

پیش‌بینی خشکسالی با استفاده از شاخص
SPI و EDI با استفاده از مدل برنامه‌نویسی
ژنتیکی - موجکی

مهندس سید محمدرضا هاشمی

مهندس سوده قبادی خسرو

سرشناسه	:	هاشمی، سید محمدرضا، ۱۳۷۱ -
عنوان و نام پدیدآور	:	پیش‌بینی خشکسالی با استفاده از شاخص SPI و EDI با استفاده از مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی - موجکی/سیدمحمدرضا هاشمی، سوده قبادی‌خسرو.
مشخصات نشر	:	تهران: آرنا، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	:	۱۵۰ص.
شابک	:	978-600-356-664-4
وضعیت فهرست نویسی	:	فیا
موضوع	:	پیش‌بینی خشکسالی -- داده‌پردازی
موضوع	:	Drought forecasting -- Data processing
موضوع	:	خشکسالی -- ایران -- روش‌های آماری
موضوع	:	Droughts -- Iran-- Statistical methods
شناسه افزودن	:	قبادی‌خسرو، سوده، ۱۳۶۶ -
رده بندی کنگره	:	۱۳۹۶ ۳۸/۹۳۹QC /الف
رده بندی دیویی	:	۱۴۰۹۵۵/۳۳۸
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۹۴۹۸۱۴



عنوان	:	پیش‌بینی خشکسالی با استفاده از شاخص SPI و EDI با استفاده از مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی موجکی
مؤلفین	:	مهندس سید محمدرضا هاشمی - مهندس سوده قبادی‌خسرو
ویراستار	:	مهندس سید مهدی هاشمی
ترسیم اشکال	:	زهرا بارانی - سپیده حیدری
ناشر	:	آرنا
چاپ	:	اول ۱۳۹۶
شمارگان	:	۱۰۰۰ نسخه قیمت: ۱۴۰۰۰ تومان
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۳۵۶-۶۶۴-۴

www.arnapub.com

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ و هرگونه تکثیر و نوشتن از روی این کتاب بدون اجازه کتبی از مؤلفین ممنوع می‌باشد و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

مقدمه مؤلف

خشکسالی پدیده‌ای است که در اثر نوسانات اقلیمی به وجود می‌آید. این پدیده بایستی در مقایسه با شرایط اقلیمی و هیدرولوژیکی متوسط در درازمدت مورد ارزیابی قرار گیرد. بنابراین شناخت آن به منظور مدیریت بهینه‌ی منابع آب از اهمیت بسزایی برخوردار است. از موثرترین عوامل در تدوین طرح‌های مقابله با خشکسالی و مدیریت آن، طراحی سیستم‌های پیش‌بینی خشکسالی است که بتوان اثرات مخرب ناشی از آن را به حداقل رساند. جهت سنجش و کمی‌سازی خشکسالی از شاخص‌های مختلفی استفاده می‌گردد. در این پژوهش از اطلاعات بارش مربوط به دو حوضه، واقع در استان‌های همدان و لرستان برای محاسبه‌ی شاخص‌های SPI و EDI که از جمله شاخص‌های پرکاربرد در زمینه‌ی پایش خشکسالی می‌باشند، مورد استفاده قرار گرفته‌است. شاخص‌های محاسبه‌شده به عنوان ورودی‌های مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی و مدل ترکیبی برنامه‌نویسی ژنتیکی - موجکی برای پیش‌بینی خشکسالی مورد استفاده قرار گرفتند. ضریب تبیین در مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی برای شاخص EDI در بهترین حالت ۰/۹۷ و برای مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی - موجکی ۰/۹۹ بدست آمده‌است. همچنین ضریب تبیین در مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی برای شاخص SPI در بهترین حالت ۰/۸۵ و برای مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی - موجکی در بهترین حالت ۰/۹۲ بدست آمده‌است. نتایج بدست آمده از پژوهش بیانگر آن است که استفاده از مدل ترکیبی برنامه‌نویسی ژنتیکی - موجکی نسبت به مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی دارای برتری و از دقت بالایی برخوردار بوده‌است. دلیل این برتری نیز رصد نمودن تغییرات بلندمدت و کوتاه‌مدت سری زمانی توسط مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی - موجکی می‌باشد. همچنین مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی - موجکی توانایی بهتری در رصد نمودن نقاط بیشینه سری زمانی نسبت به مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی دارا می‌باشد.

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول: کلیات پژوهش	۱۷
۱-۱ مقدمه	۱۹
۱-۲ بیان مسئله	۲۲
۱-۳ اهداف پژوهش	۲۴
۱-۴ روش‌شناسی	۲۵
۱-۵ چهارچوب نظری	۲۶
۱-۶ ساختار پایان‌نامه	۲۸
فصل دوم: مروری بر ادبیات و پیشینه پژوهش	۲۹
۲-۱ مروری بر شاخص‌های خشکسالی	۳۱
۲-۲ مروری بر روش‌های مدل‌سازی در زمینه پیش‌بینی خشکسالی	۴۲
۲-۲-۱ کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی خشکسالی	۴۴
۲-۲-۲ کاربرد برنامه‌نویسی ژنتیکی در مسائل هیدرولوژی	۵۰
۲-۲-۳ کاربرد آنالیز موجک در مدل‌سازی هوش مصنوعی	۵۲
۲-۲-۴ مدل‌های ترکیبی در پیش‌بینی خشکسالی	۵۳
۲-۳ نوآوری پایان‌نامه	۵۷
فصل سوم: مواد و روش‌ها	۵۹
۳-۱ کلیات	۶۱
۳-۲ شاخص بارش استاندارد	۶۱
۳-۳ شاخص خشکسالی موثر	۶۵
۳-۳-۱ محاسبه بارش موثر روزانه	۶۶
۳-۳-۲ محاسبه میانگین بارش موثر روزانه	۶۷
۳-۳-۳ محاسبه انحراف از EP از MEP	۶۷
۳-۳-۴ محاسبه بارندگی موردنیاز برای برگشت به شرایط نرمال روزانه	۶۸
۳-۴ برنامه‌نویسی ژنتیکی	۷۰

۷۱	۳-۴-۱ محاسبات تکاملی
۷۳	۳-۴-۲ اصول کلی برنامه‌نویسی ژنتیکی
۷۴	۳-۴-۳ تفاوت‌های برنامه‌نویسی ژنتیکی و الگوریتم ژنتیکی
۷۶	۳-۴-۴ معماری برنامه‌نویسی ژنتیکی
۷۸	۳-۴-۵ اپراتورهای برنامه‌نویسی ژنتیکی
۸۰	۳-۵ تبدیل موجک
۸۰	۳-۵-۱ پیشینه پیدایش تبدیل موجک
۸۱	۳-۵-۲ اهمیت تبدیل موجک
۸۲	۳-۵-۳ تبدیل پیوسته موجک
۸۳	۳-۵-۴ تبدیل گسسته موجک
۸۵	۳-۵-۵ توابع موجک مادر
۸۸	۳-۵-۶ پردازش سیگنال با تبدیل موجک
۸۹	۳-۶ برنامه‌نویسی ژنتیکی - رجکی
۹۱	۳-۷ معرفی نرم‌افزارهای مورد استفاده
۹۱	۳-۷-۱ نرم‌افزار C/N E/P/O TOOLS
۹۲	۳-۷-۱-۱ نحوه‌ی واردسازی داده‌ها
۹۳	۳-۷-۱-۲ پایگاه توابع و تنظیمات
۹۴	۳-۷-۱-۳ توابع برازش
۹۵	۳-۷-۲ نرم‌افزار DIC
۹۷	فصل چهارم: معرفی حوضه‌ی مورد مطالعه و گردآوری اطلاعات
۹۹	۴-۱ کلیات
۹۹	۴-۲ حوضه‌ی دورود - بروجرد
۹۹	۴-۲-۱ معرفی حوضه‌ی دورود - بروجرد
۱۰۰	۴-۲-۲ داده‌های هیدرولوژیکی حوضه‌ی دورود - بروجرد
۱۰۴	۴-۳ حوضه‌ی دشت بهار - همدان
۱۰۴	۴-۳-۱ معرفی حوضه‌ی دشت بهار - همدان
۱۰۵	۴-۳-۲ داده‌های هیدرولوژیکی حوضه‌ی دشت بهار - همدان
۱۱۰	فصل پنجم: نتایج و بحث
۱۱۳	۵-۱ کلیات
۱۱۳	۵-۲ نتایج مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی

۱۲۱	۳-۵ نتایج مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی - موجکی
۱۲۹	پیوست
۱۳۴	واژه‌نامه
۱۳۷	منابع

فهرست جدول‌ها

۶۲	۳-۱ جدول طبقه‌بندی خشکسالی بر اساس شاخص SPI
۶۵	۳-۲ جدول مقادیر ضرایب ثبت فرسوزهای محاسبه SPI
۷۰	۳-۳ جدول طبقه‌بندی خشکسالی بر اساس شاخص EDI
۷۲	۳-۴ جدول الگوریتم محاسبات تکامل
۷۵	۳-۵ جدول ارزیابی تفاوت‌های ساختاری برنامه‌نویسی ژنتیکی و الگوریتم ژنتیکی
۹۴	۶-۳ جدول انواع توابع پرازش
۱۰۱	۴-۱ جدول داده‌های آماری شاخص‌های خشکسالی
۱۰۵	۴-۲ جدول مشخصات جغرافیایی دشت بهار - همدان
۱۰۶	۴-۳ جدول داده‌های آماری شاخص‌های خشکسالی
۱۱۵	۵-۱ جدول متغیرهای ورودی به مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی
۱۱۶	۵-۲ جدول پارامترها و تنظیمات مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی
۱۱۶	۵-۳ جدول روابط ساختاری برای پایش خشکسالی با مدل GP
۱۱۷	۵-۴ جدول نتایج شاخص SPI با مقیاس زمانی شش ماهه برای مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی
۱۱۷	۵-۵ جدول نتایج شاخص SPI با مقیاس زمانی ۱۲ ماهه برای مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی
۱۱۸	۵-۶ جدول نتایج شاخص EDI برای مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی
۱۲۳	۵-۷ جدول نتایج شاخص EDI برای موجک Dmey
۱۲۳	۵-۸ جدول نتایج شاخص SPI با مقیاس زمانی شش ماهه برای مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی - موجکی
۱۲۴	۵-۹ جدول نتایج شاخص SPI با مقیاس زمانی ۱۲ ماهه برای مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی - موجکی

در سراسر تاریخ بشر دسترسی مطمئن به آب یک شرط اولیه و اساسی برای توسعه اجتماعی، اقتصادی و پایداری فرهنگ و تمدن بوده است. به گفته آب‌شناسان، آب دیگر یک کالای فراوان و فاقد ارزش اقتصادی نیست، بلکه یک کالای بدون جایگزین و با ارزش اقتصادی زیاد در همه‌ی زمینه‌های مصرف می‌باشد. موضوع منابع آب به عنوان یک موضوع بااهمیت در صحنه‌ی سیاست داخلی کشورها به ویژه در مناطق خشک و کم آب جهان از دیرباز همواره مطرح بوده و هم‌اکنون نیز اهمیت خود را حفظ کرده است. اما می‌توان گفت نکته‌ای که باعث افزایش اهتمام به منابع آب شده، اهمیت فزاینده مسئله محیط زیست در طی دهه‌های اخیر به ویژه از اواخر دهه ۱۹۸۰ و انتشار گزارش براتون، برگزاری کنفرانس محیط زیست و توسعه سازمان ملل و به دنبال آن برگزاری و تشکیل کنفرانس‌های جهانی بحران و مدیریت آب و موج عظیم کنوانسیون‌ها، پروتکل‌ها و قراردادهای جهانی از سوی جامعه بین‌الملل می‌باشد.

در جهان امروز عواملی همچون افزایش چشمگیر جمعیت کره زمین و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع محیط زیست برای تامین نیازهای اقتصادی، تاثیر خالص خود را در رابطه با منابع آب برجای گذاشته است. به‌طوری‌که مسائل مربوط به بحران و مدیریت آب، دیدگاه سازمان ملل متحد پس از مشکل جمعیت به عنوان دومین مسئله اصلی جهان شناخته شده است. باید توجه داشت که امکان افزایش منابع آب شیرین جهان و حل این بحران وجود ندارد، تنها کاری که می‌توان کرد، بهبود روش‌های استفاده از آن است (بیران و هنریخش، ۱۳۸۶). امروزه آب‌شناسان و حتی سیاستمداران کشورهای مختلف جهان یقین دارند که نحوه استفاده از منابع آب دنیا و چگونگی مصرف بهینه و مشترک از منابع آب شیرین موجود در جهان که هم محدود و آسیب‌پذیر و هم عامل اصلی زندگی، توسعه و محیط است، می‌تواند تعیین‌کننده وضعیت جنگ

یا صلح در عصر حاضر باشد. به‌طوری‌که شرکت‌کنندگان در دومین کنفرانس آب در مارس ۱۹۹۴ در کشور هلند تقسیم آب در دنیا را تقسیم حیات خواندند.

بحران آب علیرغم فراگیر بودن آن، شاید در هیچ جای دیگری به اندازه خاورمیانه ابعاد سیاسی - امنیتی نیافته‌است. کمبود طبیعی، توزیع نامتوازن، اشتراکی و بی‌جایگزین بودن منابع آب در کنار مسائلی نظیر افزایش بی‌رویه جمعیت و مصارف آبی در کشورهای خاورمیانه، اقتصاد متکی بر کشاورزی، سوء مدیریت کلی و جمعی و تخصیصات، ارضی، مرزی، قومی و ایدئولوژیکی این کشورها و فقدان قوانین بین‌المللی حاکم بر آب‌های مشترک از جمله عوامل تشدیدکننده این بحران هستند که آن را به یک منبع عمده تولید خشونت تبدیل می‌کند. بسیاری بر این باورند، جنگ‌های آینده جهان ممکن است بر سر منابع آب صورت گیرد. با این وجود، چنین به نظر می‌رسد که در جهان اراده محکم سیاسی جهت حل مشکل کم‌آبی وجود ندارد و برخلاف سخنان جامعه بین‌المللی به اندازه‌ی کافی به این مسئله توجه نمی‌شود. در این میان آنچه حائز اهمیت به نظر می‌رسد که همه به آب شیرین و پاکیزه نیاز دارند. اما کمبود آن در کشورهای جهان سوم به معنای در خطر بودن جان انسان‌هاست و در این میان خاور میانه یکی از مناطق بحرانی جهان محسوب می‌شود.

خشکسالی یکی از پدیده‌های محیطی است که سالانه موجب وارد آمدن خسارات زیادی به جوامع انسانی می‌گردد. خشکسالی را می‌توان معلول یک دوره خشک غیر عادی دانست که به‌اندازه کافی تداوم داشته باشد تا عدم تعادل در وضعیت هیدرولوژیکی منطقه ایجاد گردد (Morid et al., 2007). تمایز این پدیده با سایر مخاطرات طبیعی در این است که برخلاف سایر مخاطرات طبیعی این پدیده به‌تدریج و در یک دوره زمانی نسبتاً طولانی عمل کرده و اثرات آن ممکن است پس از چند سال و با تاخیر بیشتری نسبت به سایر حوادث طبیعی ظاهر

گردد، بنابراین چون تعیین دقیق زمان شروع آن کار مشکلی می‌باشد تا حدودی آن را یک پدیده و بلیه خزانده می‌دانند و از سویی چون خشکسالی برخلاف سایر بلایای طبیعی کمتر منجر به خسارات ساختاری می‌گردد، کم‌رسانی در هنگام وقوع این پدیده در مقایسه با سایر پدیده‌ها مثل سیل پیچیده‌تر و مشکل‌تر می‌باشد.

از آنجا که جلوگیری کامل از پدیده خشکسالی در هیچ منطقه و شرایطی امکان‌پذیر نیست، می‌توان با تحلیل سوابق تاریخی و با تکیه بر آمار و اطلاعات موجود، دوره بازگشت‌های خشکسالی را برای مناطق مختلف برآورد نمود و با ایجاد طرح‌های آمادگی برای پدیده خشکسالی، مشکلات ناشی از آن را تا حد امکان کاهش داد. در راستای تدوین طرح‌های مقابله با خشکسالی و مدیریت آن، ضروری‌ترین ابزار، طراحی سیستم‌های پایش خشکسالی است که اطلاعات استخراج شده از آن‌ها، به‌عنوان یک نوع عملیات مقابله با خشکسالی و زمان شروع آن است. چنین سیستم‌هایی با استفاده از شاخص‌های خشکسالی و طراحی ارائه می‌گردند.