شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

پیش‌بینی تنفس میکروبی برانگیخته و پایه در باغ‌های پسته با کمک شبکه عصبی

اردوان کمالی[۱]، مریم دوستکی[۲*]، محسن باقری بداغ‌آبادی[۳]

[۱] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان

[۲] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان

[۳] موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

چکیده

کیفیت خاک، نقطه کانونی برای ارزیابی و حفظ سلامت خاک است. آگاهی از وضعیت کیفیت خاک در اراضی کشاورزی برای مدیریت بهینه زمین‌ها و رسیدن به بیشینه بهره‌وری اقتصادی ضروری است. از آنجاکه ویژگی‌های بیولوژیکی خاک نیز علاوه بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در بررسی کیفیت خاک اهمیت دارند، در این پژوهش دو ویژگی بیولوژیکی شامل تنفس میکروبی پایه و برانگیخته خاک در باغ‌های پسته شهرستان رفسنجان اندازه‌گیری شدند و همچنین برای بررسی پیش‌بینی و ارتباط بین تنفس میکروبی و برخی پارمترها از جمله شوری، اسیدیته، سدیمی شدن خاک از روش مدلسازی توسط شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. نتایج معیارهای اعتبارسنجی نشان داد که شبکه عصبی به‌خوبی تنفس میکروبی پایه و برانگیخته را پیش‌بینی کرد اما ضریب تعیین برای تنفس برانگیخته با مقدار ۰/۶۴ نسبت به تنفس پایه (۰/۵۷) بیشتر بود و مقادیر جذر میانگین مربعات خطا و میانگین مطلق خطا برای تنفس پایه به ترتیب ۰/۱۶۹ و ۰/۱۲ به‌دست آمد.

کلمات کلیدی: سدیمی شدن، شوری، کیفیت خاک ، مدیریت اراضی

مقدمه

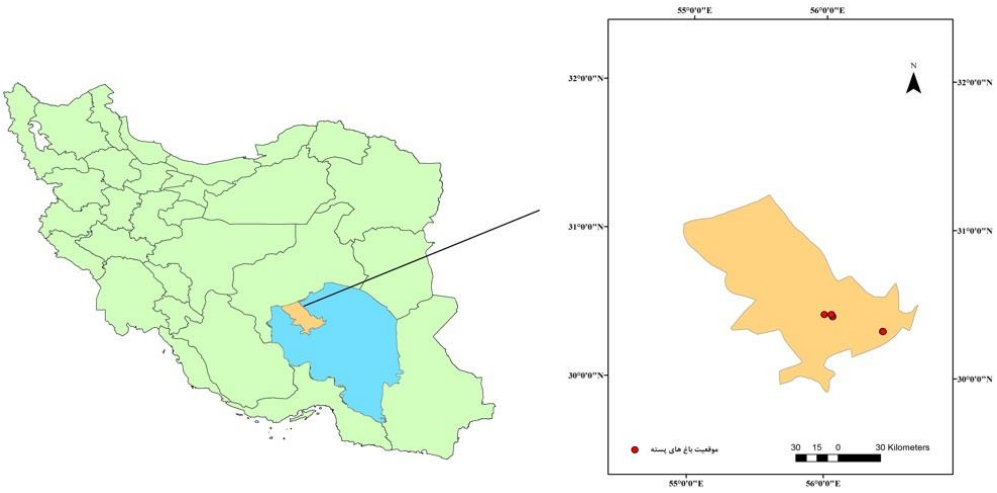
برای ارزیابی کیفیت خاک از شاخص‌های کیفیت خاک بهره‌گیری می‌شود. آن دسته از ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری خاک که بر ظرفیت خاک در تولید محصول تاثیر دارند، شاخص‌های کیفیت خاک نامیده می‌شوند (Arshad and Martin, 2002). در واقع برایند عوامل مختلف شیمیایی، فیزیکی و زیستی بر کیفیت خاک تاثیرگذار است. جنبه پویای کیفیت خاک، نقطه کانونی برای ارزیابی و حفظ سلامت خاک است. کیفیت خاک را می‌توان از جنبه ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و یا بیولوژیکی آن ارزیابی نمود. بسیاری از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مربوط به کیفیت ذاتی خاک هستند، و ویژگی‌های بیولوژیکی و برخی از ویژگی‌های فیزیکی، کیفیت پویای خاک را تشکیل می‌دهند (Bunemanna و همکاران ۲۰۱۸). همچنین تغییراتی که در کوتاه مدت در سلامت خاک ایجاد می‌شود توسط پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مثل بافت خاک، اسیدیته و غیره قابل سنجش نیستند. این پارامترها در دراز مدت تحت تأثیر قرار می‌گیرند ولی پارامترهای بیولوژیک سریعاً تحت تأثیر قرار گرفته و با اندازه‌گیری آنها می‌توان به میزان و نوع تغییرات در اکوسیستم خاک پی برد. سهم متابولیک و سهم میکروبی از جمله شاخص‌های اکوفیزیولوژیک هستند که برای تعیین وضعیت میکروبی خاک مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. از آنجاکه خاک دارای میکرواورگانیسم‌های مختلفی است، پی بردن به فعالیت بیولوژیکی آن می‌تواند معیار مناسبی برای ارزیابی کیفیت خاک باشد. تنفس میکروبی پایه (BIR) و تنفس میکروبی تحریک شده با بستره (SIR)، از جمله پارامترهای بیولوژیکی در ارزیابی سلامت و کیفیت خاک استفاده می‌شوند (Bonfante, 2019). تنفس پایه یکی از قدیمی‌ترین و متداول‌ترین پارامترهای بیولوژیک مورد استفاده در سنجش فعالیت‌های میکروبی خاک می‌باشد. تنفس پایه یا معدنی شدن کربن آلی خاک، فرآیندی است که طی آن، اکسیژن به عنوان گیرنده نهایی الکترون عمل می‌کند. تنفس‌میکروبی خاک که تحت شرایط کنترل شده و در آزمایشگاه تعیین می‌گردد، معیاری برای ارزیابی فعالیت کل جمعیت میکروبی می‌باشد(Drobnik و همکاران ۲۰۱۸). تنفس برانگیخته یا تنفس ناشی از بستره که میزان کربن معدنی متصاعد شده از تنفس میکروبی پس از اضافه کردن بستره آسان تجزیه شونده مانند گلوگز می‌باشد، می‌تواند نشان‌دهنده میزان جمعیت فعال میکروبی از نظر متابولیکی و فراهمی زیستی کربن برای هتروتروف‌ها باشد. بیشتر میکروارگانیسم‌ها در خاک خواب هستند بنابراین تنفس‌شان کم است، پس تنفس آن‌ها را می‌توان با اضافه کردن یک بستره راحت تجزیه شونده تحریک کرد (Jenkinson and Ladd, 1981). باپیری و همکاران (۱۳۹۵) همبستگی بین شاخص‌های کیفیت فیزیکی و تنفس میکروبی پایه و برانگیخته برای ارزیابی کیفیت خاک استفاده کردند، نتایج آن‌ها نشان داد که با تخریب شاخص‌های فیزیکی، تنفس میکروبی پایه

* ایمیل نویسنده مسئول: m.doustaky@gmail.com

و برانگیخته نیز به‌شدت کاهش می‌یابد. همچنین Zalaghi and Landi (۲۰۰۹) بیان کردند که متغیرهای غیرزیستی مختلفی می‌تواند بر فعالیت میکروبی خاک موثر هستند که بر تنفس میکروبی نیز اثرگذارند. برای پی‌بردن به فعالیت میکروبی و کیفیت خاک، به‌منظور مدیریت بهتر اراضی و باغ‌ها، استفاده از روش‌های مدلسازی برای پیش‌بینی بسیار قابل اهمیت می‌باشد از این‌رو در این پژوهش مقدار تنفس میکروبی پایه و برانگیخته در چند باغ پسته در منطقه رفسنجان با کمک شبکه عصبی و برخی پارامترهای مهم خاک، پیش‌بینی شد.

مواد و روش‌ها

شهرستان رفسنجان با وسعت حدود ۱۰۴۱۲ کیلومترمربع معادل ۵/۶۹ درصد مساحت استان کرمان را به خود اختصاص داده است و بین مختصات جغرافیایی ۵۴ درجه ۵۶ دقیقه تا ۵۶ درجه ۴۳ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۲۹ درجه ۵۵ دقیقه تا ۳۱ درجه ۱۷ دقیقه عرض شمالی واقع می‌باشد. میانگین بارش سالانه شهر رفسنجان ۱۰۰ میلی‌متر است. ارتفاع شهر رفسنجان از سطح دریا ۱۵۲۸ متر است. میانگین سالانه دمای رفسنجان ۱۷/۶ درجه سلسیوس است. از نظر کشاورزی تنها محصولی که در این شهرستان کشت می‌شود پسته است که ۸۸ هزار هکتار از اراضی رفسنجان زیر کشت این محصول می‌باشد. شهرستان رفسنجان در طبقه‌بندی اقلیمی به روش دومارتن دارای اقلیم خشک است (اکرمی‌مهاجری، ۱۳۹۵). منطقه مورد مطالعه بخشی از باغ‌های پسته واقع در حومه شرقی شهرستان رفسنجان می باشد. جمع آوری نمونه ها در تابستان ۹۷ از عمق ۰-۴۰ سانتی‌متری خاک باغ‌های پسته به‌صورت کاملا تصادفی انجام‌شد و در مجموع ۱۰۰ نمونه از سه باغ جمع آوری شد و سپس برای آنالیز به آزمایشگاه منتقل شدند همچنین از هر نقطه نمونه‌ای دست نخورده برای اندازه گیری چگالی ظاهری خاک به وسیله نمونه‌بردار سیلندری برداشت شد.



شکل ۱- موقعیت باغ‌های پسته مورد مطالعه

آنالیز آزمایشگاهی

پس از هواخشک کردن نمونه‌های دست‌خورده خاک و عبور آن‌ها از الک دو میلی‌متری، پی‌اچ خمیر اشباع توسط دستگاه پی‌اچ متر، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک توسط دستگاه هدایت‌سنج، سدیم به روش شعله سنجی اندازه گرفته شد.

تنفس پایه[1] (BIR)

۱۰ گرم خاک پس از وزن کردن، داخل ارلن ظروف شیشه‌ای مخصوص ریخته و به میزان ۵ میلی‌لیتر آب اضافه گردید. لوله آزمایش حاوی ۱۰ میلی‌لیتر هیدرواکسیدسدیم ۰/۱ نرمال درون ظروف قرار و به مدت یک هفته درون انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد گذاشته شدند. پس از

[1] Basal microbial

گذشت این زمان محتویات درون لوله آزمایش را درون ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته و با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر لوله آزمایش را شستشو داده و سپس ۱ میلی‌لیتر کلریدباریم اشباع و ۲ قطره فنل‌فتالئین به آن اضافه نموده و آن با اسید کلریدریک (۰/۱ نرمال) تیتر شدند و در نهایت میزان دی-اکسیدکربن تصاعد شده در نمونه‌ها اندازه گرفته شد (Stotzky, 1965).

تنفس برانگیخته[2] (SIR)

برای اندازه‌گیری تنفس برانگیخته با بستره ۱۰ گرم از نمونه‌های خاک وزن کرده مقداری مرطوب کرده و به درون ظروف شیشه‌ای درب‌دار ویژه‌ی اندازه‌گیری تنفس ریخته شدند. یک میلی‌لیتر گلوکز یک درصد به عنوان بستره به هر کدام از ظروف افزوده و لوله آزمایش حاوی ۱۰ میلی‌لیتر هیدرواکسیدسدیم ۰/۱ نرمال درون ظروف قرار داده شد. درب ظروف را محکم بسته و به مدت ۶ ساعت در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. پس از گذشت این زمان محتویات درون لوله آزمایش را درون ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته و با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر لوله آزمایش را شستشو داده و سپس ۱ میلی‌لیتر کلریدباریم اشباع و ۲ قطره فنل‌فتالئین به آن اضافه نموده و با اسید کلریدریک (۰/۱ نرمال) تیتر شدند و در نهایت میزان دی‌اکسیدکربن تصاعد شده در نمونه‌ها اندازه گرفته شد (Nannipieri and Alef, 1995).

مدل شبکه عصبی (ANN)

در این پژوهش داده‌ها قبل از ورود به مدل به روش خطی نرمال شدند. مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی با ورودی‌های شامل سدیم، اسیدیته، شوری و سدیمی شدن خاک اجرا گردید و میزان BIR و SIR به‌عنوان متغیر هدف تخمین زده شدند. بدین منظور ۷۰ درصد داده‌ها به‌عنوان داده آموزشی و ۳۰ درصد به‌عنوان داده آزمون در نظر گرفته شدند. برای مدل‌سازی از شبکه پرسپترون چند لایه (پیش خور)[3] استفاده شد که دو لایه پنهان با ده نرون در این لایه و الگوریتم آموزشی Leverrberg Marq و Tangent sigmoid به‌عنوان تابع فعالیت در لایه‌ی پنهان و تابع خطی در لایه‌ی خروجی، در نظر گرفته شد. برای مدل نیز ۱۰۰ دوره آموزشی در نظر گرفته شد و تجزیه و تحلیل شبکه عصبی مصنوعی در نرم‌افزار متلب[4] نسخه ۲۰۱۸ انجام شد.

شاخص‌های بررسی اعتبار مدل

در این پژوهش به‌منظور بررسی عملکرد و دقت مدل شبکه عصبی از شاخص‌های ضریب تبیین (R^2)، جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین مطلق خطا (MAE) استفاده شد.

$$R^2 = \sum_{i=1}^{n}(Pi - \bar{O})^2 / \sum_{i=1}^{n}(Oi - \bar{O})^2 \quad (۱)$$

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{[p_i - o_i]}{oi}\right| \times 100 \quad (۲)$$

$$RMSE = [\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Pi - Oi)^2]^{1/2} \quad (۳)$$

که در روابط بالا Oi: مقدار مشاهده‌شده، Pi: مقدار پیش‌بینی شده، n: تعداد مشاهدات و $\overline{O}$: میانگین مقادیر مشاهداتی می‌باشند.

[2] Substrate induced respiration
[3] Feed forward
[4] MATLAB

نتایج

جدول ۱ تجزیه واریانس خصوصیات خاک نشان می‌دهد میانگین تنفس میکروبی پایه (BIR) و میانگین تنفس میکروبی برانگیخته (SIR)، شوری (EC)، اسدیته (PH)، سدیم (NA) و سدیمی شدن خاک (SAR) به‌ترتیب؛ ۰/۱۷ و ۱/۵۹ میلی گرم دی‌اکسیدکربن در یک روز در یک گرم خاک، ۵/۳۱ میلی زیمنس بر سانتی‌متر، ۷/۴۱۱، ۵۱/۸۴ میلی‌اکی والان بر لیتر و ۱۳/۹۱ می‌باشد. بیشترین ضریب تغییرات مربوط می‌شود به شوری (۱۳۶ درصد) و کمترین ضریب تغییرات را اسیدیته خاک (۶ درصد) دارد. ضریب تغییرات تنفس میکروبی پایه و برانگیخته با بستره به ترتیب ۲۹ و ۵۸ درصد بود که تقریبا تغییرات کم نشان می‌دهد که می‌توان گفت در سطح محدوده مورد مطالعه تنفس میکروبی پایه و برانگیخته تغییرات متوسطی داشته است. آهکی بودن خاک‌های منطقه و هم‌چنین خاصیت بافری بالای خاک را می‌توان دلیلی بر پایین بودن ضریب تغییرپذیری واکنش خاک عنوان کرد.

جدول ۱- آنالیز تجزیه واریانس برخی از پارامترهای خاک

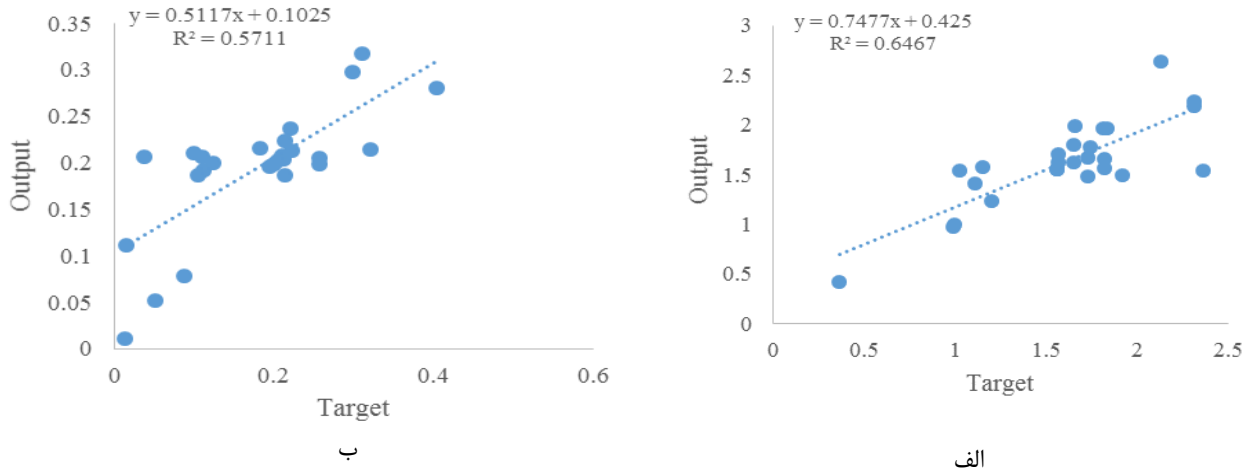
متغیرها	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	واریانس	ضریب تغییرات (درصد)
pH	۱۰۰	۶/۴۳	۸/۳	۷/۴۱۱	۰/۴۷۵	۰/۲۲۶	۶/۴۰
EC	۱۰۰	۰/۶۹	۳۱/۷	۵/۳۱	۷/۲۳۷	۵۲/۳۸۸	۱۳۶/۲۹
Na	۱۰۰	۷/۶۱	۲۷۳/۹۱	۵۱/۸۴	۶۴/۷۸۸	۴۱۹۷/۵۳۷	۱۲۴/۹۷
SAR	۱۰۰	۲/۶۶	۱۰۰/۰۲	۱۳/۹۱	۱۸/۶۲۴	۳۴۶/۸۷۷	۱۳۳/۸۸
SIR	۱۰۰	۰/۳۷	۲/۳۶	۱/۵۹	۰/۴۶۶	۰/۲۱۷	۲۹/۳۰
BIR	۱۰۰	۰/۰۱	۰/۴	۰/۱۷	۰/۰۹۹۳	۰/۰۱	۵۸/۴۱

پیش‌بینی تنفس پایه و تنفس برانگیخته با شبکه عصبی

همانطور که گفته شد ورودی‌های شبکه عصبی برای پیش‌بینی تنفس میکروبی پایه و برانگیخته شامل؛ شوری، سدیمی شدن، اسیدیته و مقدار سدیم خاک بودند. نتایج پیش‌بینی تنفس میکروبی پایه و برانگیخته با شبکه عصبی در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج معیارهای ارزیابی مدل شبکه عصبی نشان می‌دهد که تنفس میکروبی برانگیخته با بیشترین ضریب تعیین ۰/۶۴۶ و کمترین جذر میانگین مربعات خطا (۰/۱۶۹) و میانگین مطلق خطا (۰/۱۲۰) نسبت به تنفس پایه بود. همچنین در شکل ۱ نمودار مقادیر پیش‌بینی شده تنفس میکروبی پایه و برانگیخته توسط مدل شبکه عصبی نشان داده شده است و همانطور که مشاهده می‌شود ضریب تعیین در پیش‌بینی تنفس برانگیخته توسط شبکه عصبی و مقادیر مشاهداتی نسبت به تنفس پایه بیشتر بوده است. مقادیر معیارهای ارزیابی برای دو نوع تنفس نشان می‌دهد که مدل شبکه عصبی برای پیش‌بینی تنفس برانگیخته بهتر می‌تواند بین ورودی‌ها و تنفس میکروبی برانگیخته ارتباط برقرار کند. در نتیجه می‌توان برای پیش‌بینی وضعیت بیولوژیک خاک با توجه به پارامترهای مختلف از روش‌های مدلسازی استفاده کرد. Qu و همکاران (۲۰۱۸) از روش‌های مدلسازی برای تخمین فعالیت بیولوژیکی در خاک استفاده کردند. همچنین Rayan و Law (۲۰۰۵) برای تخمین میزان تنفس باکتری‌ها از مدل CENTURY استفاده کردند.

جدول ۲- معیارهای اعتبارسنجی پیش‌بینی تنفس میکروبی پایه و برانگیخته با شبکه عصبی

	R	RMSE	MAE
BIR	۰/۵۷	۰/۵۹۷	۰/۳۳۴
SIR	۰/۶۴۶	۰/۱۶۹	۰/۱۲۰



ب الف

شکل ۱- همبستگی بین مقادیر مشاهده‌ای (Target) و پیش‌بینی شده‌ی (Output) تنفس میکروبی برانگیخته (الف) و تنفس میکروبی پایه (ب) با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی برای کل داده‌ها

نتیجه‌گیری

در این پژوهش از روش شبکه عصبی برای پیش‌بینی مقادیر تنفس میکروبی پایه و برانگیخته در باغ‌های تحت کشت پسته استفاده شد. ورودی‌های مدل شبکه شامل سدیم، شوری، سدیمی شدن و اسدیته خاک برای هر دو نوع تنفس میکروبی بودند. نتایج پیش‌بینی شبکه نشان داد که ضریب تعیین بین مقادیر مشاهداتی و پیش‌بینی شده توسط مدل شبکه عصبی برای تنفس میکروبی برانگیخته (۰/۶۴) نسبت به تنفس پایه (۰/۵۷) بیشتر بود. همچنین با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس بین مقادیر تنفس میکروبی پایه و برانگیخته تفاوت زیادی مشاهده شد، در نتیجه می‌توان بیان کرد که در خاک باغ‌های پسته مورد مطالعه میکرواورگانیسم‌هایی وجود دارند که درصورتیکه شرایط محیطی از جمله وجود یک منبع تغذیه‌کننده وجود داشته باشد، برانگیخته می‌شوند و می‌توانند فعالیت داشته باشند. همچنین برای مدیریت بهتر در اراضی زراعی و باغی باید از وضعیت بیولوژیکی و کیفیت اطلاع داشت، که با کمک روش‌های مدلسازی و در دسترس بودن پارامترهای فیزیکی و شیمیایی می‌توان سلامت خاک را از نظر بیولوژیکی پیش‌بینی کرد.

منابع

اکرمی‌مهاجری، م. ۱۳۹۵. بررسی پایداری تولید پسته در شهرستان رفسنجان (شاخص‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی سیستان و بلوچستان.

باپیری، د. ۱۳۹۵. بررسی همخوانی شاخص‌های کیفیت فیزیکی و بیولوژیکی در برخی خاک‌های استان آذربایجان غربی، ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته‌ی علوم خاک، گرایش فیزیک و حفاظت خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه. ۱۴۳ صفحه.

Arshad, M.A., Franzluebbers, A.J., Azooz, R.H. 1999. Components of surface soil structure under conventional and no-tillage in northwestern Canada. Soil Tillage Research. 53: 41– 47.

Bunemanna, E. K., Bongiornoa, G, Baic, Z., Creamerb, R.E., Deynb, G. D., Goedeb, R., Fleskensd, L., Geissend, V., Kuyperb, T. W., Madera, P., Pullemanb, M., Sukkelf, W., Groenigenb, J. W. and Brussaard, L. 2018. Soil quality – A critical review. Soil Biology and Biochemistry, 120: 105-125.

Bonfante, A., Terribile, F. and Bouma, J. 2019. Refining physical aspects of soil quality and soil health when exploring the effects of soil degradation and climate change on biomass production: an Italian case study. Soil, 5:1-14.

Drobnik, T., Greiner, L., Keller, A. and Gret-Regamey, A. Soil quality indicators – From soil functions to ecosystem services. Ecological Indicators, 94:151–169.

Jenkinson, D.S., Ladd, J.N., 1981. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: Paul, E.A., Ladd, J.N. (Eds.), Soil Biochemistry, vol. 5. Marcel Dekker, New York and Basel. 415-471.

Nannipieri, P., Alef, K. 1995. Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Journal. University and Research. p.576.

Rayan, M. G. and Law, B. E. 2005. Interpreting, measuring, and modeling soil respiration. Biogeochemistry, 73:3-27.

Qu, K., Guo, F., Liu, X., Lin, Y. and Zou, Q. 2018. Application of Machine Learning in Microbiology. Frontiers in Microbiology, 10:827.

Stotzky, G. 1965. Microbial respiration. In: Black, C.A. (Ed). Methods of soil analysis, part2. American Society of Agronomy: 1550-1572. Inc, Madision, wis.

Zalaghi, R. and Landi, A. 2009. Evaluting carbonic greengouse gases emission and organic carbon balance from soil under current agricultural land use. J. Appl. Sci. 9(12):2307-2312.

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Prediction of Substrate induced respiration and basal microbial by Artificial Neural Network in pistachio gardens

Kamali, A[1], Doustaky, M[*2] , Bagheri Bodaghabadi, M[3]

[1] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of vali-e-asr of Rafsanjan, Iran
[2] PhD. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of vali-e-asr of Rafsanjan, Iran
[3]Soil and Water Research Istitute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Abstract

Soil quality is the focal point for assessing and maintaining soil health. Knowledge of the status of soil quality is essential in agricultural lands for optimal land management and achieving maximum economic productivity. Since biological soil properties are also important in soil quality studies, in this study two biological properties including basal microbial and Substrate induced respiration were measured pistachio gardens in Rafsanjan. Also, for prediction and correlation between microbial respiration and some parameters such as salinity, acidity, sodium adsorption ratio, modelling was done with Artificial Neural Network. Validation results showed that neural network was effective in predicting microbial respiration. However, the coefficient of determination (R2) for Substrate induced respiration with a value of 0.64 was higher than basal respiration (0.57). Root mean square error and mean absolute error for Substrate induced respiration were respectively 0.169 and 0. 12 respectively.

Keywords: Land management, Salinity, Soil quality, Substrate induced respiration.

[*] Corresponding author, Email: M.doustaky@gmail.com