دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(فن‌آوری‌های نوین در علوم خاک)

برآورد گنجایش تبادلی خاک(CEC) با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

حامد فروغی فر[1]، علی اصغرجعفرزاده[2]، حسین ترابی گلسفیدی[3]، مهدی امیرآبادی زاده[4]
1- دانشجوی دکتری دانشگاه تبریز و عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند
2- استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
3- استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد
4- عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند
hfroghifar@yahoo.com

چکیده:
گنجایش تبادل کاتیونی خاک(CEC) یک ویژگی شیمیایی مهم خاک است که تاثیر به سزائی بر رشد گیاه و توانائی خاک برای نگهداری آب و مواد غذائی دارد. هدف ا ز انجام این تحقیق برآورد گنجایش تبادل کاتیونی خاک(CEC) از روی درصد کربن آلی و درصد ذرات خاک(رس، سیلت و شن) با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد. شبکه عصبی مصنوعی ترکیبی از بهره برداری موازی از عناصر ساده است که می توان برای انجام یک مسأله، بوسیله تنظیم مقادیر ارتباط با وزنها بین عناصر آن را آموزش داد. شبکه عصبی مصنوعی از نوع پرسپترون چند لایه با قانون یادگیری پس انتشار می باشد.پس از آموزش، صحت سنجی و آزمون شبکه مشخص گردید که شبکه عصبی با تابع محرک تانژانت هیپربولیک، سه لایه پنهان بهترین نتایج را در مقایسه با سایر شبکه ها نشان می‌دهد. مقایسه بین CEC اندازه گیری شده و برآورد شده در نمونه های مورد آزمون نشان داد که اعداد به دست آمده از همخوانی خوبی برخوردار می باشند. همچنین در این شبکه CEC برآورد شده و اندازه‌گیری شده دارای بهترین ضریب همبستگی R^2=0/85 و RMSE=0/155 می باشند.

مقدمه:

گنجایش تبادلی خاک(CEC) یکی از ویژگیهای شیمیایی خاک است که در جذب و رهاسازی عناصر مورد نیاز گیاه و بر آورد خطر فلزات سنگین و بعضی از آلاینده های آلی کاتیونی نقش موثری دارد و مقدار آن بسته به مقدار ماده آلی ، درصد ذرات معدنی خاک(رس، شن، سیلت) وشرایط خاک متغیر است. از آنجا که اندازه‌گیری CEC در مطالعات خاک هزینه‌بر، وقت‌گیر، مشکل و با خطا همراه می‌باشد، لذا استفاده از تکنیک شبکه عصبی مصنوعی ضمن کاهش مشکلات فوق، موجب تسریع در برآورد این پارامتر گردید. هنگامی که شناخت و توصیف صریح و دقیق از یک مسأله وجود داشته باشد ،بکارگیری قوانین و روابط شناخته شده در رابطه با مسأله به حل آن کمک کرده و مناسب ترین راه به شمار می رود. اما اگر در شرایطی مجموعه قوانین لازم برای حل یک مسأله به طور صریح موجود نباشد و یا پیچیده باشد، بکارگیری روش اول به راحتی امکان پذیر نیست. از اینرو دانشمندان به فکر کاربرد یک سیستم هوشمند مصنوعی افتادند که قابلیت‌های یادگیری، خلاقیت و انعطاف پذیری انسان را دارا باشد. شبکه عصبی مصنوعی نوعی سیستم پردازشگر اطلاعات است که روشی برای

پیاده سازی ویژگی‌های فیزیولوژیک مغز انسان بشمار می رود. شبکه عصبی مصنوعی ترکیبی از بهره برداری موازی از عناصر ساده است که می توان برای انجام یک مسأله بوسیله تنظیم مقادیر ارتباط یا وزنها بین عناصر آن را آموزش داد.معمولا با استفاده از داده های واقعی ،خروجی شبکه به خروجی هدف تعیین شده سوق می یا بد و شبکه آموزش می بیند. شبکه های عصبی مصنوعی آموزش یافته،را می توان به صورت رویه ای از جعبه سیاه برای برآورد های غیر خطی با عنوان نگاشتهای غیر خطی قابل تنظیم معرفی کرد.چراکه فضای بردار ورودی را بوسیله مجموعه ای از توابع غیر خطی به فضای خروجی مرتبط می سازند .

اسخاپ و لیج (1998) دریافتند که شبکه های عصبی می‌توانند تخمین قابل قبولی از هدایت هیدرولیکی اشباع، غیراشباع و مشخصات منحنی رطوبتی خاک داشته باشند .تاماری وهمکاران (1996) از شبکه های عصبی برای برآورد هدایت هیدرولیکی خاک استفاده کردند و دریافتند که این شبکه ها کار آیی بهتری نسبت به سایر توابع انتقالی در برآورد پارامتر مربوطه دارند. تحقیقات شارما و همکاران (2003) و لیزنار و نیرینگ(2002) به خوبی موید این مطلب است که این شبکه ها می توانند به عنوان یک روش دقیق مدلسازی در تخمین پارامترهای دیر یافت خاک مورد استفاده قرار بگیرند

مواد و روش‌ها:

منطقه مورد مطالعه بخشی از دشت تبریز بوده که در غرب شهر تبریز بین ´ 56 °37 تا ´ 17 °38عرض شمالی و ´ 28 °45 تا ´14 °46 طول شرقی قرار گرفته است. ارتفاع آن از سطح دریا 1350 متر می‌باشد. نقاط نمونه برداری براساس شبکه بندی منظم به ابعاد 1000x1000 متر بر اساس میزان تغییرات خاک (به طول 14 کیلومتر و عرض 7 کیلومتر) مشخص و با GPS نقاط مورد نظر تعیین و در مجموع 98 نمونه از افق های سطحی خاک برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید. بافت خاک به روش هیدرومتر، CEC به روش استات سدیم در8/2 =pH (رودز 1986) و کربن آلی به روش والکلی بلاک(نلسون و سومر 1986) اندازه گیری شد. همچنین CEC به روش شبکه عصبی برآورد گردید. هر شبکه عصبی مصنوعی شامل یک لایه ورودی ، یک لایه خروجی و در بین این دولایه ، یک یا چند لایه مخفی (میانی) قرار می گیرد. در هر لایه یک یا چند عنصر فرایند وجود دارد. که مجموعا شبیه یک شبکه عصبی بیولوژیک عمل می کند. شبکه عصبی مصنوعی سعی می کند پس از دریافت ورودیها، آن را به خروجی مطلوب برساند. این کار بااستفاده از عمل وزن دادن به ورودی ها و استفاده از یک تابع فعالیت انجام می‌شود، به اینکار آموزش شبکه می گویند. پس از اینکار، مدل، شبکه عصبی خود را تست می کند و نهایتا مدل مورد تایید قرار می گیرد. در این بررسی 100 نمونه جهت ساخت شبکه عصبی استفاده گردید. پارامترهای مورد استناد در این تحقیق شامل درصد رس، سیلت، شن، ماده آلی و گنجایش تبادل کاتیونی(CEC) می‌باشد. به منظور تهیه مدل شبکه عصبی از نرم افزارNeuroSolution5.0 استفاده گردید.این نرم افزار امکان طراحی، یادگیری و ارزیابی شبکه های عصبی مصنوعی را در اختیار قرار می دهد. شبکه هایی که در این تحقیق به منظور مدل سازی مورد استفاده قرار گرفتند، از نوع شبکه‌های پرسپترون چند لایه (MLP) است. قبل از اقدام به ساخت شبکه داده-های مورد نظر، بصورت ردیفی تصادفی گردیدند. سپس 60% آنها به منظور آموزش، 20% برای صحت سنجی و 20% برای آزمون تقسیم گردیدند.توابع تبدیل در نظر گرفته شده برای نرونها از نوع سگموئید و تانژانت هیپربولیک می باشد.

از آنجا که استفاده از داده های خام باعث کاهش سرعت و دقت شبکه می شود، برای احتراز از چنین شرایطی و یکسان نمودن ارزش داده ها برای شبکه نرمال سازی صورت می گیرد. این کار مانع از کوچک شدن بیش از حد وزن‌ها و سبب

جلوگیری از اشباع زودرس نرونها می گردد. عناصر بردار ورودی در این بررسی شامل درصد رس، سیلت، شن و ماده آلی و بردار خروجی گنجایش تبادل کاتیونی(CEC) می باشد.پس از تصادفی نمودن الگوهای مورد استفاده و تعریف بردار ورودی و بردار خروجی، ترکیب‌های متفاوتی از تعداد لایه میانی، تعداد نرونها و توابع محرک تانژانت هیپربولیک و سیگموئید در ساخت شبکه در نظر گرفته شد. هر یک از شبکه های ساخته شده فوق پس از آموزش و آزمون با شاخص‌های R^2 و RMSE مورد مقایسه قرار گرفتند.

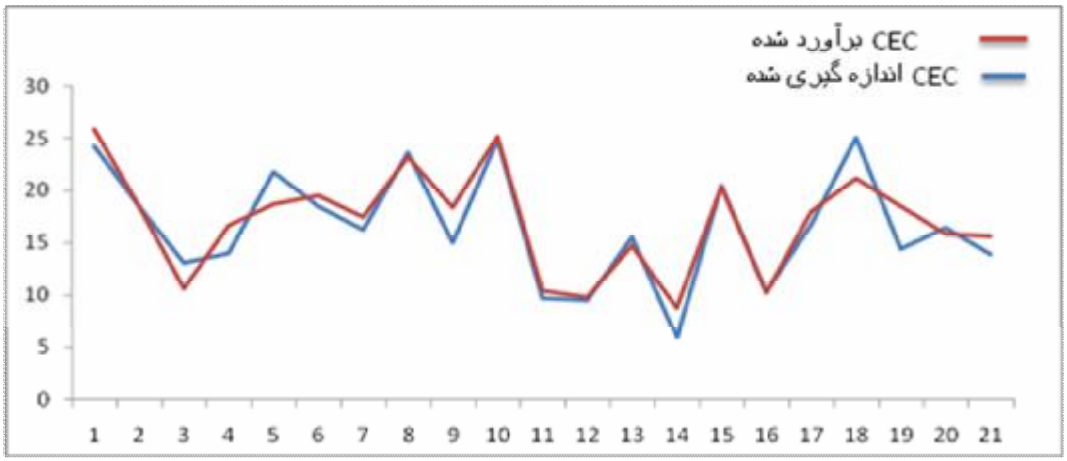
نتایج و بحث:

در جدول (1) **بخشی از نتایج شبکه عصبی مصنوعی و معیارهای سنجش** ارائه گردیده است. همانگونه که مشاهده می گردد، شبکه عصبی مصنوعی از نوع پرسپترون چند لایه با 4 عنصر ورودی، سه لایه پنهان، یک عنصر خروجی وتابع محرک تانژانت هیپربولیک دارای بهترین نتیجه می باشد.

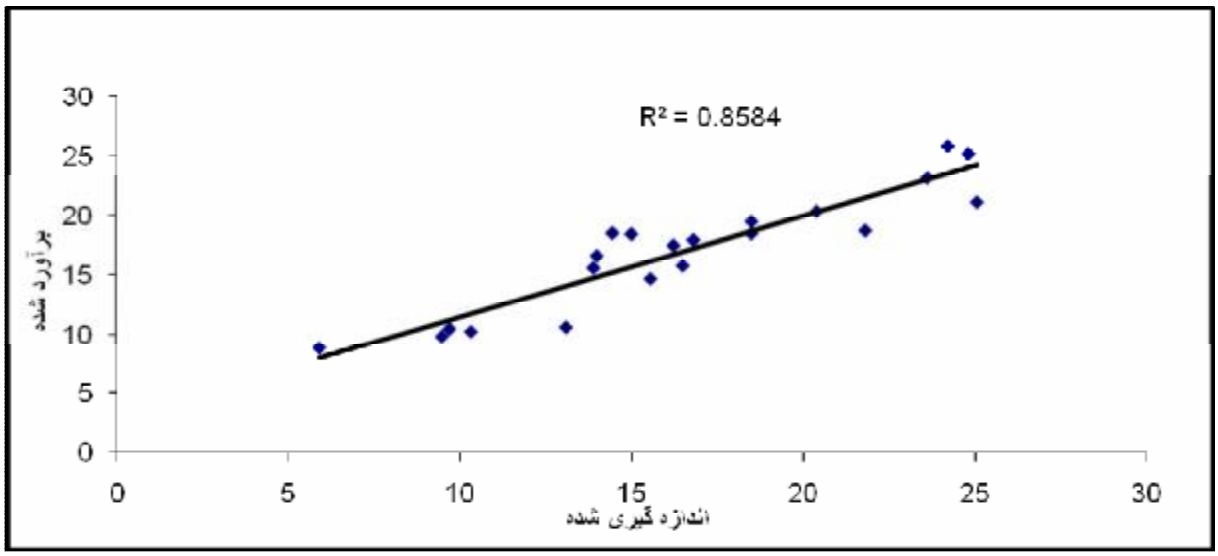
جدول (1): بخشی از نتایج شبکه عصبی مصنوعی و معیارهای سنجش

تعدادعناصر لایه ورودی	تعداد لایه مخفی	تعدادعناصرلایه خروجی	تابع محرک	RMSEآموزش	R^2
4	1	1	سیگموئید	0/185	0/808
4	2	1	سیگموئید	0/170	0/790
4	1	1	تانژانت هیپربولیک	0/153	0/840
4	2	1	تانژانت هیپربولیک	0/148	0/838
4	3	1	تانژانت هیپربولیک	0/155	0/858
4	3	1	سیگموئید-تانژانت هیپربولیک	0/155	0/810

شکل (1) مقایسه بین CEC اندازه گیری شده و برآورد شده در نمونه های مورد آزمون مدل ارائه شده است که از همخوانی خوبی برخوردار می باشند. همانطور که در شکل(2) مشاهده می گردد، در این شبکه CEC برآورد شده و اندازه‌گیری شده دارای بهترین ضریب همبستگی R^2=0/85 و RMSE=0/155 می باشد. از شبکه عصبی مصنوعی آموزش دیده می توان به منظور پیش بینی مقدار CEC با استفاده از درصد رس، سیلت، شن و کربن آلی با دقت قابل قبول استفاده نمود. از آنجا که اندازه گیری CEC در مطالعات خاک هزینه‌بر، وقت‌گیر، مشکل و با خطا همراه می‌باشد، لذا استفاده از این تکنیک ضمن کاهش مشکلات فوق، موجب تسریع در برآورد این پارامتر می گردد.



شکل (1) :مقادیر CEC اندازه گیری شده و محاسبه شده توسط شبکه عصبی مصنوعی



شکل (2): مقایسه CEC اندازه گیری شده و بر آورد شده باANN

مراجع:

میرخانی ر، سعادت س و شعبانپور م، 1384. برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با استفاده از توابع انتقالی. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران.

Licznar P. and Nearing MA. 2003. Artificialneural networks for soil erosion and runoff prediction at the plot scale. Catena, 51: 89-114.

Nelson BW. and Sommers LE, 1986 .Total carbon,organic carbon and organic matter. Pp. 539-577. In: A.L.Page et al.(eds). Methods of soil analysis .Part 2.2nd ed.Agron. Monogr.9. ASA. Madison, WI.

Rhoades ID, 1986. Cation exchange capacity. In: AL. Page et al.(eds). Methods of soil analysis .Part 2.2nd ed. Agron. Monogr.9. ASA and SSSAJ.Madison,WI.

Schaap MG., Leij FJ. and van Genuchten MTh. 1998. Neural network analysis for hierarchical prediction of soil water retention and saturated hydraulic conductivity. Soil Sci. Soc. Am. J. 62: 847-855.

Sharma V., Negi SC., Rudra RP. and Yang S. 2003. Neural networks for predicting nitrate-nitrogen in drainage water. Agri. Water

Tamari S., Wosten JHM, and Ruiz-Suarez JC. 1996. Testing and artificial neural network for predicting hydraulic conductivity. Soil Sci. Soc. Am. J. 60: 1732-1741.