



مهندسی منابع آب

تألیف:

دکتر شایان شامحمدی استاد دانشگاه

مهندس سیده لاله رضوی واتانی

سرشناسه:	شامحمدی، شایان، ۱۳۴۱ -
عنوان و نام پدیدآور:	مهندسی منابع آب/ تألیف شایان شامحمدی، سیده لاله رضوی وائانی؛ ویراستار ادبی ابراهیم ظاهری عبدهوند.
مشخصات نشر:	شهرکرد: دانشگاه شهرکرد، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری:	ز، ۲۸۰ ص:، مصور، جدول، نمودار.
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۷۹۹۷-۴۱-۳
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیا
یادداشت:	کتابنامه: ص [۲۷۵] - ۲۸۰.
موضوع:	آب، منابع -- مهندسی
موضوع:	Water-supply engineering
موضوع:	آب، منابع -- ایران -- مدیریت
موضوع:	Water-supply -- Iran -- Management
موضوع:	آب‌های زیرزمینی -- ایران
موضوع:	Groundwater -- Iran
موضوع:	سد و سدسازی -- ایران
موضوع:	Dams -- Iran
موضوع:	نیروگاه‌های برق‌آبی -- ایران
موضوع:	Hydroelectric power plants -- Iran
موضوع:	فاضلاب‌روها -- ایران -- مدیریت
موضوع:	Sewerage -- Iran -- Management
شناسه افزوده:	وائانی، سیده لاله، ۱۳۵۹ -
شناسه افزوده:	دانشگاه شهرکرد
رده‌بندی کنگره:	۹۷ / ۲ م ۹ / ۲۴۵ TD
رده‌بندی دیویی:	۶۲۸ / ۲۰
شماره کتاب‌شناسی ملی:	



انتشارات دانشگاه شهرکرد

نام کتاب: مهندسی منابع آب

تألیف: شایان شامحمدی، سیده لاله رضوی وائانی

ویراستار ادبی: ابراهیم ظاهری عبدهوند

ناشر: دانشگاه شهرکرد

امور فنی و اجرایی: فاطمه قانی

چاپ اول: پاییز ۱۳۹۷

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

قطع: وزیری

چاپ: ارس

صفحه‌آرا و طراح جلد: فاطمه قانی

قیمت: ۳۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۹۹۷-۴۱-۳

کلیه حقوق این اثر برای نویسندگان و دانشگاه شهرکرد محفوظ است.

نشانی: چهارمحال و بختیاری، شهرکرد، بلوار رهبر، انتشارات دانشگاه شهرکرد، صندوق پستی ۱۱۵.

مقدمه مؤلفین

از زمان پیدایش دانش هیدرولوژی، همواره اصلی‌ترین فعالیت‌های هیدرولوژیست‌ها، برآورد عمق و دبی رواناب حاصل از بارندگی بوده است؛ زیرا به‌کارگیری روش‌های جمع‌آوری و مهار آب‌های سطحی، چه از نظر تأمین آب و چه از نظر پیش‌گیری از وقوع سیلاب، اهمیت زیادی داشته است. اگرچه تأسیس ایستگاه‌های هیدرومتری طی سال‌های متمادی توسعه مناسبی داشته است، ولی مطالعات هیدرولوژی و محاسبات جریان‌های آبی لزوماً منطبق بر نقاطی نیست که ایستگاه‌ها دایر شده‌اند. ناگزیر روش یا روش‌هایی که به کمک آنها میزان رواناب حاصل از بارندگی را در حوضه‌های بدون ایستگاه تخمین می‌زنند، حایز اهمیت می‌باشد. از جمله این روش‌ها استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی است. در فصل اول این کتاب به ارائه تعریف مدل، اهداف ساخت مدل، فایده مدل‌سازی، دسته‌بندی انواع مدل‌ها، تشریح مدل‌های نفوذ آب در خاک، مدل‌های بارش - رواناب و ارائه مدل شامحمدی پرداخته شده است.

آلاینده‌های ناشی از احتراق و افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در اتمسفر و پیامدهای آن، جهان را با تغییرات برگشت‌ناپذیر و تهدیدآمیزی مواجه کرده است. از سوی دیگر، اتمام قریب‌الوقوع منابع فسیلی و پیش‌بینی افزایش قیمت، سیاست‌گذاران را به سیاست‌هایی برای کنترل محیط‌زیست و پژوهشگران را به توسعه منابع با انرژی کمتر و تجدیدپذیری که توان بالقوه‌ای برای جانشینی با سیستم انرژی کنونی دارند، ترغیب می‌کند. با توجه به فناوری کنونی بشر، انرژی هسته‌ای و انرژی برقی، دو نوع انرژی جانشین برای سوخت فسیلی هستند. در ایران، وجود زمینه مناسب اقلیمی و تابش آفتاب در بیشتر مناطق و در اکثر فصل‌های سال، همچنین وجود پستی و بلندی‌ها در مسیر نهرهای آب، داشتن مناطق با ظرفیت بالای باد و قابلیت‌های تولید انرژی زمین گرمایی، زمینه لازم و مناسبی را برای استفاده و گسترش انرژی‌های نو و پاک فراهم آورده است. با توجه به اهمیت این نوع انرژی، در فصل دوم این کتاب، به اهمیت انرژی هیدروالکتریک در ایران، اجزای نیروگاه‌ها برقی و انواع آنها، مکان مناسب برای احداث آنها، مزیت‌ها و عیب‌های این نیروگاه‌ها و معرفی حوزه‌های آبریز دارای ظرفیت احداث این نیروگاه‌ها در ایران و بزرگ‌ترین نیروگاه‌ها برقی جهان پرداخته می‌شود.

افزایش خطرهای سیلاب‌ها در مناطق مختلف به ویژه مناطق شهری، باعث شده است که پژوهشگران مهندسی رودخانه و هیدرولوژیست‌ها به طور جدی رفتارهای هیدرولیکی رودخانه‌های طیفانی را بررسی کنند. گرچه امروزه بخش مهمی از سیلاب رودخانه‌های مهم

مهار شده‌اند، هنوز سیل خسارت جانی و مالی فراوانی را به جوامع بشری و سرمایه‌های آنها وارد می‌کند که این امر، حکایت از عدم مدیریت مناسب در کنترل سیل دارد. پیش‌بینی تغییر ارتفاع سیل در مخازن و رودخانه‌ها از طریق روندیابی انجام می‌گیرد. همچنین می‌توان تأثیر مخزن سد را از نظر حجم سیلاب عبوری و میزان کاهش دبی حداکثر لحظه‌ای سیل در پایین‌دست رودخانه، از این طریق برآورد و متناسب با آن و نیز درجه اهمیت تأسیسات در پایین‌دست، نوع عملیات پیشگیری را مشخص کرد. با توجه به اهمیت انجام روندیابی در مخازن و رودخانه‌ها در فصل سوم کتاب به ارائه مطالبی درباره اهمیت روندیابی، انواع روندیابی و معادلات و قوانین حکم بر هر یک از روش‌های روندیابی پرداخته می‌شود.

طی عزرائیل سال مردمان سرزمین‌های مختلف، برای مهار آب، تأمین آب آشامیدنی و آبیاری و به‌تازگی آب در نیاز صنایع به احداث سد پرداخته‌اند. هم‌زمان با گسترش جمعیت و رشد فعالیت‌های اقتصادی، سدها به‌عنوان ابزاری مناسب برای پاسخ‌گویی به نیازهای آبی و تأمین انرژی مورد توجه قرار گرفت و از آن پس، تعداد زیادی سد بزرگ در کشورهای مختلف احداث شده است. هم‌اکنون تقریباً نیمی از رودخانه‌های جهان حداقل دارای یک سد بزرگ هستند. در سرزمین‌های ایران و مصر به از قدیم در معرض سیلاب و طغیان رودخانه‌ها قرار داشتند، ساخت بندهای متفاوت در مسیر رودخانه‌ها یا در مناطق سیل‌خیز به جلوگیری از خسارت‌های این گونه طغیان‌ها کمک فراوانی می‌کرد. در حال حاضر نیز به‌سبب کمبود آب، وضعیت اقلیمی خاص و نیازهای روزمره، سد و سدسازی از جایگاه ویژه‌ای در کشور برخوردار است. در فصل چهارم کتاب حاضر به مباحثی همچون سدها، سدسازی در ایران و جهان، معرفی انواع سد از نظر جنس مصالح و کاربرد، بررسی رسوبات در سدها، روندیابی رسوبات و مسائل و مشکلات مرتبط با رسوب‌گذاری در مخازن سدها پرداخته می‌شود.

با بزرگ شدن شهرها و افزایش جمعیت آنها از یک سو و گسترش صنایع و کارخانه‌ها از سوی دیگر مسئله آلودگی محیط‌زیست روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. فاضلاب‌ها یکی از عوامل آلودگی محیط‌زیست هستند و لذا بایستی آن‌ها را جمع‌آوری و از شهرها بیرون آورده، نخست آن‌ها را پالایش و تصفیه نموده و سپس به گردش آب در طبیعت برگردانید. علاوه بر این موضوع کاربرد دوباره پساب‌ها به علت نیاز روز افزون به آب روز به روز بیشتر توجه می‌شود. به ویژه در ایران به علت کمبود آب، استفاده از پساب‌های تصفیه شده برای مصارف خانگی و غیرخانگی مانند آبیاری، فضاهای سبز درون شهرها، پارک‌ها، جنگل‌کاری و شست‌وشوی خیابان‌ها و کانال‌های فاضلاب اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. با توجه به اهمیت این

موضوع در فصل پنجم کتاب حاضر به تعریف فاضلاب و تقسیم‌بندی انواع آن، تصفیه فاضلاب و طبقه‌بندی روش‌های تصفیه، تاریخچه استفاده از پساب، منابع آب غیرممتعارف در ایران و جهان و موارد استفاده دوباره از آن‌ها و استانداردهای موجود در رابطه با استفاده از آب‌های غیرممتعارف پرداخته می‌شود.

میزان منابع آب تجدیدشونده کشور با توجه به موقعیت اقلیمی، وقوع پدیده تغییر اقلیم، گرمایش جهانی و احتمال تشدید خشکسالی‌ها، محدود و احتمالاً رو به کاهش و از سوی دیگر تقاضای آب برای مصارف مختلف با توجه به افزایش جمعیت و توسعه در ابعاد مختلف، همواره رو به افزایش است؛ بنابراین برای مواجهه با این مشکل و برای ایجاد تعادل منطقی بین عرضه و تقاضای آب و استفاده پایدار از منابع آب، لازم است راهکارهای مدیریتی و حفاظتی مؤثرتری در زمینه بهره‌برداری از منابع آب اعمال شود. در این میان، منابع آب زیرزمینی با توجه به ریسک‌پذیری کمتر نسبت به منابع آب سطحی در وضعیت خشکسالی و نیز سهولت استحصال آنها، از مزیت نسبی بالاتری در تامین نیازهای فعلی و آینده کشور برخوردار است. با توجه به اهمیت این موضوع، در فصل ششم کتاب، مطالبی درباره اهمیت آب‌های زیرزمینی و خوبی‌ها و عیب‌های آن‌ها، انواع منابع آب زیرزمینی، انواع آبخوان‌ها، قوانین و معادلات حاکم بر آبخوان‌ها و روش‌های بهره‌برداری از این آب‌ها ارائه شده است.

در حال حاضر به سبب برداشت اضافی و نبود بهره‌برداری پایدار از منابع آبی، در اکثر دشت‌های کشور سطح آب زیرزمینی افت پیدا کرده و این امر کشاورزی و توسعه اقتصادی پایدار را دچار مشکل نموده است؛ لذا ذخیره‌سازی و حفظ منابع آب برای تداوم بهره‌برداری از این ذخایر اجتناب‌ناپذیر است. از جمله راه‌های ذخیره‌سازی برای استفاده از مخازن زیرزمینی است که به واسطه دارا بودن ظرفیت ذخیره‌سازی، کم بودن بحیر تلفات آب، عدم نیاز به زمین وسیع و سرمایه‌گذاری اندک نسبت به راه‌های دیگر دارای برتری است. در فصل هفتم این کتاب درباره انواع مخازن آب زیرزمینی، انواع روش‌های معذیه، اهداف اجرای روش‌های تغذیه، خوبی‌ها و عیب‌های هر یک از روش‌ها، وضعیت منابع آب لازم برای تغذیه و سدهای زیر زمینی مطالبی ارائه شده است.

در پایان از سرکار خانم مهندس قانی که در تکمیل و چاپ کتاب نهایت همکاری را نمودند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول - مدل های بارش - رواناب	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- تعریف مدل	۲
۳-۱- اهداف ساخت مدل	۲
۴-۱- فرآیند مدل سازی	۳
۱-۱- مدل سازی در هیدرولوژی	۳
۶-۱- اهمیت مدل سازی در هیدرولوژی	۴
۷-۱- دسته بندی مدل ها	۶
۱-۷-۱- مدل های قطعی احتمالاتی	۸
۲-۷-۱- مدل های پهنه و تک واقعه ای	۸
۳-۷-۱- مدل یکپارچه و ترکیبی	۹
۴-۷-۱- مدل های پایه فیزیک (جستار سفید)	۱۲
۵-۷-۱- مدل های مفهومی (جعبه خاکساز)	۱۲
۶-۷-۱- مدل های تجربی (جعبه سیاه)	۱۳
۷-۷-۱- مدل های مفهومی و فیزیکی	۱۳
۸-۱- مدل های نفوذ آب در خاک	۱۵
۱-۸-۱- مدل گرین-آمیت	۱۶
۲-۸-۱- رابطه فیلیپ	۱۸
۳-۸-۱- رابطه کوستیاکوف	۱۹
۴-۸-۱- رابطه کوستیاکوف-لوییس	۲۰
۵-۸-۱- رابطه هورتون	۲۱
۶-۸-۱- رابطه سازمان حفاظت خاک آمریکا	۲۲
۹-۱- مدل های تبدیل بارش به رواناب	۲۶
۱-۹-۱- مدل بارش رواناب SCS-CN	۲۷
۱-۱-۹-۱- معایب مدل SCS-CN	۲۹
۲-۱-۹-۱- مزیت های اصلی روش SCS-CN	۳۱
۳-۱-۹-۱- محدودیت های روش SCS-CN	۳۱

۲۲.....	۲-۹-۱- مدل های اصلاح شده SCS-CN	۲۲
۲۲.....	۱-۲-۹-۱- مدل میشر و سینگ (شامحمدی، ۱۳۹۲)	۲۲
۳۲.....	۲-۲-۹-۱- مدل میشل و همکاران	۳۲
۳۳.....	۳-۲-۹-۱- مدل ساهو و همکاران (شامحمدی، ۱۳۹۲)	۳۳
۳۴.....	۴-۲-۹-۱- مدل ساهو و همکاران (شامحمدی، ۱۳۹۲)	۳۴
۳۵.....	۵-۲-۹-۱- مدل شامحمدی	۳۵
۴۴.....	۳-۹-۱- استفاده از مدل های مبتنی بر هیدروگراف	۴۴
۴۶.....	۱-۳-۹-۱- هیدروگراف واحد مصنوعی اشنایدر	۴۶
۴۹.....	۲-۳-۹-۱- مدل کلارک	۴۹
۵۵.....	۳-۳-۹-۱- مدل کلارک	۵۵
۵۶.....	۴-۳-۹-۱- مدل سینماتیک	۵۶
۵۷.....	فصل دوم- هیدروالکترونیک	۵۷
۵۷.....	۱-۲- مقدمه	۵۷
۵۹.....	۲-۲- پیشینه استفاده از انرژی هیدروالکترونیک	۵۹
۶۰.....	۳-۲- ایران و انرژی هیدروالکترونیک	۶۰
۶۱.....	۴-۲- اجزای نیروگاه آبی	۶۱
۶۲.....	۵-۲- انواع نیروگاه ها برقابی	۶۲
۶۲.....	۱-۵-۲- نیروگاه جزرومدی	۶۲
۶۳.....	۱-۱-۵-۲- مکان مناسب برای احداث یک نیروگاه جزرومدی	۶۳
۶۴.....	۲-۱-۵-۲- کشورهای دارای ظرفیت جزرومدی بالا	۶۴
۶۴.....	۳-۱-۵-۲- عوامل مؤثر بر دامنه جزرومد	۶۴
۶۵.....	۲-۵-۲- نیروگاه جریان	۶۵
۶۶.....	۳-۵-۲- نیروگاه مخزنی	۶۶
۶۷.....	۱-۳-۵-۲- دسته بندی نیروگاه ها مخزنی بر اساس نوع بار	۶۷
۶۷.....	۴-۵-۲- نیروگاه آب تلمبه ذخیره ای	۶۷
۶۸.....	۱-۴-۵-۲- مزایای استفاده از نیروگاه های آبی تلمبه ذخیره ای	۶۸
۶۹.....	۶-۲- مقایسه نیروگاه برقابی با سایر نیروگاه ها	۶۹
۷۰.....	۷-۲- مزایا و معایب نیروگاه برقابی	۷۰

۸-۲- معرفی حوضه‌های آبریز بزرگ ایران با ظرفیت احداث نیروگاه‌های برقایی	۷۰
۱-۸-۲- حوضه آبریز کارون	۷۱
۲-۸-۲- حوضه کرخه	۷۲
۳-۸-۲- حوضه دز	۷۳
۴-۸-۲- حوضه سیروان	۷۳
۹-۲- تعدادی از نیروگاه‌ها برقایی مهم جهان	۷۶
۱-۹-۲- نیروگاه برقایی ایتاپو	۷۶
۲-۲- نیروگاه برقایی بختیاری	۷۶
۲-۹-۲- سد سدریا سد سه دهانه	۷۷
فصل سوم- روندیابی سیل	۷۹
۱-۳- مقدمه	۷۹
۲-۳- انواع روندیابی سیل	۸۰
۱-۲-۳- روندیابی هیدرولوژیکی	۸۱
۲-۲-۳- روندیابی هیدرولیکی	۸۱
۳-۳- روندیابی سیل در رودخانه	۸۱
۱-۳-۳- روش‌های هیدرولوژیکی روندیابی سیل در رودخانه	۸۴
۱-۱-۳-۳- روش ماسکینگام	۸۴
۲-۱-۳-۳- روش کانوکس	۸۶
۳-۱-۳-۳- روش آت- کین اصلاحی	۸۷
۲-۳-۳- روش‌های روندیابی هیدرولیکی سیل در رودخانه	۸۹
۱-۲-۳-۳- معادلات سنت و نانت	۹۰
۴-۳- روندیابی سیل در مخازن	۹۱
۱-۴-۳- روش پالس	۹۲
فصل چهارم- سد و بررسی رسوب‌گذاری در سدها	۹۵
۱-۴- مقدمه	۹۵
۲-۴- تاریخچه سدسازی در جهان	۹۶
۳-۴- تاریخچه سدسازی در ایران	۹۷
۴-۴- معرفی انواع سد از نظر جنس مصالح	۹۸

۹۸.....	۱-۴-۴- سد خاکی
۹۹.....	۲-۴-۴- سد سنگریزه‌ای
۹۹.....	۳-۴-۴- سد بتنی وزنی
۱۰۰.....	۴-۴-۴- سد بتنی قوسی
۱۰۰.....	۵-۴-۴- سد بتنی پشت بنددار
۱۰۲.....	۶-۴-۴- سد لاستیکی
۱۰۲.....	۱-۶-۴-۴- کاربردها و مزایای سدهای لاستیکی
۱۰۳.....	۲-۶-۴-۴- موارد استفاده از سدهای لاستیکی
۱۰۳.....	۳-۶-۴-۴- مزایای اقتصادی سدهای لاستیکی نسبت به موارد جایگزین
۱۰۴.....	۵-۴- انواع سد از نظر کاربرد
۱۰۴.....	۱-۵-۴- سد مخزنی
۱۰۴.....	۲-۵-۴- سد تنظیمی
۱۰۴.....	۳-۵-۴- سد انحرافی
۱۰۵.....	۴-۵-۴- سد رسوب‌گیر
۱۰۶.....	۶-۴- بررسی رسوب‌گذاری در سدها
۱۰۸.....	۱-۶-۴- منشأ اصلی رسوبات مخازن سدها
۱۰۹.....	۲-۶-۴- مضرات رسوب‌گذاری در مخازن سدها
۱۱۰.....	۳-۶-۴- روش‌های موجود برای کنترل رسوبات مخازن سدها
۱۱۲.....	۷-۴- آبشویی رسوب (عملیات شاس)
۱۱۲.....	۱-۷-۴- تکنیک آبشویی
۱۱۳.....	۲-۷-۴- آثار ناشی از آبشویی رسوب
۱۱۴.....	۸-۴- نتایج ارائه شده در رابطه با تکنیک آبشویی در چند کشور
۱۱۴.....	۱-۸-۴- تجربه در روسیه
۱۱۵.....	۲-۸-۴- تجربه در ونزوئلا
۱۱۵.....	۳-۸-۴- تجربه در ایران
۱۱۵.....	۹-۴- ویژگی‌های یک طرح مناسب برای جلوگیری از رسوب‌گذاری در مخازن
۱۱۶.....	۱-۹-۴- خلاصه توصیه‌های اجرایی
۱۱۶.....	۱۰-۴- مشکلات ناشی از تخلیه رسوب مخازن سدها