

کاربرد نظریه آشوب در تحلیل فرآیند بارش - رواناب

مسعود انیس حسینی^۱، محمد ذاکر مشفق^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی رودخانه - دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول

۲- استادیار گروه مهندسی عمران - دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول

moshfegh@jsu.ac.ir

خلاصه

نظریه آشوب از جمله روش‌های تحلیل غیرخطی است که به دنبال تعیین پذیری رفتار تصادف گونه فرآیندهاست. در این پژوهش با توجه به رفتار فرآیند بارش - رواناب حوضه رودخانه کشکان، از روش‌های تئوری آشوب شامل توان لیاپانوف و بعد همبستگی برای تحلیل آن استفاده شده است. توان لیاپانوف از جمله روش‌های تحلیل آشوبی سیستم است که حساسیت به شرایط اولیه را به عنوان یکی از مشخصات اصلی آشوب می‌سنجد و در عین حال معیاری از پیش‌بینی پذیری رفتار سیستم در نظر گرفته می‌شود. بعد همبستگی نیز تخمینی از بعد فراکتالی سیستم خواهد بود و بیان کننده رفتار آشوبناک سیستم است. در این پژوهش، نتیجه‌ی روش بعد همبستگی در کنار توان مثبت لیاپانوفی که به دست آمد، از شواهد وجود آشوب در سری زمانی دبی رودخانه کشکان بودند که با توجه به این یافته‌ها، شرایط برای پیش‌بینی رفتار فرآیند بارش - رواناب در این حوضه با استفاده از روش‌های نظریه آشوب، مناسب تلقی می‌شود.

کلمات کلیدی: نظریه آشوب، توان لیاپانوف، بعد همبستگی، رودخانه کشکان

۱. مقدمه

گرایش به ساده‌سازی مدل‌ها برای سیستم‌های پیچیده، مطالعات را به سمت استفاده از نظریه آشوب در هیدرولوژی سوق داده است. مدل‌های رایج در هیدرولوژی و مهندسی آب به دلیل پیچیدگی‌های موجود در فرآیندها، اغلب در طی مراحل پیشرفت خود، به سمت تعداد پارامترهای بیشتر حرکت می‌کنند و این روند، واسنجی آن‌ها را دشوار می‌کند. از این رو، محققین راه مناسب را در این دیده‌اند که برای رفتارهای ظاهراً تصادفی مشاهده شده در فرآیندها، مدل ساده‌ای پیدا کنند که با دقت قابل قبولی دینامیک سیستم را شبیه‌سازی کند. یکی از این راهکارها، استفاده از روش‌های غیر خطی مبتنی بر نظریه آشوب است که برای استفاده از این روش‌ها، باید شواهد کافی از رفتار آشوبناک در یک فرآیند موجود باشد. رفتار آشوبناک، رفتاری حساس به شرایط اولیه است که در ورای ظاهر تصادف گونه آن، یک تعیین‌پذیری نهفته است. هدف نظریه آشوب، آشکار کردن این تعیین‌پذیری است. روش‌های مبتنی بر این نظریه، از بازسازی فضای فاز برای شبیه‌سازی دینامیک سیستم استفاده می‌کنند. مختصات در فضای فاز، مقادیر سری زمانی است که با تأخیرهای مساوی و به تعداد بُعد تعبیه در برابر هم رسم می‌شوند و روند دینامیکی سیستم را آشکار می‌سازند. نمودار روند دینامیکی، جاذب نام دارد که برای اثبات تعیین‌پذیری سیستم، فراکتالی بودن آن، باید محرز گردد. این کار از طریق تخمین بعد فراکتالی سیستم ممکن است.

نظریه آشوب با تحقیقات ادوارد لورنز (۱۹۶۳) در مورد حساسیت به شرایط اولیه در یک مدل پیش‌بینی هواشناسی، وارد مباحث تحلیل سیستم‌های طبیعی شد و کاربرد آن در گستره‌ای وسیع از رشته‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. در تحلیل فرآیندهای هیدرولوژی برای اولین بار توسط هنس (۱۹۸۷) برای تحلیل سری زمانی بارش از اصول این نظریه استفاده شد. ویلکو کس و همکاران (۱۹۹۰) از جمله اولین کسانی بودند که رفتار آشوبی را در دبی جریان حاصل از ذوب برف در حوضه کوهستان رینولدز در آمریکا بررسی کردند. در مطالعه‌ی ایشان نشانه‌ای از وجود آشوب، حتی با درجه‌ی کم پیدا نشد. اما پس از آن، جایاواردنا و لی (۱۹۹۴) در تحقیق خود در سری زمانی دبی رودخانه‌ای در هنگ کنگ رفتار آشوبناک مشاهده

۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی رودخانه - دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول

۲ استادیار گروه مهندسی عمران - دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول