دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(فرسایش و حفاظت خاک)

کارایی شبکه‌های عصبی مصنوعی در برآورد شدت فرسایش خاک

عباس احمدی[1]*، محمدرضا نیشابوری[2]، حسن روحی‌پور[3] و حسین اسدی[4]

[1و2]- بترتیب استادیار و استاد گروه علوم خاک، دانشگاه تبریز

[3]- دانشیار پژوهشی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

[4]- استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه رشت

*Email: a_ahmadi@tabrizu.ac.ir

چکیده

تحقیق حاضر به منظور ارزیابی شبکه‌های عصبی مصنوعی در تخمین شدت فرسایش خاک صورت پذیرفت. بدین منظور از نقاط مختلف استان آذربایجان شرقی نمونه‌برداری و خصوصیات فیزیکی وشیمیایی آن‌ها تعیین و شدت فرسایش خاک از آن‌ها در کرتی به مساحت 0/5 مترمربع تحت شدت بارندگی‌های 20، 37 و 47 میلی‌متر بر ساعت اندازه‌گیری گردید. با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی مدلی ایجاد شدت فرسایش خاک برآورد همچنین با مدل WEPP نیز شدت فرسایش خاک برآورد و دو مدل با هم مقایسه گردید. نتایج نشان داد که شبکه‌های عصبی مصنوعی در مقایسه با مدل WEPP دارای دقت بالایی می‌باشد.

کلمات کلیدی: **شبکه‌های عصبی مصنوعی، فرسایش، تابع انتقالی، رسوب**

مقدمه

شبکه‌های عصبی مصنوعی *(ANNs)* [1] سیستم‌ها و روش‌های محاسباتی نوینی هستند که برای یادگیری ماشینی، نمایش دانش و در نهایت برای پیش‌بینی پاسخ‌های خروجی از سامانه‌های پیچیده به کار می‌روند. از شبکه‌های عصبی مصنوعی در مدل‌سازی رواناب-بارش، پیش‌بینی سیلاب، مدل‌سازی سفره‌های آب زیرزمینی، کیفیت آب و پیش‌بینی میزان بارش استفاده فراوانی شده است. اما تحقیقات اندکی در رابطه با کاربرد آن‌ها در برآورد فرسایش خاک وجود دارد (لیزنار و نیرینگ، 2003). تحقیق حاضر به منظور مقایسه کارایی شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل ***WEPP*** برای تخمین شدت فرسایش **خاک صورت پذیرفت**.

مواد و روش‌ها

از 28 خانواده خاک در منطقه شمال‌غرب ایران انتخاب و از افق سطحی (A_p) آن‌ها نمونه‌برداری شد. میزان مـوادآلی، کربنات کلسیم معادل، گچ،هدایت الکتریکی عصاره اشباع، واکنش خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی و نسبت جذب سدیمی خاک با روش‌های متداول آزمایشگاهی، رس و سیلت خاک با روش هیدرومتری و توزیـع انـدازه ذرات بخـش شـن بـه

[1] -Artificial neural network

روش الک کردن تعیین و میانگین هندسی قطر ذرات محاسبه گردید. توزیع اندازه خاکدانه‌ها در دو محدوده 8-4/75 میلیمتر و کوچکتر از 4/75 میلیمتر و با دو شیوه الک کردن مرطوب و خشک و نیز بدون تصحیح و با تصحیح جزء شن یا سنگریزه همراه تعیین گردید. بعد فرکتالی خاکدانه‌ها از روی *ASD* تعیین شده با هر حالت از سه مدل فرکتالی بدست آمد (احمدی 1388). شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها نظیر پایداری خاکدانه‌های خیس *(WAS)*، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها *(MWD)* و میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها *(GMD)* نیز تعیین گردید.

برای انجام آزمایش‌های تعیین میزان فرسایش خاک نمونه‌های خاک پس از رد شدن از الک 4/75 میلی‌متری در فلومی شیب‌پذیر به ابعاد 1/0×0/5 متر قرار داده شده و پس از اشباع تدریجی بستر خاک در طی مدت 24 ساعت، شبیه‌سازی باران در 3 شدت مختلف 20، 37 و 47 میلیمتر در ساعت و با تداوم 90 دقیقه و شیب 9% انجام گرفت و با جمع‌آوری رواناب و فیلتره کردن آن میزان رسوب موجود در هر نمونه رواناب تولید شده در فواصل زمانی مختلف تعیین گردید. فواصل زمانی از 60 ثانیه برای ابتدای شروع رواناب تا 15 دقیقه در مراحل پایانی آزمایش متفاوت بود. با انجام آزمایش‌های باران‌ساز 108 سری داده بدست آمد. که در مجموع 72 سری داده برای واسنجی مدل‌ها و 36 سری داده برای ارزیابی آن‌ها به کار رفت.

برای مقایسه مدل ایجاد شده با شبکه عصبی مصنوعی با مدل *WEPP*، ابتدا مدل *WEPP* واسنجی و سپس مورد ارزیابی قرار گرفت. برای ارزیابی مدل از روش جک‌نایف[2] (شاآو و توو، 1995) استفاده شد. بدین ترتیب که مقادیر ضریب فرسایش‌پذیری هر خاک از روی داده‌های سری واسنجی با استفاده از روش مطلوب سازی[3] (بلائو و همکاران، 1988) برآورد شد و در نهایت شدت فرسایش‌بین شیاری برای داده‌های سری ارزیابی محاسبه گردید. با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی تابعی انتقالی ایجاد گردید. بدین ترتیب که ابتدا با استفاده از تمامی متغیرهای اندازه‌گیری شده و نیز شدت بارندگی و شدت رواناب اندازه‌گیری شده تابعی ایجاد گردید. سپس با آنالیز حساسیت متغیرهایی که در تابع اهمیت کمتری داشتند حذف شدند، که در نهایت متغیرهای $NSC\text{-}D_{n2}$، میزان شن، شدت تولید رواناب و شدت بارندگی به عنوان متغیرهای ورودی و شدت فرسایش بین‌شیاری به عنوان خروجی برای تعلیم شبکه عصبی استفاده شدند. برای ایجاد تابع انتقالی شبکه عصبی مصنوعی از نرم‌افزار *NeuroSolutions* (نوروسلوشنز، 2005) استفاده و سه نوع شبکه عصبی پرسپترون چند لایه[4] *(MLPs)*، پیشخور تعمیم‌یافته[5] *(GFF)* و رگرسیون تعمیم‌یافته[6] *(GRNN)* ارزیابی و مناسب‌ترین آن‌ها به کار برده شده است. برای هریک از سه نوع شبکه توابع تانژانت هیپربولیک[7]، تانژانت هیپربولیک خطی[8]، سیگموئیدی[9]، سیگموئیدی خطی[10]، اریب‌دار[11]، خطی[12]، و اکسون[13] در لایه‌های پنهان و خروجی استفاده شد و ترکیبی از این توابع برای لایه پنهان و خروجی که پایین‌ترین *MSE* را برای داده‌های معتبرسازی ایجاد کرد، به عنوان شبکه مورد نظر انتخاب گردید. داده‌های سری واسنجی برای تعلیم و داده‌های سری ارزیابی برای آزمون مدل مورد استفاده قرار گرفت. دو مدل

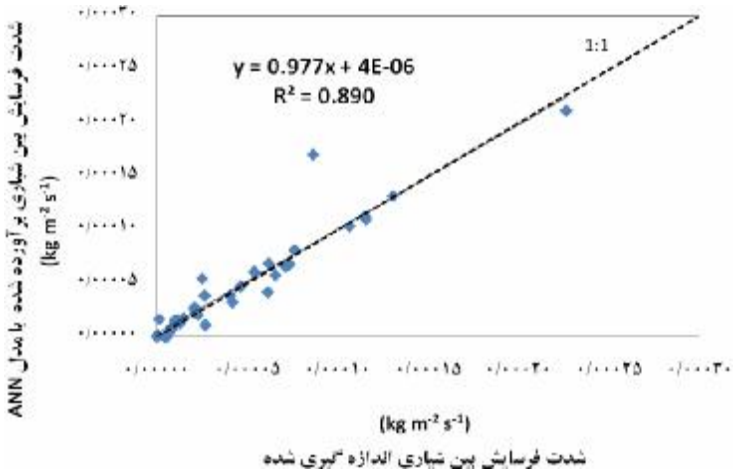
---

[2]- Jackknife
[3] - Optimization
[4] - Multilayer perceptrons (MLPs)
[5] - Generalized feed forward (GFF)
[6] - Generalized regression neural network (GRNN)
[7] - Hyperbolic tangent
[8] - Linear hyperbolic tangent
[9] - Sigmoid
[10] - Linear sigmoid
[11] - Bias
[12] - Linear
[13] - Axon

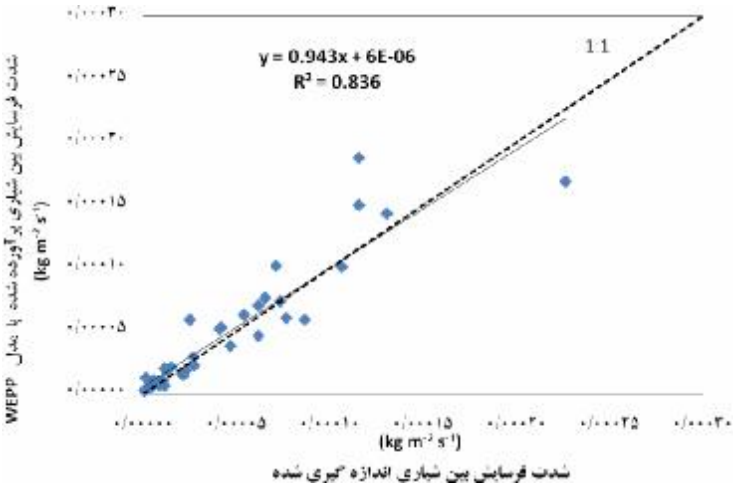
WEPP و ایجاد شده با *ANNs*، با استفاده از معیارهای *GMER*، *GSDER*، *AIC*، R^2، *RMSE* و *MGN* مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل (شکل‌های 1 و 2) نشان می‌دهدکه هر دو مدل در مقادیر اندک فرسایش دارای کمی بیش برآوردی و در مقادیر زیاد فرسایش تمایل به کم برآوردی دارند. اسدی و همکاران (1386) نیز تمایل مدل واسنجی شده *WEPP* را به بیش برآوردی مقادیر کوچک و کم برآوردی مقادیر بزرگ فرسایش را گزارش نموده‌اند. نتایج (جدول1) همچنین نشان داد که شبکه عصبی با دقت بیشتری نسبت به مدل *WEPP* شدت فرسایش را برآورد نموده است. مقادیر کوچکتر معیار *GSDER* و مقادیر بزرگتر R^2 برای شبکه عصبی نسبت به مدل *WEPP* بیانگر این مسئله است. مقادیر کوچک‌تر معیار *AIC* نیز ارجحیت *ANN* را بر مدل *WEPP* نشان می‌دهد. اما عدم تفاوت معنی‌دار معیار *MGN* عدم تفاوت معنی‌دار دقت دو مدل را نشان می‌دهد.



شکل 1- مقادیر شدت فرسایش بین شیاری اندازه گیری شده، و برآورد شده توسط مدل ANNs



شکل 2- مقادیر شدت فرسایش بین شیاری اندازه گیری شده، و برآورد شده توسط مدل واسنجی شده WEPP

جدول 1- معیارهای ارزیابی PTF ایجاد شده توسط شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل WEPPبرای تخمین شدت فرسایش بین شیاری (E_i)

MGN		RMSE (kg s^{-1} m^{-2})	R^2	AIC	GSDER	GMER	
-		0/000016	0/89	-665/82	1/37	1/06	ANN Model
1/15	ns	0/000019	0/84	-652/69	1/38	1/06	WEPP Model

منابع

اسدی ح، محمودی ش و حیدری ا 1386. اثر تشکیل اندوده سطحی بر دینامیک فرسایش ورقه‌ای. دهمین کنگره علوم خاک ایران. 4 تا 6 شهریور، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج.

Blau JB, Wodhiser DA and Lane LJ, 1988. Identification of erosion model parameters. Transactions of the ASAE, 31(3): 839- 854.

Licznar P and Nearing MA, 2003. Artificial neural networks of soil erosion and runoff prediction at the plot scale. Catena, 51:89–11.

NeuroSolutions, 2005. Getting Started Manual Version 4. Neurodimension, Inc.1800 N. Main Street, uite D4, Gainesville, FL 32609.

Shao J and Tu D, 1995. The Jackknife and Bootstrap. Springer, US. 516p.