



جلسه دفاع دکترا

مهندسی عمران - مهندسی و مدیریت منابع آب
دانشگاه صنعتی اصفهان | دانشکده مهندسی عمران

تحلیل رواناب‌ها و خشکسالی‌های هیدرولوژیک در حوضه بالادست سد زاینده‌رود با رویکردهای فازی و ماتریس احتمالات رتبه‌ای

محمد مهدی درافشان
(ورودی سال ۹۸)

مکان: سمینار ۳ دانشکده مهندسی عمران

سه شنبه، ۱۵ مهر ۱۴۰۴ - ساعت ۱۳ الی ۱۶

استاد راهنما:

دکتر محمدحسین گل محمدی

اساتید مشاور:

دکتر کارلو دی میکله

دکتر کیوان اصغری

کمیته دفاع:

دکتر حمیدرضا صفوی

دکتر جهانگیر عابدی کوپایی

دکتر رسول میرعباسی (دانشگاه شهرکرد)

دکتر سیما بهزادی (نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده)

دکتر منوچهر حیدرپور (ناظر جلسه)

چکیده:

این مطالعه به پیچیدگی‌های ذاتی و ماهیت تصادفی پدیده‌های هیدرولوژیکی، به ویژه رواناب‌ها و خشکسالی‌های ناشی از آن می‌پردازد. با توجه به اینکه فرآیندهای فیزیکی اساسی و تعاملات حاکم بر این پدیده‌ها به طور کامل درک نشده‌اند و مدل‌های ریاضی قابل اعتمادی در حال حاضر در این حوزه وجود ندارند، این مطالعه بر اساس روش‌های آماری و نظریه احتمال که به طور گسترده استفاده می‌شوند، برای توصیف چنین رویدادهایی بنا شده است. به طور خاص، این مطالعه بر ارزیابی جریان ورودی به سد زاینده رود و خشکسالی‌های ناشی از این جریان‌ها در حوضه بالادست سد زاینده رود در اصفهان تمرکز دارد. برای دستیابی به این هدف جامع، این مطالعه مدل‌های مناسب‌تر و کارآمدتری را در چهار مرحله مجزا ارائه و اعمال می‌کند. مرحله اول، به مدل‌سازی رواناب‌های ورودی به سد زاینده رود اختصاص دارد. یک مدل مارکوف فازی برای غلبه بر محدودیت‌های ذاتی مدل مارکوف متداول در زمینه مدل‌سازی جریان رودخانه معرفی شد. کارایی و اثربخشی برتر مدل مارکوف فازی از طریق هشت مثال نظری به طور دقیق نشان داده شد. علاوه بر این، کاربرپذیری آن از طریق یک مطالعه موردی با تمرکز بر جریان ورودی ماهانه به سد زاینده رود تأیید شد. مدل مارکوف فازی پیش‌بینی ملموس‌تر و دقیق‌تری ارائه داد که نشان می‌دهد محتمل‌ترین وضعیت آینده، جریان ورودی متوسط (جریان بین ۱۱/۱ تا ۲۴/۲ متر مکعب بر ثانیه) با حداکثر احتمال ۰/۵۳ خواهد بود. در مقابل، مدل مارکوف متداول ضعف قابل توجهی در عدم توانایی در تمایز مؤثر احتمالات تحت شرایط هیدرولوژیکی مختلف نشان داد و احتمال یکسانی (۰/۳۳) را به هر سه حالت جریان ورودی (جریان کم: کمتر از ۱۱/۱ متر مکعب بر ثانیه، جریان متوسط و جریان زیاد: بیشتر از ۲۴/۲ متر مکعب بر ثانیه) اختصاص داد. مرحله دوم مطالعه بر ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک مرتبط با دسترسی به

جریان ورودی سد زاینده رود تمرکز دارد. این ارزیابی دو دوره اصلی را پوشش می‌دهد: دوره تاریخی (۱۸-۲۰۱۹) و یک دوره آینده (۲۰۲۵-۲۰۵۳) که تحت سه سناریوی اقلیمی متمایز (SSP1-2.6، SSP2-4.5 و SSP5-8.5) ارزیابی شدند. این چهار دوره زمانی متمایز (تاریخی و سه سناریوی اقلیمی آینده) به عنوان گزینه‌های ارزیابی در نظر گرفته شدند. در این ارزیابی از سه شاخص عملکرد (قابلیت اطمینان، تاب‌آوری و آسیب‌پذیری) به عنوان معیار استفاده شد. در چارچوب ماتریس احتمالات رتبه‌ای، ارزیابی با استفاده از روش‌های شاخص ریسک رواناب و روش‌های رتبه‌بندی ریسک رواناب انجام شد. همچنین رویکردهای ذهنی، عینی و ترکیبی برای وزن‌دهی به این معیارها به کار گرفته شد. نتایج نشان داد که معیار تاب‌آوری، بیشترین وزن را در تمام دوره‌های زمانی داشته است. این یافته بر اهمیت حیاتی تاب‌آوری در مدیریت سیستم سد زاینده رود به ویژه در مواجهه با شرایط تغییر اقلیم تأکید می‌کند. بر اساس ماتریس احتمالات رتبه‌ای، نتیجه می‌شود که ریسک رواناب در دوره تاریخی در مقایسه با دوره آینده بیشتر ارزیابی شده است. در مرحله سوم این مطالعه، که تمرکز بر خشکسالی‌های هیدرولوژیکی ناشی از رواناب‌ها است، هدف ارائه چارچوبی جدید برای ارزیابی سلامت (یا ریسک) منابع آب سطحی در طول خشکسالی در حوضه مورد مطالعه بود. چارچوب نوآورانه و توسعه‌یافته در این مرحله، شاخص رواناب استاندارد چند متغیره اصلاح‌شده را با مفاهیم اساسی قابلیت اطمینان، تاب‌آوری و آسیب‌پذیری ترکیب می‌کند. در این ارزیابی از هر دو روش متداول و فازی استفاده شد. یک روش‌شناسی قابل توجه، ایجاد روشی برای تنظیم خودکار پارامترهای تابع عضویت فازی بود. این تنظیم به صورت پویا بر اساس شرایط خشکسالی واقعی مشاهده‌شده در حوضه انجام شد. نتایج به وضوح نشان داد که روش فازی خودکار عملکرد بهتری در شناسایی شدت خشکسالی نشان داده و در نتیجه در تعیین کمیت سلامت منابع آب سطحی حوضه در شرایط خشکسالی مؤثرتر بوده است. هنگام استفاده از روش متداول برای طبقه‌بندی، سلامت (یا ریسک) حوضه به طور مداوم برای دوره‌های تاریخی و آینده به عنوان "ناسالم (ریسک زیاد)" ارزیابی شد. در مقابل، روش فازی خودکار، دیدگاهی متفاوت و دقیق‌تری ارائه داد و سلامت حوضه را برای هر دو دوره تاریخی و آینده به عنوان "متوسط سلامتی (متوسط ریسک)" طبقه‌بندی کرد. مرحله نهایی بر ارزیابی جامع ریسک خشکسالی هیدرولوژیکی متمرکز بود. این ارزیابی بر اساس ماتریس احتمالات رتبه‌ای، به طور خاص با در نظر گرفتن دوره‌های بازگشت دو متغیره (توأم و مشروط) در هر دو دوره تاریخی و آینده انجام شد. این ارزیابی با تعریف شش سناریوی ریسک متمایز، ساختاری جامع یافت. در این مرحله، توابع مفصل‌تی-استیودنت و جو به ترتیب برای مدل‌سازی توزیع‌های توأم در دوره تاریخی و آینده مناسب شناسایی شد. در تمام سناریوهای ارزیابی شده در دوره‌های بازگشت توأم و مشروط، ریسک جامع خشکسالی در دوره تاریخی کمترین و در دوره آینده بیشترین مقدار را نشان می‌دهد. این مطالعه با ارائه مدل‌ها و چارچوب‌های پیشرفته، ابزارهای دقیق‌تری برای مدیریت منابع آب به ویژه تحت تأثیر تغییرات اقلیمی فراهم می‌کند.