تحلیل حساسیت پایداری سدهای خاکی همگن با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

مجتبی حیدری

عضو هیأت علمی گروه عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه

mojiran@gmail.com

خلاصه

در این تحقیق، حساسیت مقادیر ضریب اطمینان و مشخصات سطح لغزش دایره‌ای بحرانی سدهای خاکی همگن، در شرایط انتهای دوره ساخت، نسبت به تغییرات عوامل موثر ارائه شده است. عوامل موثر، ارتفاع سد، عمق پی، کتانژانت زاویهٔ شیب بالادست و پایین‌دست، عرض تاج، چسبندگی و زاویهٔ اصطکاک داخلی بدنه و پی سد، دانسیتهٔ بدنه و پی سد و ضریب زلزله در نظر گرفته شده و متغیرهای وابسته شامل ضریب اطمینان، مختصات x و y و شعاع دایرهٔ لغزش بحرانی می‌باشد. در این مطالعه، پس از آموزش و آزمایش یک شبکه عصبی بر اساس تحلیل‌های پایداری بوسیله برنامه CA2، برای تعیین چگونگی و مقدار تأثیر ورودی‌ها بر خروجی‌های مساله، ابتدا رابطهٔ کلی حساسیت خروجی نسبت به ورودی برای ضریب اطمینان و مشخصات سطح لغزش بحرانی در سدهای خاکی همگن مبتنی بر شبکهٔ عصبی چند لایهٔ پرسپترون به دست آمده است و این رابطه برای محاسبهٔ حساسیت خروجی‌های شبکه نسبت به ۱۲ متغیر ورودی مورد نظر، در نقاطی که در فضای ورودی به طور تصادفی انتخاب شده‌اند، مورد استفاده قرار گرفته است. در ادامه با تحلیل آماری مقادیر حساسیت‌ها، روندها و قوانین حاکم بر محیط مورد بحث در مورد چگونگی اثر ورودی‌های شبکه بر خروجی‌های آن و نیز اهمیت اثر هر یک از ورودی‌ها بر هر یک از خروجی‌ها استخراج شده است.

کلمات کلیدی: سدخاکی همگن، حساسیت، پایداری، پایان ساخت، شبکهٔ عصبی

مقدمه

از آنجایی‌که شبکه عصبی ابزاری قوی در یادگیری رابطه ناشناخته و پیچیده بین یک فضای ورودی به فضای خروجی است، اما بر خلاف مدل‌های ریاضی به‌خودی‌خود اثر پارامترهای ورودی به خروجی و چگونگی بدست آمدن خروجی را توضیح نمی‌دهد[۱]، به همین دلیل، از آنجایی که اعتبار روش‌های هوش مصنوعی کاملاً بستگی به توضیح نتیجه به‌دست آمده دارد[۲]، مطالعات متعددی بر روی توضیح رابطه حاکم بر محیط یک شبکه عصبی و همچنین چگونگی اثر پارامترهای ورودی بر خروجی انجام شده است. لو و همکاران (۲۰۰۱) مروری بر این روش‌ها کرده‌اند. از جمله روش‌ها می‌توان از استخراج روابط حاکم، از هر کدام از نرون‌های میانی و خروجی با توجه به وزن‌ها و توابع فعالیت هر کدام از آنها [۳]، استفاده از آنالیز PCA[1] [۴]، و استفاده از وزن‌های لایه میانی متصل به هر ورودی [۵] و همچنین استفاده از ترکیب منطق‌فازی با شبکه‌های عصبی برای توضیح قوانین حاکم بر شبکه عصبی آموزش دیده[۶] نام برد. لو و همکاران با بررسی این روش‌ها به این نتیجه رسیدند که اثر هر پارامتر ورودی بر روی متغیرهای خروجی از نظر مقدار و جهت در کـل فضای ورودی قابـل تعیین نیست. ازاین‌رو آنها با روشی مبتنی برآنـالیز آماری مشتق خروجی شبکه نسبت به ورودی (حساسیت خروجی به ورودی)، آنالیز حساسیتی بر روی مسأله بهره‌وری در تولید لوله‌های انتقال انجام دادند و بیان کردند که مطالعه بر روی روابط درون شبکه‌های عصبی به استفاده کننده از آن اطمینان بیشتری به قدرت پیش‌بینی شبکه می‌دهد و همچنین استفاده از این مدل‌ها را در کارهای عملی ومهندسی تسهیل می‌کند[۱]. در این تحقیق ابتدا با استفاده از یک بانک اطلاعاتی نسبتاً بزرگ که شامل ۵۱۵۱ آنالیز پایداری شیب به‌وسیله برنامه تفاضل محدود CA2 می‌باشد[۷]، پیاده‌سازی مدل شبکه عصبی با پس انتشار خطا به‌منظور پیش‌بینی و تحلیل پایداری سدهای خاکی همگن در انتهای دوره ساخت انجام گرفت[۸]. در ادامه، از روابط شبکه برای ضریب اطمینان، مختصات X و Y و شعاع قوس لغزش‌بحرانی، نسبت به هریک از ۱۲ متغیر ورودی (ارتفاع‌سد H_1، عمق‌پی D، کتانژانت‌زاویه شیب‌بالادست $a_1 = \cot g\ \alpha_1$ و پائین‌دست a_2، عرض تاج H_2، چسبندگی C_1 و زاویه اصطکاک داخلی بدنه Phi_1 و پی سد C_2 و Phi_2، دانسیته بدنه Den_1 و پی سد Den_2 و ضریب‌زلزله K)، با استفاده از نرم‌افزار Mathematica 4 مشتق نسبی گـرفته شده و حساسیت خروجی‌های شبکه مورد مطالعه قـرار گرفته است. این مـطالعه مبتنی بر آنالیز آماری مقادیر مشتق نسبی خروجی‌های شبکه نسبت به ورودی‌های موردنظر در ۱۰۰۰ نقطه واقع در فضای ۱۲ بعدی ورودی‌های مورد بحث می‌باشد. این نقاط به‌طور تصادفی با تابع توزیع یکنواخت در این فضا انتخاب شده‌اند.

[1] Principal Component Analysis