دومین کنفرانس بین المللی
مهندسی برق، کامپیوتر، مکانیک و هوش مصنوعی
The Second International Conference on Electrical Engineering Computer, Mechanics and Artificial Intelligence

کاربرد هوش مصنوعی در تعیین میزان آبشستگی زیر دراپ‌ها

بهزاد وحدتی
کارشناس سازمان آب و برق خوزستان

چکیده

در صورتی که شیب سطح زمین تندتر از حداکثر شیب مجاز کانال باشد، سازه های دراپی مورد نیاز است. سازه دراپ با افزایش ارتفاع بزرگتر می‌شود و توانایی هیدرولیک آن ممکن است به دلیل تغییرات جت‌های سقوط، بر روی کف حوضه ساکن به دلیل تغییر دبی کاهش یابند. اگر تغییر سطح انرژی بیش از ۱/۵متر باشد، نباید از سازه های دراپی استفاده شود. در این حالت سرریز سقوط آزاد در سازه‌های دراپی به حوضه ساکن برخورد کرده و به سمت پایین دست حرکت می‌کند، در نتیجه سرریزها و تلاطم در حوضچه سبب هدر رفت مقداری انرژی می‌شود و بقیه انرژی در پایین دست کاهش می‌یابد، همچنین این انرژی سبب ایجاد آبشستگی در زیر دراپ‌ها می‌گردد. هدف از این مطالعه بررسی آبشستگی در سازه‌های دراپی بوده و برای این منظور نیز از نرم افزار متلب استفاده شده است. همچنین از شبکه عصبی مصنوعی جهت تعیین میزان آبشستگی به وجود آمده در زیر دراپ‌ها استفاده شده است. نتایج نشان داد که میزان رگسیون آموزش یک به دست آمده و میزان رگسیون تست نیز یک بوده است.

واژگان کلیدی : دراپ، فرسایش، شبکه عصبی مصنوعی، رگسیون

۱- مقدمه

هنگامی که شیب قسمت‌هایی از سیستم انتقال آب از جمله کانال‌ها با شیب محاسبه شده برای بستر کانال مطابقت نداشته باشد یا از شیب مجاز بیشتر باشد، اختلاف جزئی بین دو شیب را می‌توان با خاکبرداری و خاکریزی جبران نموده و به شیب مجاز کانال دست یافت. اما اگر مخارج خاک برداری و خاک ریزی بالا باشد، گزینه‌ی مناسب؛ احداث شیب‌شکن‌های متوالی است (بیرامی، ۱۳۸۴). بنابراین می‌توان گفت شیب‌شکن‌ها سازه‌هایی با ارتفاع کم و هم‌عرض کانال بوده و سبب ایجاد تغییر ارتفاع ناگهانی در بستر کانال و افت تراز سطح آب در پایین‌دست کانال می‌شوند. با قرار دادن شیب‌شکن‌های متوالی در مسیر کانال می‌توان شیب تند مسیر را به شیب ملایم تبدیل نمود. شیب شکن‌ها علاوه بر این که سبب اصلاح شیب کانال می‌شوند، به عنوان کنترل کننده‌ی جریان و مستهلک کننده‌ی انرژی مخرب آن نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند و با کاهش سرعت از ایجاد فرسایش زیاد در پایین‌دست کانال جلوگیری می‌نمایند. از اهداف استفاده از شیب‌شکن‌ها در مسیر جریان می‌توان به :

- استهلاک انرژی
- تثبیت بستر کانال
- کنترل فرسایش دیواره‌های کانال با دور نمودن مسیر جریان از دیواره‌های فرسایشی
- افزایش تراز بستر جریان برای اتصال آن به سیلاب دشت‌ها و تله اندازی رسوب به منظور ایجاد سواحل جدید

اشاره نمود.

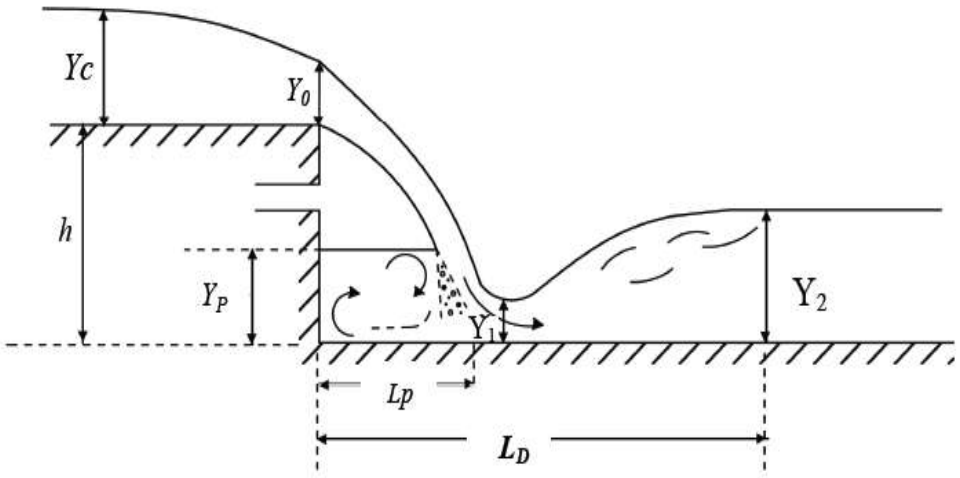
۱-۱- تقسیم بندی شیب شکن‌ها از لحاظ کاربرد

شیب‌شکن‌ها متناسب با اختلاف ارتفاع و دبی جریان و همچنین توپوگرافی منطقه، از لحاظ کاربردی به پنج دسته تقسیم می‌شوند :

- شیب‌شکن‌های قائم
- شیب‌شکن‌های مایل
- شیب‌شکن‌های لوله‌ای
- شیب‌شکن‌های پلکانی
- شیب‌شکن با کف مانع‌دار (بیرامی، ۱۳۸۴).

الف) شیب‌شکن‌های قائم :

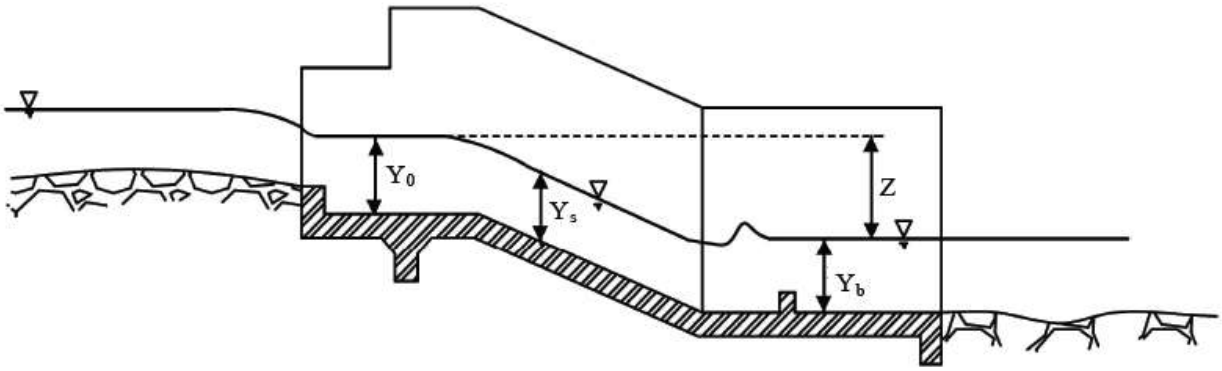
شیب‌شکن‌های قائم در کانال‌های آبیاری، شبکه‌های جمع‌آوری آب و فاضلاب و آبهای سطحی و در سرریزهای پلکانی بـه وفـور مورد استفاده قرار می‌گیرند. معمولا در شیب‌شکن‌های قائم به منظور جلوگیری از ایجاد فشار منفی، از مجاری هوا در دیواره ی قائم شیب‌شکن استفاده می‌شود. این نوع شیب‌شکن برای اختلاف ارتفاع ۱ متر مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۱).



شکل ۱: شیب شکن قایم

شیب‌شکن مایل :

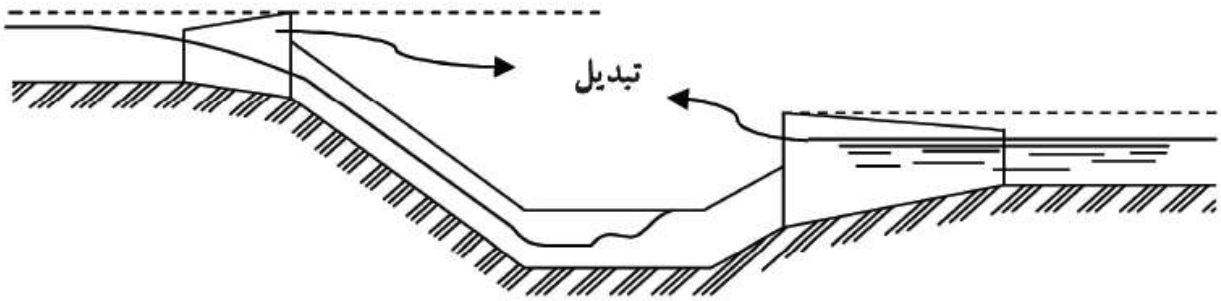
موسسه USBR برای دبی‌های در محدوده ی ۱/۴ تا ۲/۸ مترمکعب بر ثانیه و برای اختلاف ارتفاع تـا ۴/۵ متـر، شـیب‌شـکن مایل با مقطع مستطیلی را پیشنهاد نموده است. این نوع شیب‌شکن‌ها معمولا از تبدیل در ناحیه ی ورودی، شیب مایل، حوضچه‌ی آرامش و تبدیل در انتهای سازه تشکیل می‌شوند (شکل ۲).



شکل ۲ : شیب‌شکن مایل

ج) شیب‌شکن لوله‌ای :

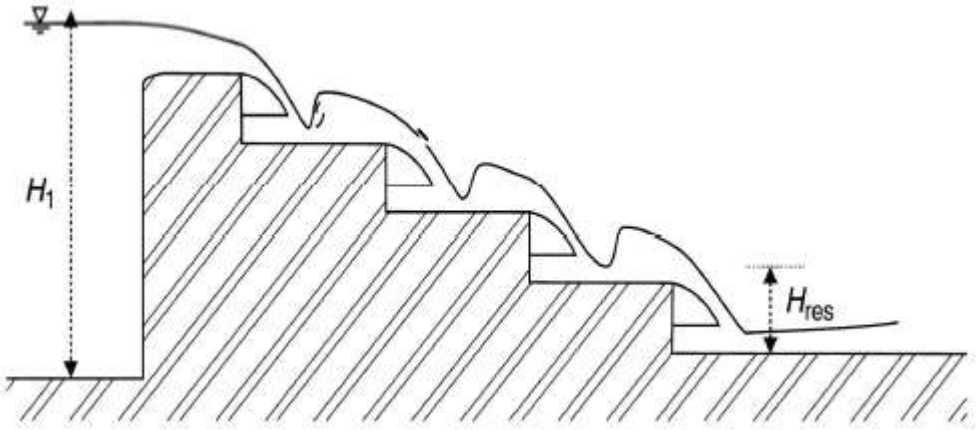
برای دبی‌های کمتر از ۱/۵ متر مکعب بر ثانیه و اختلاف ارتفاع تا ۴/۵ متر از این نوع شیب‌شکن‌ها استفاده می‌شود. در حالت کلی دونوع شیب‌شکن لوله‌ای وجود دارد. از شیب شکن لوله‌ای نوع ۱ ، در مکان‌هایی که امکان بسته شدن مجرا توسط آشغال و مواد معلق موجود در جریان وجود ندارد، استفاده می شود. انتهای این نوع شیب‌شکن با شیب معکوس ساخته می شود. اما شیب-شکن لوله‌ای نوع ۲ ، در کانال‌هایی که امکان انتقال مواد معلق و یا رسوبات وجود دارد، استفاده می‌شود. به منظور جلوگیری از جمع شدن مواد معلق در انتهای شیب شکن، انتهای این نوع شیب‌شکن با شیب معکوس ساخته نمی‌شود (شکل ۳).



شکل ۳ : شیب شکن لوله‌ای

د) شیب‌شکن به صورت سرریز پلکانی :

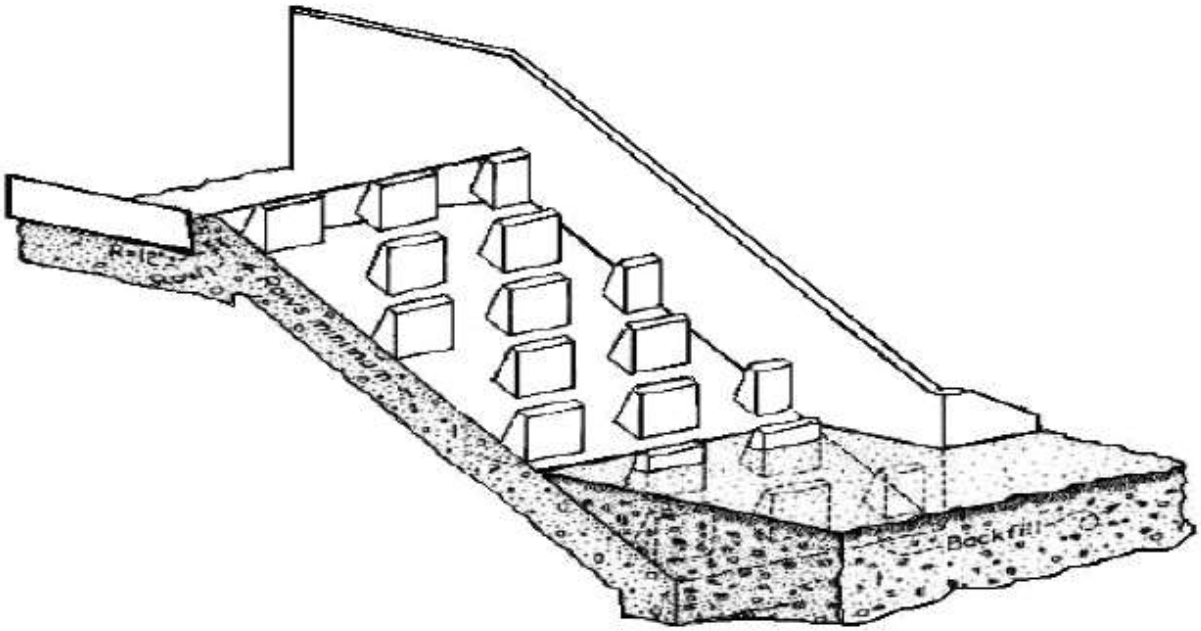
افزایش راندمان استهلاک انرژی جریانی که از سرریزها می‌گذرد، به منظور کاهش فرساش بستر پایین‌دست سرریز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. سرریزهای پلکانی شامل چندین شیب شکن متوالی هستند. متناسب با ارتفاع سرریز، ارتفاعی بین ۳۰ تا ۸۰ سانتیمتر برای این نوع شیب شکن‌ها در نظر گرفته می‌شود (شکل ۴).



شکل ۴ : شیب‌شکن به صورت سرریز پلکانی

ه) شیب‌شکن مایل با کف مانع‌دار:

با ایجاد جریان به صورت تنداب در این شیب‌شکن‌ها و با قرار دادن بلوک‌های بتنی در کف شیب‌شکن مایل، تلاطم و آشفتگی جریان افزایش یافته و سبب استهلاک انرژی قابل ملاحظه‌ای می‌گردد. این بلوک‌ها در کف تنداب‌ها به صورت شطرنجی قرار می‌گیرند. این نوع شیب‌شکن‌ها زمانی که دبی زیاد است، به علت عریض‌تر شدن بلوکها از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیستند و همچنین در مواردی که جریان همراه با مواد معلق و آشغال باشد، موانع سبب انسداد جریان شده در نتیجه شیب‌شکن کارایی خود را از دست می‌دهد (بخشیان، ۱۳۹۰).



شکل ۵ : شیب‌شکن مایل با کف مانع‌دار

در بخش‌های قبل به ارایه توضیحاتی در رابطه با شیب‌شکن‌ها جهت درک بهتر موضوع پرداخته شد، با توجه به کاربرد زیاد این سازه‌ها در طبیعت، در این تحقیق تلاش شده با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به مدل‌سازی داده‌های یک طرح آزمایشگاهی پرداخته شود.

۲- مواد و روش‌ها

در بخش اول به ارایه طرحی که داده‌ها از آن برداشته شده پرداخته و در بخش دوم به معرفی شبکه عصبی مصنوعی پرداخته شده است.

۲-۱- طرح مورد بررسی

در این طرح آزمایشگاهی محققین با در نظر گرفتن دبی، دانه‌بندی در پایین‌دست، عمق پایین‌دست و اختلاف انرژی بالادست و پایین‌دست سازه به بررسی عمق آبشستگی پرداخته‌اند و این پارامترها برای انجام این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته‌اند اما با توجه به محدودیت داده‌های برداشته شده در این تحقیق و با استفاده از درون‌یابی به افزایش داده‌ها پرداخته شده است (رضوی نبوی و همکاران، ۱۳۹۱).

۲-۲- شبکه عصبی مصنوعی

شبکه عصبی پیشخور، یک شبکه عصبی مصنوعی است، که در آن اتصال میان واحدهای تشکیل دهنده آن یک چرخه را تشکیل نمی‌دهند. شبکه عصبی پیشخور اولین و ساده‌ترین نوع شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد. در این شبکه اطلاعات تنها از یک مسیر حرکت می‌کند که جهت آن رو به جلو می‌باشد. در واقع اطلاعات باشروع از گره (نورونهای) ورودی و گذر از لایه‌های پنهان (درصورت وجود) به سمت گره‌های خروجی می‌روند.

در این تحقیق از شبکه پیشخور چند لایه، که محبوب ترین معماری در حال حاضر می‌باشد، استفاده شده است. بدین صورت که شبکه با استفاده از الگوریتم آموزشی پس انتشار خطا آموزش داده شد. این الگوریتم وزن اتصال را با توجه به خطای پس انتشار محاسبه شده بین نتایج مشاهده شده و برآورد شده تنظیم می‌کند. این یک روش یادگیری نظارت شده است که تلاش می‌کند تا خطا بین خروجی‌های مورد نظر و پیش بینی شده را به حداقل برساند.

شبکه مورد استفاده از سه لایه تشکیل شده است:

- یک لایه ورودی
- یک لایه پنهان از پنج نورون
- یک لایه خروجی

به طور کلی در این شبکه مدل سازی در دو مرحله انجام می‌شود :

۱- آزمایش مدل برای کالیبره کردن پارامترهای مدل:

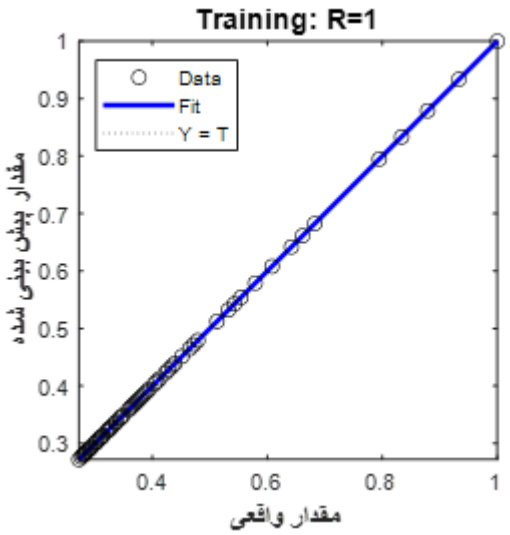
انتخاب تصادفی برای جداسازی یک مجموعه آموزشی (۳/۴ داده‌ها) و یک مجموعه تست مستقل (۱/۴ داده) استفاده شد. این مدل ابتدا با مجموعه آموزشی تنظیم شد و سپس با مجموعه تست برای تعیین بهترین پیکربندی ANN مورد آزمایش قرار گرفت.

۲- استفاده از روش‌های مورد استفاده برای مطالعه سهم متغیرهای مختلف در ورودی بر روی مدل ANN که از قبل کالیبره‌شده (در مرحله اول) با استفاده از کل مجموعه داده‌ها (Gevrey et al, 2003).

۳- نتایج

به منظور آنالیز نتاج آزمایشگاهی و بدست آوردن اطلاعات مناسب از کارکرد این شبکه، سناریویی برای آن تعریف شد و با استفاده از این سناریو داده‌ها مورد مدل‌سازی واقع شدند. با توجه به اینکه این شبکه قابلیت‌های متفاوت داشته به گونه‌ای که می‌توان داده‌ها را از دیدگاه‌های مختلف مورد تحلیل دقیق قرار دهد، هر پژوهشگر براساس دیدگاه خود بر بخشی از نتایج تحلیل‌های خود را متمرکز کرده و نتایج حاصل را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. برای بیان عدم تحلیل همه خروجی‌ها نیز لازم است بیان گردد چون انجام مدل‌سازی بسیار سریع‌تر از آزمایش می‌باشد، معمولا یک سری داده‌ها با روش‌ها و جنبه‌های مختلف سنجیده و نتایج ارایه می‌گردند که دید مناسبی به مهندسین و محققین مربوطه می‌دهد.

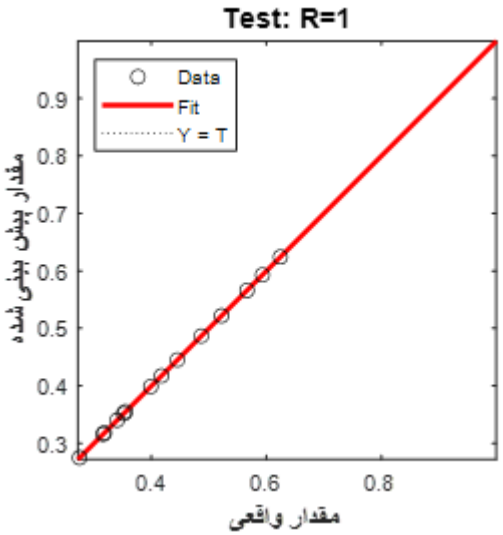
در این بخش نیز با استفاده از ۷۵ درصد از داده‌های آزمایشگاهی و با شبکه عصبی مصنوعی اقدام به مدل‌سازی داده‌ها شد که مقدار رگسیون داده‌های آموزش حاصله در شکل (۶) نشان داده شده است.



شکل ۶ : رگسیون داده‌های آموزش

در شکل (۶) مقدار رگسیون داده‌های آموزش یک به دست آمده و این میزان قدرت پیش‌بینی بهترین حالت بوده و برای محققین بسیار مطلوب می‌باشد.

داده‌های آموزش در یک شبکه و میزان رگسیون آن چندان معتبر جهت تحقیقات آینده نمی‌باشد و لازم است داده‌های تست که ۲۵ درصد کل داده‌ها بوده را به شبکه داد تا میزان یادگیری آن با داده‌های نامشخص سنجیده گردد. براین‌اساس در این مقاله از داده‌های باقیمانده استفاده شد و میزان رگسیون داده‌های تست تعیین شد و در شکل (۷) ارایه گردید.



شکل ۷ : رگسیون داده‌های تست

با بررسی شکل (۷) مقدار رگسیون داده‌های تست همچون داده‌های آموزش یک به دست آمد که نتیجه مطلوب می‌باشد.

طبق نتایج حاصله می‌توان در دید اول بیان کرد که کارکرد این شبکه مطلوب است اما با توجه به اینکه این شبکه با این داده‌ها مواجه نشده پس امکان رگسیون یک یعنی پیش‌بینی صددرصد غیر ممکن است و به طور قطع این شبکه در حین مدل‌سازی ایرادی داشته است.

۴- نتیجه‌گیری

دراپ‌ها از جمله متداول‌ترین سازه های هیدرولیکی مستهلک کننده‌ی انرژی هستند که در شبکه‌های آبیاری و زهکشی، آبراهه‌های فرسایش پذیر، سیستم‌های تصفیه‌ی آب و جمع آوری و دفع فاضلاب استفاده می‌شوند. این سازه‌ها بسیار پراهمیت می‌باشند و لازم است مطالعات در جهت بهبود عملکردشان انجام شود. در راستای مطالعات بر این سازه‌های هیدرولیکی، شبکه عصبی مصنوعی ابزاری توانمند برای تشخیص سریع و دقیق میزان آبشستگی ایجاد شده در زیر دراپ‌هاست. تعداد بسیار زیادی تحقیقات جهانی پیرامون تعیین آبشستگی انجام شده است. اما تحقیقات انجام شده با استفاده از شبکه عصبی در این زمینه کم می‌باشد. براین-اساس در این مقاله با استفاده از پارامترهای موثر بر میزان فرسایش در زیر دراپ‌ها، اقدام به مدل‌سازی داده‌های آزمایشگاهی شده است. برای تعیین میزان اثرگذاری این شبکه مقادیر رگسیون و خطا تعیین گردید و خروجی حاصله نشان داد که کارایی این شبکه بسیار مطلوب است. به گونه‌ای که میزان رگسیون آموزش و تست یک می‌باشد. این نتایج در حالت کلی مطلوب می‌باشد اما به واقع این اعداد نشان از مشکل در مدل‌سازی داشته چون داده‌های ورودی برای شبکه ناآشنا بوده اما به راحتی خود را با آنها وقف داده و براین اساس حتما نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه می‌باشد.

مراجع

۱. بیرامی، م .ک.، سازه های انتقال آب، دانشگاه صنعتی اصفهان، چاپ نهم، ۱۳۸۴.

۲. بخشیان ا. ۱۳۹۰. هیدرولیک جریان در حوضچه‌های آرامش شیب‌شکن‌های قائم مجهز به مستهلک‌کننده‌های شیاری_شبکه‌ای، کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳. رضوی نبوی, شفاعی بجستانی، کاشفی پور. (۱۳۹۱). برآورد عمق آبشستگی در پایین دست سازه‌های شیب شکن. تحقیقات مدیریت کشاورزی.

4. Gevrey, M., Dimopoulos, I., & Lek, S. (2003). Review and comparison of methods to study the contribution of variables in artificial neural network models. *Ecological modelling*, *160*(3), 249-264.