



آشنایی با نرم افزارهای تخصصی آبیاری و زهکشی

(رشته علوم و مهندسی آب)

دکتر فاطمه کاراندیش دکتر عبدالله درزی نفت چالی

بهروز محسنی

سرشناسه	:	کاراندیش، فاطمه، ۱۳۵۹-
عنوان و نام پدید آور	:	آشنایی با نرم افزارهای تخصصی آبیاری و زهکشی / فاطمه کاراندیش، عبدالله درزی نفت چاهی، بهروز محسنی.
مشخصات نشر	:	تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	:	دوازده، ۲۸۰ ص.
فروست	:	دانشگاه پیام نور؛ ۲۳۰۵. دانشکده علوم کشاورزی؛ ۱/ ۱۱۳.
شابک	:	4 - 0352 - 14 - 964 - 978
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا.
یادداشت	:	کتابنامه: ص. ۲۷۹ - ۲۸۰.
موضوع	:	آبیاری - مهندسی - نرم افزار
موضوع	:	Irrigation engineering- Software
موضوع	:	کشاورزی آبی - نرم افزار
موضوع	:	Irrigation farming- Software
موضوع	:	زهکشی - مدیریت - نرم افزار
موضوع	:	Drinage - Management - Software
شناسه داده	:	درزی نفت چاهی، عبدالله، ۱۳۵۹-
شناسه افزوده	:	محسنی، بهروز، ۱۳۵۸-
رده بندی کنگره	:	۱۲ TC۸۰۵/۵۲۱۵
رده بندی دیویی	:	۵۲
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۴۹۰۵۸



آشنایی با نرم افزارهای تخصصی آبیاری و زهکشی

مؤلفان: دکتر فاطمه کاراندیش - دکتر عبدالله درزی نفت چاهی - بهروز محسنی

ویراستار علمی: دکتر مهدی کی مقام

تهیه و تولید: دفتر تدوین و تولید کتب و محوری آموزشی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و توزیع دانشگاه پیام نور

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول بهمن ۱۳۹۵

شابک: ۴ - ۰۳۵۲ - ۱۴ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0352 - 4

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش

آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشنده خواهد گردید

(کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ و متعلق به دانشگاه پیام نور است. تولید، کپی یا خلاصه برداری، نشر و ترجمه، چاپ، افست، توزیع گسترده، تهیه CD و... این اثر یا بخشی از آن اعم از متن، طرح پشت و روی جلد و... بدون اخذ مجوز کتبی از معاونت فناوری و پژوهش دانشگاه خلاف مقررات و تعرض به حقوق مادی و معنوی دانشگاه است. متخلفین وفق قانون حمایت از مولفان و مصنفان و هنرمندان دارای مسئولیت حقوقی و کیفری بوده و تحت پیگرد قرار می گیرند.)

قیمت: ۱۱۵۰۰۰ ریال

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان لرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد؟ در قایل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان شوق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه مدع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پر از افتخار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مراجع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرنای مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخودآلودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است. کتاب، خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر مر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «إِقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مردم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانش‌جویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلت اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانش‌جویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب کتاب

یازده

پیشگفتار

۱

فصل اول: کلیات

۱

هدف کلی

۱

هدف‌های یادگیری

۱

مقدمه

۴

۱-۱ نرم افزار ریاضی

۵

۲-۱ مدل‌های آماری

۵

۳-۱ فرایند ارزیابی مدل‌ها

۱۰

۴-۱ تغییرپذیری

۱۱

۵-۱ دقت پارامترهای ورودی

۱۱

۶-۱ آنالیز حساسیت

۱۳

خلاصه فصل اول

۱۴

خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول

۱۷

فصل دوم: مدل‌های تحلیل شبکه‌های آبیاری و توزیع آب

۱۷

هدف کلی

۱۷

هدف‌های یادگیری

۱۷

۱-۲ اهمیت آبیاری

۲۰

۱-۲-۱ نیاز آبیاری

۲۰

۲-۲-۱ عمق آب آبیاری

۲۲

۳-۲-۱ روش‌های آبیاری

۲۳

۲-۲-۲ مدل‌های برآورد نیاز آبی و نیاز آبیاری

۲۴

۱-۲-۲ CROPWAT مدل

۳۹

۲-۲-۲ OPTIWAT مدل

۴۴	NETWAT مدل ۳-۲-۲
۴۶	AGWAT مدل ۴-۲-۲
۵۰	Ref-ET مدل ۵-۲-۲
۵۴	ETo-Calculator و Dailyet مدل‌های ۶-۲-۲
۵۵	۳-۲ آبیاری سطحی
۵۷	۱-۳-۲ اهمیت راندمان در سیستم آبیاری سطحی
۵۸	۲-۳-۲ مدیریت آب در شبکه آبیاری سطحی
۵۹	۳-۳-۲ معادلات حاکم در آبیاری سطحی
۶۱	۴-۲ مدل‌های آبیاری سطحی
۶۲	win-SRFR مدل ۱-۴-۲
۷۴	SIRMOD مدل ۲-۴-۲
۷۴	۳-۴-۲ مدل‌های IriProb و SISCO
۷۴	۵ مدل‌های تحلیل شبکه‌های تحت فشار و توزیع
۷۴	EPA ET ₀ مدل ۱-۵-۲
۸۸	WATERGEM مدل ۱-۵-۲
۹۰	WATERCAD مدل ۳-۵-۲
۹۰	خلاصه فصل دوم
۹۲	خودآزمایی چهارگزیناء خلاصه فصل سوم
۹۵	فصل سوم: مدل‌های جریان در سازه متخلخل
۹۵	هدف کلی
۹۵	هدف‌های یادگیری
۹۵	مقدمه
۹۷	۱-۳ مفاهیم پایه حرکت آب خاک
۹۷	۱-۱-۳ مفهوم مکانیکی
۹۹	۲-۱-۳ مفهوم انرژی
۱۰۰	۲-۳ روابط اساسی حاکم بر جریان غیراشباع آب در خاک
۱۰۱	۱-۲-۳ قانون دارسی
۱۰۱	۲-۲-۳ قانون بقای جرم (معادله پیوستگی)
۱۰۳	HYDRUS مدل ۳-۳-۳
۱۰۳	۱-۳-۳ معرفی مدل
۱۰۴	۲-۳-۳ معادله حرکت آب
۱۰۶	۳-۳-۳ ویژگی‌های هیدرولیکی غیراشباع خاک
۱۰۸	۴-۳-۳ حرکت املاح در خاک
۱۰۹	۵-۳-۳ حل معادلات حرکت آب و املاح
۱۱۰	۶-۳-۳ بهینه‌سازی پارامترها
۱۱۰	۷-۳-۳ ورودی‌های مدل

۱۱۲	۸-۳-۳ خروجی های مدل
۱۲۵	۴-۳ مدل MODFLOW
۱۲۵	۱-۴-۳ معرفی مدل
۱۲۶	۲-۴-۳ ورودی ها و خروجی های مدل MODFLOW
۱۲۹	۳-۴-۳ تعیین ماه تعادل
۱۳۰	۴-۴-۳ مدل سازی معکوس
۱۳۱	۵-۳ مدل SWAP
۱۳۱	۱-۵-۳ معرفی مدل
۱۳۶	۲-۵-۳ معادلات حاکم در مدل SWAP
۱۳۷	۳-۵-۳ ورودی های مدل
۱۴۳	۴-۵-۳ خروجی های مدل
۱۴۷	۶-۳ مدل Aqua Trop
۱۴۷	۱-۶-۳ ساختار مدل
۱۴۹	۲-۶-۳ صفحه اصلی و ورودی های مدل
۱۵۶	۳-۶-۳ خروجی های مدل
۱۶۸	خلاصه فصل سوم
۱۶۹	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل سوم
۱۷۱	فصل چهارم: آشنایی با نرم افزارهای مدل سازی هیدرولیک و هیدرولوژی
۱۷۱	هدف کلی
۱۷۱	هدف های یادگیری
۱۷۱	۱-۴ مدل های شبیه سازی
۱۷۲	۱-۱-۴ مدل های ریاضی
۱۷۲	۲-۱-۴ روش های عددی
۱۷۳	۲-۴ شبیه سازی دینامیک آب خاک در ارتباط با زهکشی
۱۷۴	۳-۴ مدل DRAINMOD
۱۷۴	۱-۳-۴ معرفی مدل
۱۷۶	۲-۳-۴ کاربردهای مدل
۱۸۱	۳-۳-۴ توصیف مدل
۱۸۹	۴-۳-۴ محدودیت های مدل
۱۹۴	خلاصه فصل چهارم
۱۹۵	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل چهارم
۱۹۷	فصل پنجم: مدل های مدیریت منابع آب
۱۹۷	هدف کلی
۱۹۷	هدف های یادگیری
۱۹۸	مقدمه

۲۰۰	۱-۵ مدل HEC-HMS
۲۰۰	۱-۱-۵ معرفی مدل
۲۰۲	۲-۱-۵ روش‌های تبدیل بارش - رواناب
۲۰۳	۳-۱-۵ شاخص‌های ارزیابی برازش
۲۰۵	۴-۱-۵ جمع‌آوری داده‌ها برای واسنجی مدل بارش - رواناب
۲۱۶	۲-۵ مدل HEC-RAS
۲۱۶	۱-۲-۵ معرفی مدل
۲۱۸	۲-۲-۵ مفاهیم هیدرولیکی در مدل HEC-RAS
۲۲۵	۳-۲-۵ ورودی‌های مدل
۲۲۷	۴-۲-۵ خروجی‌های مدل
۲۲۸	۳-۵ مدل MODSIM
۲۲۹	۱-۵ مدل Mike Basin
۲۳۱	۵- مدل River Ware
۲۳۱	۶-۵ مدل Hec-Fathom
۲۳۲	۷-۵ مدل WBM
۲۳۲	۸-۵ مدل HEC-HMS
۲۳۳	۹-۵ مدل ISIS
۲۳۴	۱۰-۵ مدل Flow-3D
۲۳۴	خلاصه فصل پنجم
۲۳۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۲۳۹	فصل ششم: آشنایی با نرم‌افزارهای تحلیل کیفیت آب
۲۳۹	هدف کلی
۲۳۹	هدف‌های یادگیری
۲۴۰	مقدمه
۲۴۱	۱-۶ تفسیر کیفی آزمایشات
۲۴۴	۱-۱-۶ استانداردهای کیفیت آب برای مصارف کشاورزی
۲۴۶	۲-۱-۶ استانداردهای کیفیت آب برای مصارف شرب
۲۴۸	۳-۱-۶ استانداردهای کیفیت آب برای مصارف صنعتی
۲۴۹	۴-۱-۶ اهمیت بررسی آلودگی منابع آب با پساب‌ها
۲۶۰	۵-۱-۶ مدل‌سازی کیفیت آب
۲۶۱	۲-۶ مدل ECM
۲۶۴	۳-۶ مدل MIKE - ۱۱
۲۶۶	۴-۶ مدل MONESRIS
۲۶۷	۵-۶ مدل SIMCAT
۲۶۸	۶-۶ مدل TOMCAT
۲۶۹	۷-۶ مدل TOPCAT-NP

۲۷۱

۸-۶ مدل QUALYK

۲۷۲

خلاصه فصل ششم

۲۷۴

خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم

۲۷۷

پاسخ‌نامه

۲۷۹

منابع

www.ketab.ir

پیشگفتار

اعمال مدیریت صحیح بعد از مصرف آب در بخش‌های مختلف، گام مؤثری برای کاهش خطرات احتمالی ناشی از اختلال بشر در چرخه طبیعی آب محسوب می‌شود. در این میان، توجه به بخش‌هایی به سهم بالایی در مصرف منابع آب در دسترس دارند از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد بود. گامی به آمارهای جهانی نشان می‌دهد که بخش کشاورزی با سهمی حدود ۷۰ درصد در کشت‌های توسعه‌یافته تا بیش از ۹۰ درصد در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، مهم‌ترین مصرف‌کننده آب شیرین در جهان می‌باشد. برآورد صحیح حجم آب در دسترس در یک - روزه آبخیز و تخصیص بهینه منابع آب موجود به بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی، تعیین دقیق نیاز آبی گیاه و اعمال برنامه‌ریزی مناسب آبیاری، اتخاذ روش‌های مناسب انتقال و توزیع آب، اعمال آبیاری با شیوه متناسب با شرایط حاکم بر سطح مزرعه، تحلیل کلیه منابع آب مصرفی در کشاورزی با هدف پیشگیری از مشکلات احتمالی در سیستم آبیاری، طراحی و اجرای سیستم‌های زهکشی صحیح و متناسب با معضلات حاکم، جمله‌ای از فعالیت‌هایی هستند که می‌توانند با ارتقای سطح مدیریت آب کشاورزی، خطرات ناشی از کم‌آبی را تا حدی کاهش دهند. عدم امکان پیمایش‌های صحرائی به دلیل زمان‌بر و پرهزینه بودن و گاهی غیرممکن بودن آن‌ها، همواره معضلی در راه اجرای صحیح راهکارهای مذکور می‌باشد. مدل‌های شبیه‌سازی قادرند اثرات بالقوه پدیده‌های فوق را با دقتی مناسب شبیه‌سازی کنند و پیش از اجرای آن‌ها، ایده‌ای کلی از نتایج موردانتظار را به طراحان و متخصصان ارائه دهند. با وجود این، انتخاب مدل مناسب و نحوه استفاده صحیح از آن،

مستلزم دانش کافی از اصول حاکم بر مدل و نحوه اجرای آن متناسب با داده ورودی موجود می‌باشد. گاهی نبود چنین دانشی می‌تواند علی‌رغم دقت بالای مدل منتخب، نتیجه‌ای معکوس را به همراه بیاورد و ضررهای زیادی را متوجه کاربران نماید. کتاب حاضر که بر اساس سابقه چندین ساله مؤلفان در تدریس درس نرم‌افزارهای آبیاری و زهکشی در مقاطع مختلف دانشگاهی تهیه شد، می‌تواند به عنوان مرجعی جامع و کاربردی برای آشنایی اساتید، دانشجویان و متخصصان علوم و مهندسی آب با کاربردی‌ترین نرم‌افزارهای موجود در زمینه آبیاری و زهکشی و مدیریت آب مورد استفاده قرار گیرد. در این کتاب، پس از ارائه کلیاتی پیرامون مدل‌های ریاضی و آماری، کاردهای مختلف مدل‌ها و روش‌های تحلیل دقت آن‌ها در فصل اول، مفاهیم کلی در زمینه نیاز آبی، نیاز آبیاری، روش‌های انتقال و توزیع آب و آبیاری در سطح مزرعه، روابط جریان آب و املاح در محیط متخلخل، اهمیت و اصول حاکم بر زهکشی، روش‌های مدیریت آب در تپاس‌های مختلف و روش‌های تحلیل کیفیت آب برای مصارف گوناگون در ابتدای سول بدی گنجانده شد و در ادامه، نحوه به کارگیری نرم‌افزارهای مختلف در راستای اهداف مذکور برای ارزیابی‌های غیرمستقیم بحث شد. علاوه بر معرفی تعداد زیادی نرم‌افزار موجود در این زمینه، چگونگی کار با برخی از مهم‌ترین نرم‌افزارها به صورت گام به گام در قالب مثال‌هایی تشریح شد. امید است اساتید، دانشجویان و متخصصان اهل فن، با ارائه نظرات ارزشمند خود، ما را در ارتقای مطالب یاری نمایند. در پایان، مؤلفان بر خود لازم می‌دانند تا ضمن تشکر از مساعدت بی‌دریغ مدیریت دفتر تدوین، تولید کتاب و محتوای آموزشی دانشگاه پیام‌نور خانم دکتر دیده‌بان و کارشناس محترم خانم خدیجه علی‌نژادرنجکش برای نقل و حمل و حمت در فرآیند تولید این اثر، از مجموعه‌ی عزیزان انتشارات این دانشگاه نیز نهایت قدردانی را به عمل آورند.

فاطمه کاراندیش

عضو هیأت علمی دانشگاه زابل

عبداله درزی نفت‌چالی

عضو هیأت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

بهروز محسنی

عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور