌گیری شده و n هم تعداد مشاهدات آزمایش بود.

نتایج خروجی از سناریوهای مختلف پس از اجرا در جدول ۱ آورده شده است. حالت‌های مختلفی از ورودی‌های مختلف به صورت ترکیبی در قالب سناریوهای گوناگون ایجاد شد و شاخص‌های آماری آنها به دست آمد.

نتایج و بحث

خروجی شبکه عصبی مصنوعی

نتایج خروجی سناریوهای مختلف ANN پس از اجرا در جدول ۱ آمده است. با نگاهی به جدول مشخص می‌شود که در تخمین فعالیت اوره‌آزی خاک، زمانی‌که از تمام متغیرهای اندازه‌گیری شده (بافت، pH، EC، OC، کربن بیوماس میکروبی و تنفس میکروبی برانگیخته) استفاده شد، میزان ضریب تبیین برای داده‌های آموزش و تست به ترتیب ۰/۸۸ و ۰/۶۲ به دست آمد درحالی‌که RMSE که معیاری از خطای برازش بود به ترتیب ۹۳/۴۳ و ۳۹۰/۴۱ $\mu g\ NH^{+}\text{-}N/g.h$ به دست آمد. با کاستن تعداد ورودی‌های مدل بویژه زمانی که تنها از اطلاعات بافت خاک در مدل استفاده شد، مقادیر ضریب تبیین کاسته شد و به دنبال آن مقادیر خطای برازش فزونی یافت. حداقل R^2 داده‌های آموزش زمانی حاصل شد که فقط از متغیر بافت خاک (درصدهای شن، سلیت و رس) به عنوان ورودی مدل استفاده شد که این مقدار برابر ۰/۴۷ بود. گرچه در سناریوهای انجام شده زمانی‌که از متغیرهایی نظیر MBC، SIR (به صورت دو متغیر ورودی) و OC (به صورت سه متغیر ورودی) استفاده شد، شاخص‌های آماری R^2 و RMSE همچنان با کمی تغییر، نزدیک به مدل به دست آمده از تمام متغیرها بود و حتی در قسمت داده‌های تست این شاخص‌های آماری بهبود داشتند، اما این نکته را باید متذکر شد که صفاتی نظیر کربن بیوماس میکروبی و بعضاً تنفس میکروبی، صفات ساده‌ای برای اندازه‌گیری نیستند. علاوه بر آن اگر هدف تخمین فعالیت آنزیمی خاک بر اساس صفات زودیافت باشد، مدلی که در آن pH، EC و OC استفاده شده است، سناریوی قابل پیشنهادی است. در این سناریو ضریب تبیین برای هر دو گروه داده‌های آموزش و تست ۰/۶۸ به دست آمد اما خطا به ترتیب ۱۶۱/۳۰ و ۱۷۳/۸۷ حاصل شد. آنزیم اوره‌آز دارای منشا گیاهی، جانوری و میکروبی بوده و به صورت درون سلولی و برون سلولی یافت می‌شود. آنزیم اوره‌آز رها شده در خارج از سلول به دلیل تشکیل کمپلکس با مواد معدنی و آلی خاک بسیار پایدارتر از اوره‌آز خالص می‌باشد. نتایج مطالات نشان می‌دهد که با افزایش عمق، فعالیت این آنزیم به دلیل کاهش مواد آلی کاسته شده، یا با افزایش دما فعالیت آن در خاک روند صعودی در پیش می‌گیرد (ساریخانی، ۱۳۹۲). در این مطالعه نیز زمانی‌که در اجرای سناریوها از ماده آلی به عنوان ورودی مدل استفاده شد، شاهد تخمین و پیش‌بینی بهتری از فعالیت این آنزیم در نمونه‌های خاک بودیم. کربن بیوماس میکروبی و تنفس برانگیخته از جمله صفات زیستی خاک هستند که مرتبط با سلول‌های زنده میکروبی می‌باشند و ارتباط و تاثیرپذیری مستقیمی با کربن آلی خاک دارند (با توجه به ماهیت هتروتروفی غالب میکروارگانیسم‌های خاک). استفاده از این ورودی‌ها در مدل‌های توسعه یافته در این مطالعه، پیش‌بینی بهتر فعالیت اوره‌آزی خاک را به همراه داشت.

فعالیت فسفاتاز قلیایی خاک در بهترین حالت در سناریوهای مورد بررسی، دارای ضریب تبیین ۰/۹۰ بود و خطای برازش آن ۲۰۹/۶۴ $\mu g\ pNP/g.h$ بود. این نتایج زمانی حاصل شد که از ورودی‌های pH، EC و OC در مدل شبکه عصبی استفاده شد، اما قابل ذکر است که در داده‌های تست این نتایج تکرار نشد (R^2=۰/۱۰ و RMSE=۱۶۲۰/۷۱). در مجموع فعالیت آنزیم فسفاتازی خاک در گروه داده‌های تست دارای برازش ضعیفی بودند و در بهترین حالت دارای ضریب تبیین ۴۰٪ بودند. با در نظر داشتن این موضوع به نظر انتخاب مدل ۶ متغیره مناسب باشد که در آن از ورودی‌های همانند بافت، pH، EC و OC استفاده می‌شود و مدل به ترتیب قادر به پیشگویی ۶۴٪ و ۴۰٪ تغییرات در فعالیت فسفاتازی خاک در داده‌های آموزش و تست بوده و میزان خطای آن به ترتیب ۴۲۷/۵۸ و ۶۴۹/۰۵ است. فسفاتاز قلیایی بیشتر دارای منشا میکروبی بوده و به صورت درون سلولی یا برون سلولی حضور دارد و پس از رهاسازی در خاک می‌تواند در ماتریکس خاک با مواد معدنی و آلی کمپلکس‌های پایداری تشکیل دهد. تصور می‌شود که ۶۰-۴۰ درصد فعالیت آنزیمی موجود در خاک مربوط به آنزیم های تثبیت شده در ماتریکس خاک باشد. میزان ماده آلی خاک همبستگی خوبی با آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی نشان داده است (ساریخانی، ۱۳۹۲). به نظر وجود همین روابط با اجزاء خاک منجر به تخمین بهتر فعالیت فسفاتازی خاک در مدل ۶ متغیره شده است.

فعالیت دِهیدروژنازی خاک نیز دارای ضریب‌های تبیین پایینی در گروه داده‌های تست بود و در بهترین حالت تنها ۲۷ درصد تغییرات را پوشش می‌داد. اما R^2 در گروه داده‌های آموزش در سناریوهایی که OC به عنوان متغیر ورودی در مدل بود بین ۰/۶۴ تا ۰/۹۰ متغیر بود. البته وجود کربن بیوماس میکروبی هم باعث ایجاد ضریب تبیین‌های بین ۰/۷۴ تا ۰/۹۰ شد. زمانیکه از کربن آلی، کربن بیوماس میکروبی و تنفس برانگیخته به عنوان ورودی مدل استفاده شد، به ترتیب ۸۸٪ و ۱۵٪ تغییرات فعالیت این آنزیم در داده‌های آموزش و تست قابل تفسیر بود. فعالیت دِهیدروژنازی خاک رابطه مستقیمی با جمعیت زنده میکروبی دارد. به همین خاطر زمانی‌که از داده MBC به عنوان ورودی در مدل‌های مورد بررسی استفاده شد، ضریب تبیین بالاتری به دست آمد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه تخمین فعالیت آنزیمی اوره‌آز، فسفاتاز و دِهیدروژناز از روی برخی از خواص فیزیکو شیمیایی و زیستی خاک انجام گرفت. فعالیت آنزیمی با متغیرهای محیطی نظیر رطوبت، دما و میزان ماده آلی تغییر می‌کند. فعالیت آنزیمی به ماده آلی، شرایط اِدافیک، مواد مادری، نوع کاربری اراضی و شرایط اقلیمی خاک وابسته است و در این میان ماده آلی نقش مهمی دارد زیرا که پیش‌ساز بیوماس میکروبی بوده که منبع اصلی آنزیم‌های خاک را تشکیل می‌دهد. آنزیم‌های آزاد شده در خاک با بخش رس و مواد آلی می‌تواند به شکل کمپلکس پایدار در خاک تجمع نماید. به همین خاطر استفاده از داده‌هایی نظیر کربن آلی و بافت در مدلها منجر به برازش مطلوبتری از فعالیت آنزیمی شد. بهترین نتایج مربوط به آنزیم اوره‌آز بود و از میان صفات زودیافت نقش ماده آلی در برآورد فعالیت‌های آنزیمی چشمگیر بود. این مطالعه قابلیت استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در تخمین فعالیت زیستی خاک را نشان داد.

منابع

محمدخانی، ن.، ثروتی، م.، رحمتی، م. ۱۳۹۷. برنامه‌ریزی بیان ژن و کاربرد آن در مدلسازی فعالیت آنزیم نیتراتریداکتاز در شرایط شوری. نشریه دانش آب و خاک، جلد۲۸، شماره ۲، ۱۶۲-۱۵۱.

ساریخانی، م.ر. ۱۳۹۲. نقش آنزیم‌های میکروبی خاک در فرایندهای بیوشیمی و اندازه‌گیری فعالیت آنها. همایش ملی علوم و فنون کشاورزی، اسفند ماه، دانشگاه ملایر. ملایر.

Ebrahimi, M., Sarikhani, M.R., Safari Sinegani, A.A., Ahmadi, A. and Keesstra S. 2019. Estimating the soil respiration under different land uses using artificial neural network and linear regression models. Catena, 174, 371-382.

Ebrahimi, M., Sarikhani, M.R., Safari Sinegani, A.A., Mohammadi, S.A, 2017. Comparison of artificial neural network and multivariate regression models for prediction of Azotobacteria population in soil under different land uses. Computer and Electronics in Agriculture, 140, 409-421.

Leite, M.V.M., Bobuľská, L., Espíndola, S.P., Campos, M.R.C., Azevedo, L.C.B., Ferreira, A.S. 2018. Modeling of soil phosphatase activity in land use ecosystems and topsoil layers in the Brazilian Cerrado. Ecological Modelling 385, 182–188.

Mehdizadeh, S., Behmanesh, J., Khalili, K., 2017. Application of gene expression programming to predict daily dew point temperature. Appl. Therm. Eng. 112, 1097-1107.

Shahbazi, F., Aliasgharzad, N., Ebrahimzad, S.A. and Najafi, N. 2013. Geostatistical analysis for predicting soil biological maps under different scenarios of land use. European Journal of Soil Biology, 55, 20-27.

Shiri, J., Sadraddini, A.A., Nazemi, A.H., Kisi, O., Landeras, G., Fakheri Fard, A., Marti, P. 2017. Generalizability of gene expression programming-based approaches for estimating daily reference evapotranspiration in coastal stations of Iran, J. Hydrol. 508, 1–11.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil genesis and classification

Estimating Urease, Phosphatase and Dehydrogenase Activity of Soil Using Artificial Neural Network

M Ebrahimi[1], MR Sarikhani[2*], J Shiri[3], F Shahbazi[4]
[1] Postdoc Student of Soil Biology and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Univ. of Tabriz, Iran
[2] Associate Prof. of Soil Biology and Biotechnology, Dept. of Soil Science, Univ. of Tabriz, Iran
[3] Assistant Prof. of Irrigation and Drainage Engineering, Faculty of Agriculture, Univ. of Tabriz, Iran
[4] Associate Prof. of Soil Genesis and Classification, Dept. of Soil Science, Univ. of Tabriz, Iran
*Corresponding Author: rsarikhani@yahoo.com

Abstract

In the present research, artificial neural network (ANN) was used to estimate urease, alkaline phosphatase and dehydrogenase activity of soil. Therefore, in order to run ANN in Matlab, data of 65 soil samples located in Mirabad area, North West of Iran (west Azerbaijan) were used. Three different land uses (apple orchard, crop production, and rich pasture) were selected to conduct the experiments. To develop the ANN models, various combinations of measured parameters including soil texture, pH, OC, EC, microbial biomass carbon (MBC), microbial soil respiration (SIR) were used as inputs in the different types of scenarios. Also, root mean square error (RMSE), and coefficient of determination (R^2) were employed to investigate the models' accuracy. The highest R^2 and lowest RMSE were found while all the data as inputs used in the models. The results showed that among targets (urease and/or phosphatase and/or dehydrogenase), urease activity can predict better than two other targets. The highest R^2 was obtained when inputs such as OC, MBC and SIR were used in the model. Our results revealed that the most effective parameter as simple and easy inputs in estimating urease are (pH, EC and OC). In this scenario, almost 70% of the variability on urease activity was predictable by these factors in train and test data set, respectively, therefore, it shows capability of ANN in prediction of soil urease activity.

Keywords: artificial neural network, dehydrogenase, phosphatase, soil physicochemical properties, urease.

جدول۱: مشخصات نتایج حاصل از اجرای شبکه عصبی به کمک نرم افزار متلب بر روی ۶۵ داده مربوط به ۶۵ نمونه خاک و ۱۱ متغیر اندازه گیری شده در آن

مشخصات مدل: تعداد ورودیهای مدل (توابع مستقل)		تابع هدف: Urease		تابع هدف: Alkaline phosphatase		تابع هدف: Dehydrogenase	
		آموزش (Train)	تست (Test)	آموزش (Train)	تست (Test)	آموزش (Train)	تست (Test)
مدل ۸ متغیره (کل متغیرها) pH، EC، OC، بافت، MBC و SIR	R^2	۰/۸۸	۰/۶۲	۰/۷۷	۰/۱۶	۰/۹۰	۰/۲۷
	RMSE	۹۳/۴۳	۳۹۰/۴۱	۳۲۳/۸۸	۷۶۷/۹۵	۰/۰۳	۰/۱۰
	تعداد نورون	۳		۱۴		۶	
مدل ۶ متغیره (pH، EC، OC و بافت)	R^2	۰/۶۵	۰/۶۹	۰/۶۴	۰/۴۰	۰/۶۴	۰/۱۲
	RMSE	۱۷۱/۳۴	۱۸۳/۱۱	۴۲۷/۵۸	۶۴۹/۰۵	۰/۰۷۷	۰/۱۵۹
	تعداد نورون	۳		۱۲		۱۰	
مدل ۵ متغیره (pH، EC و بافت)	R^2	۰/۷۲	۰/۲۱	۰/۶۲	۰/۳۰	۰/۶۴	۰/۱۴
	RMSE	۱۴۸/۴۶	۴۱۴/۶۲	۴۲۷/۹۲	۱۳۰۹/۵۰	۰/۰۶۴	۰/۱۱۵
	تعداد نورون	۱۲		۱۶		۱۳	
مدل ۲ متغیره (MBC و SIR)	R^2	۰/۸۲	۰/۷۵	۰/۴۷	۰/۱۷	۰/۷۴	۰/۱۴
	RMSE	۱۱۶/۳۴	۱۳۳/۶۹	۴۹۸/۲۶	۶۴۵/۴۶	۰/۰۵۵	۰/۱۲۳
	تعداد نورون	۶		۱۷		۱۵	
مدل ۳ متغیره (بافت)	R^2	۰/۴۷	۰/۳۴	۰/۲۰	۰/۰۸	۰/۴۰	۰/۲۵
	RMSE	۲۰۷/۷۳	۲۰۴/۶۲	۶۴۰/۳۹	۶۵۷/۱۳	۰/۰۸۳	۰/۰۹۰
	تعداد نورون	۱۲		۱۹		۱۲	
مدل ۳ متغیره (OC، SIR و MBC)	R^2	۰/۸۱	۰/۸۶	۰/۴۶	۰/۱۱	۰/۸۸	۰/۱۵
	RMSE	۱۲۵/۳۸	۱۲۴/۹۱	۴۹۹/۳۵	۷۶۶/۳۱۹	۰/۰۳۵	۰/۱۰
	تعداد نورون	۲		۱۸		۶	
مدل ۳ متغیره (pH،OC و EC)	R^2	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۹۰	۰/۱۰	۰/۷۲	۰/۱۲
	RMSE	۱۶۱/۳۰	۱۷۳/۸۷	۲۰۹/۶۴	۱۶۲۰/۷۱	۰/۰۵۷	۰/۱۱
	تعداد نورون	۱		۲۰		۶	