



زمون جامع پژوهشی ۲ دکترا
مهندسی عمران - مدیریت منابع آب
دانشگاه صنعتی اصفهان | دانشکده مهندسی عمران

توسعه شاخص ترکیبی ریسک سیلاب تحت اثر سناریوهای اقلیمی بر مبنای پیش بینی با یادگیری ماشین

مرضیه خواجه علی

(ورودی سال ۹۸)

مکان: سمینار ۳ دانشکده مهندسی عمران

چهارشنبه، ۹ آبان ۱۴۰۳ - ساعت ۱۳:۰۰ الی ۱۵:۰۰

کمیته دفاع:

دکتر ناصر طالب بیدختی

دکتر محمدحسین گل محمدی

استاد راهنما:

دکتر حمیدرضا صفوی

دکتر محمدرضا نیکو

استاد مشاور:

دکتر محمدرضا نجفی

چکیده:

سیلاب یکی از مهم ترین و مخرب ترین مخاطرات طبیعی است که سالانه امنیت جانی، اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و روانی ساکنین زمین را به خطر می اندازد. الگوی رفتاری این پدیده در سال های اخیر در اثر عوامل بسیاری همچون تغییرات اقلیم دستخوش تغییرات شده است. بنابراین پیش بینی سیلاب و ارزیابی ریسک این پدیده تحت عامل ناپایداری هم چون تغییر اقلیم می تواند نقشی حیاتی در بسیاری از ابعاد زندگی ایفا کند. به همین منظور در این مطالعه به ارزیابی دو هدف مهم شامل پیش بینی سیلاب و ارزیابی ریسک سیلاب در حوضه آبریز رودخانه ی کن واقع در شمال استان تهران به عنوان مطالعه ی موردی پرداخته شده است. این حوضه به دلیل داشتن موقعیت و شرایط خاص یکی از حوضه های مهم و بحرانی برای مطالعه ی رفتار سیلاب محسوب می شود. در فاز اول این مطالعه یک چارچوب جدید همجوشی برای پیش بینی سیلاب بر اساس مدل های یادگیری ماشین، مدل های آماری و زمین آماری معرفی شده است. بدین منظور در ابتدا یک مدل یادگیری ماشین به منظور پر کردن شکاف داده های مشاهداتی زمینی دوره تاریخی بر اساس داده های بارش سنجش از راه دور شامل CHIRPS، ERA5 و PERSIANN-CDR مورد استفاده قرار گرفت. سپس چهار مدل یادگیری ماشین، از جمله جنگل تصادفی، پرسپترون چند لایه، ماشین بردار پشتیبان و ماشین یادگیری افراطی، به منظور شبیه سازی جریان روزانه در مقیاس بلند مدت توسعه داده شده است. در مرحله بعد سه مدل ترکیبی، از جمله جنگل تصادفی، میانگین گیری مدل بیزی، و حداکثر آنتروپی

بیزی، برای ترکیب خروجی‌های مدل‌های یادگیری ماشین منفرد گام قبل و به منظور بهبود نتایج به خصوص در پیش‌بینی گام‌های زمانی دورتر استفاده شده است. چارچوب پیشنهادی همچنین برای ریزمقیاس‌نمایی متغیرهای بارش روزانه‌ی سه مدل گردش عمومی آب و هوایی (GCMs) تحت دو سناریوی انتشار اجرا شده است. نتایج این گام نشان داد که مدل‌های منفرد عملکرد ضعیفی را به‌ویژه در پیش‌بینی جریان روزانه‌ی گام‌های زمانی دور نشان می‌دهند، بنابراین لازم است از یک تکنیک همجوشی برای بهبود نتایج استفاده شود. هم‌چنین در این گام مدل جنگل تصادفی کارایی بالایی را در مرحله همجوشی در مقایسه با سایر مدل‌های مبتنی بر همجوشی نشان داده است. از طرفی این تکنیک همچنین عملکرد موثری در ریزمقیاس‌نمایی داده‌های بارش روزانه GCM ها نشان داده است. در گام دوم پژوهش، ریسک سیلاب منطقه مورد مطالعه تحت مدل‌ها و سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر اساس دیدگاه کاپیولا ارزیابی شده است. همانطور که میدانیم سیلاب یک رویداد ذاتاً چند بعدی است و نیاز به تجزیه و تحلیل عوامل متعدد دارد. تحقیقات سنتی اغلب از یک چارچوب دو متغیره با تکیه بر داده‌های تاریخی استفاده می‌کنند، حال آن‌که رویکرد دو متغیره‌ی سیلاب می‌تواند به کاهش دقت تخمین منجر شود، کم‌این که انتظار می‌رود تغییرات اقلیم بر تجزیه و تحلیل فرکانس سیل و طراحی سیستم سیل در آینده تأثیر بگذارد. بنابراین گام دوم این مطالعه به ارزیابی تغییرات پیش‌بینی شده در سه ویژگی مهم سیل شامل تداوم، حجم سیلاب و دبی حداکثر جریان و دوره بازگشت‌های مشترک سیلاب با استفاده از توابع مفصل بر اساس هشت مدل گردش عمومی ریزمقیاس‌نمایی شده پرداخته است. در این فاز مطالعه تجزیه و تحلیل بر اساس دو سناریوی انتشار شامل SSP2-4.5 و SSP5-8.5 برای سه دوره‌ی ۳۱ ساله شامل آینده دور (۲۰۷۰-۲۱۰۰)، آینده میان مدت (۲۰۴۰-۲۰۷۰) و تاریخی (۱۹۸۲-۲۰۱۲) صورت گرفته است. در این گام خروجی‌های بارش و دمای حداقل و حداکثر مدل‌های تغییر اقلیم ریزمقیاس‌نمایی شده به عنوان پیش‌بینی‌کننده‌های مدل یادگیری ماشین فاز اول برای شبیه‌سازی جریان روزانه استفاده شده‌اند. سپس، یک چارچوب سه متغیره مبتنی بر توابع مفصل، رویدادهای سیل را به صورت سه متغیره در حوضه‌ی اشاره شده ارزیابی کرده است. این تحلیل‌ها با استفاده از کاپیولای ارشمیدسی سلسله‌مراتبی در سه ساختار شامل کاپیولای متقارن، همگن نامتقارن و ناهمگن نامتقارن ارائه شده است و در نهایت عملکرد آن‌ها در تخمین فرکانس‌های سیل مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که کاپیولای نامتقارن ناهمگن انعطاف‌پذیری بیشتری را برای گرفتن درجات مختلف عدم تقارن در بخش‌های مختلف توزیع ارائه می‌دهد که منجر به نتایج مدل‌سازی دقیق‌تر در مقایسه با کاپیولاهای متقارن و نامتقارن همگن می‌شود. هم‌چنین تحلیل فراوانی سیلاب با استفاده از حالات عطفی و فصلی با در نظرگیری ترکیبات سه و دو متغیره از ویژگی‌های سیلاب انجام گرفته است و نتایج در گام‌های زمانی مختلف با هم مقایسه شده است. خروجی نشان می‌دهد که تغییرات اقلیم می‌تواند بر دوره‌های بازگشت مشترک سه متغیره، به‌ویژه در آینده دور، تأثیر بگذارد. به عبارت دیگر، فراوانی سیل ممکن است در آینده دور نسبت به دوره میان مدت آینده و دوره تاریخی افزایش یابد. این نشان می‌دهد که انتظار می‌رود ویژگی‌های سیلاب در آینده با تأثیر از تغییرات اقلیم رفتار غیر ایستایی در راستای تشدید از خود نشان دهند.