



مهندسی آب و فاضلاب



T.me/mohandesifazelab

جلوتر از دیگران حرکت کنید

اطلاعات آموزشی

اطلاعات فنی و مهندسی

اخبار روز آب و فاضلاب

اخبار استخدامی کارفرمایان



T.me/mohandesifazelab



Instagram.com/abfaeng

تجدید



طراحی و بهره‌برداری شبکه آب با

WaterGEMS

مهندسی‌یار

مؤلف

محسن امیری



نشر دانشگاهی کیان
Kian Publication



نشر دانشگاهی کیان
Kian Publication

سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور
مشخصات نشر
مشخصات ظاهری
شابک
وضعیت فهرست نویسی
موضوع
موضوع
موضوع
رده بندی کنگره
رده بندی دیویی
شماره کتابشناسی ملی

امیری، محسن، ۱۳۵۹.
طراحی و بهره برداری شبکه ی آب با WaterGEMS / مولف محسن امیری.
تهران: انتشارات دانشگاهی کیان، ۱۳۹۴.
ص: ۱۲۴-۷-۳۰۷-۶۰۰-۹۷۸-۶۰۰. مصور، جدول.
فیبا.
آب -- مهندسی.
آب -- مهندسی -- نرم افزار.
آب -- مهندسی -- داده پردازش.
۱۳۹۴ ط ۱۷۶/الف/TC۱۴۵.
۶۲۷
۴۱۸۹۶۶۷

نام کتاب : طراحی و بهره برداری شبکه آب با WaterGEMS

ناشر : دانشگاهی کیان

مؤلف : محسن امیری

ویراستار علمی : محمود محمدرضاپور طبری

ناظر فنی : علی محمودی

طراح جلد : شیلان هوشیاری

صفحه آرا : مرضیه امانت

چاپ اول : ۱۳۹۵

تیراژ : ۱۰۰۰

چاپ و صحافی : ستاره سبز - نمونه

قیمت : ۴۷۵۰۰ تومان (به همراه DVD هدیه)

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۷-۱۲۴-۷

ISBN : 978-600-307-124-7

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.
تکثیر تمام یا قسمتی از این اثر به صورت
حروفچینی یا چاپ مجدد، چاپ افست، فتوکپی
و انواع دیگر چاپ ممنوع است و پیگرد قانونی دارد.

مرکز پخش:

تهران، خیابان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، کوچه ی نوروز، پلاک ۲۷، طبقه ی اول

۶۶۴۱۶۴۴۶ - ۶۶۴۰۶۸۳۴ - ۶۶۴۱۱۷۱۵

خرید آنلاین از طریق وبسایت www.kianpub.com

SMS : ۳۰۰۰۲۲۱۴۴۱

بشر قرن ۲۱ بی‌وقفه و به‌سرعت در تکاپوی توسعه‌ی همه‌جانبه‌ی مرزهای دانش در تمامی حوزه‌هاست و در این مسیر از تلاش باز نمی‌ایستد؛ چرا که اثرگذارترین ابزار برتری‌جویی در فضای رقابتی امروز را دستیابی به فناوری‌های پیشرفته، علوم نوین و گسترش صنایع پیشرفته، کارآمد و منحصربه‌فرد یافته است. براساس چنین نگرشی است که رشد سریع علوم و فنون کاربردی در گستره‌ی عظیمی از زمینه‌های تحقیقاتی در دست‌ورکار بازی‌گردانان نظام جهانی قرار گرفته است.

در شرایط ویژه و پیچیده‌ای که کشور ما با آن روبه‌روست، گام برداشتن در مسیر پیشرفت و رشد و توسعه‌ی داخلی و نیز کسب جایگاه درخور و تاثیرگذار در عرصه‌ی بین‌المللی منوط به اصلاح دید کلان نسبت به توسعه‌ی علمی و پژوهشی با هدف ارتقای شاخص‌های پیشرفت و توسعه‌ی کشور است و این جز با حمایت ویژه و مستمر از بخش‌های دانشگاهی و پژوهشی امکان‌پذیر نخواهد بود.

انتشارات دانشگاهی کیان، به عنوان یکی از بسترهای مستعد تحقق بومی‌سازی فناوری‌های پیشرفته (High Technology) قصد دارد با استفاده از همت بلند متخصصان صنعتی و دانشگاهی کشور و با استفاده از تجارب خود در زمینه چاپ و نشر بیش از سیصد عنوان کتاب‌های فنی و مهندسی، بخشی هرچند کوچک از این وظیفه‌ی خطیر را به انجام برساند.

مجموعه کتاب‌های مهندسیار، با هدف دسترسی دانشجویان، اساتید، پژوهشگران و علاقمندان به دانش فنی و تخصص روز دنیا در حوزه‌ی فنی و مهندسی با نگاه ویژه‌ای تدوین شده است. در این آثار سعی شده است تا تجارب و دستاوردهای علمی و پژوهشی مولفان به نام و فرهیخته‌ی کشور، به شیوه‌ای آموزشی و استاندارد و با بالاترین کیفیت فنی و محتوایی، به مخاطبان علاقمند انتقال یابد. این مجموعه، گستره‌ی وسیعی از علوم فنی و مهندسی را دربر می‌گیرد و تلاش بر آن است تا در آینده‌ی نزدیک در سایه‌ی الطاف الهی و با تکیه بر دانش و تخصص بومی، عناوین کاملی از کتاب‌های کاربردی و ارزشمند در این مجموعه پوشش داده شود.

انتشارات دانشگاهی کیان در این مسیر دست یکایک اساتید و پژوهشگران حوزه‌ی فنی و مهندسی را به گرمی می‌فشارد و از پیشنهادهای ارزنده‌ی **تالیف و ترجمه** در این چارچوب استقبال می‌کند و از مخاطبان این مجموعه خواهشمند است نقدها و نظرهای سازنده‌ی خود را از طریق پل‌های ارتباطی موجود در جهت ارتقای محتوایی و کیفی آثار مطرح نمایند.

نشر دانشگاهی کیان

www.kianpub.com

info@kianpub.com

تقديم

ناخيزتر از آن كه تقديم شود به :

امام رضا عليه السلام

بخش اول: کلیات

- فصل اول: مقدمه ۲۱
- فصل دوم: WaterGEMS به چه درد می خورد؟ ۲۷
- فصل سوم: تفاوت های نسخه ی 5 SELECTseries با نسخه ی قبلی ۳۳
- فصل چهارم: پیش از شروع (یا چند خط سیالات و مبانی طراحی شبکه) ۴۱

بخش دوم: معرفی اجزای شبکه، مشخصات فنی و کلیکراست روی آن ها

- فصل پنجم: شروع کار ۶۵
- لوله (Pipe) ۶۶
- گره (Junction) ۸۱
- بحث: فشار منفی شبکه ۹۱
- شیر آتش نشانی (Hydrant) ۹۵
- مخزن تعادلی (Tank) ۹۷
- مخزن (Reservoir) ۱۱۱
- عنصر Customer Meter ۱۱۶
- عنصر SCADA ۱۳۷
- Periodic Head-Flow ۱۴۱
- تلمبه (Pump) ۱۴۲
- طراحی تلمبه ۱۵۸
- تلمبه های ایستگاهی (Variable Speed Pump Battery) ۱۶۳
- تلمبه خانه (Pump Station) ۱۶۴
- توربین (Turbine) ۱۶۶

فهرست مطالب

۱۶۷.....	شیر فشارشکن (PRV)
۱۸۲.....	شیر تثبیت فشار (PSV)
۱۸۷.....	شیر گلوب (PBV)
۱۸۹.....	شیر تنظیم دبی (FCV)
۱۹۰.....	شیر ضریب افت (TCV)
۱۹۲.....	شیر دبی- افت (GPV)
۱۹۵.....	شیر Valve With Area Linear Change (VLA)
۱۹۶.....	شیر یکطرفه (Check Valve)
۱۹۸.....	روزنه (Orifice between Pipes)
۱۹۸.....	شیر تخلیه به اتمسفر (Discharge to Atmosphere Valve)
۲۰۲.....	مخزن ضربه‌گیر (Surge Tank)
۲۰۳.....	مخزن ضربه‌گیر تحت فشار (Hydropneumatic Tank)
۲۰۴.....	شیر هوا (Air Valve)
۲۰۷.....	شیر اطمینان (Surge Valve)
۲۰۸.....	درپوش اطمینان (Rupture Disk)
۲۰۸.....	شیر قطع و وصل (Isolation Valve)
۲۱۳.....	ارتفاع زن (Spot Elevation)
۲۱۴.....	خط دورتادوری (Border)
۲۱۵.....	متن نویسی (Text)
۲۱۶.....	خط (Line)

بخش سوم: سربرگ‌ها

۲۲۱.....	فصل ششم: سربرگ File
۲۲۱.....	New
۲۲۱.....	Open
۲۲۲.....	Close
۲۲۵.....	Close All
۲۲۵.....	Save
۲۲۶.....	Save As...
۲۲۶.....	Save All...
۲۲۶.....	Import
۲۲۷.....	Export
۲۳۳.....	Seed
۲۳۴.....	Repository Management
۲۳۶.....	Page Setup
۲۳۶.....	Print Preview
۲۳۷.....	Print
۲۳۷.....	Project Properties
۲۳۷.....	Recent Files
۲۳۷.....	Exit
۲۳۹.....	فصل هفتم: سربرگ Edit
۲۳۹.....	Undo
۲۳۹.....	Redo

فهرست مطالب

۲۳۹	.....Delete
۲۴۰	.....Select By Polygon
۲۴۰	.....Select All
۲۴۰	..... Invert Selection
۲۴۰	.....Select by Element
۲۴۰	..... Select by Attribute
۲۴۴	.....Clear Selection
۲۴۴	.....Clear Highlight
۲۴۴	..... Find Element
۲۴۵	.....فصل هشتم: سربرگ Analysis
۲۴۷	..... Scenarios
۲۵۰	..... Alternatives
۲۶۱	..... سناریو برای تحلیل کیفی آب (سن)
۲۶۷	..... سناریو برای تحلیل کیفی آب (ردیابی)
۲۶۹	..... سناریو برای تحلیل کیفی آب (کلر باقی مانده)
۲۷۲	..... سناریو برای تحلیل مصارف آتش نشانی
۲۸۶	..... گزینه‌ی Fire Flow Results Browser
۲۸۶	.....Calculation Options
۲۹۸	.....Totalizing Flow Meters
۳۰۰	..... Hydrant Flow Curves
۳۰۲	.....System Head Curves
۳۰۵	.....Combination Pump Curves

۳۰۷	.....Post Calculation Processor
۳۱۱	.....Scenario Energy Cost...
۳۳۲	.....Energy Management...
۳۵۵	.....Darwin Calibrator...
۳۸۹	.....Darwin Designer...
۴۲۳	.....Darwin Scheduler...
۴۴۶	.....Flushing...
۴۶۲	.....Criticality...
۴۸۷	.....Pressure Zone...
۵۰۱	.....Water Quality Batch Run
۵۳۵	.....Pipe Break...
۵۴۵	.....Pipe Renewal Planner...
۵۶۰	.....Time Browser
۵۶۳	.....Fire Flow Results Browser
۵۶۳	.....Flushing Results Browser
۵۶۳	.....Calculation Summary
۵۶۶	.....User Notifications
۵۶۸	.....Validate
۵۶۹	.....Compute
۵۷۱	.....Component فصل نهم: سربرگ
۵۷۱	.....Controls...
۵۸۶	.....Zones...

فهرست مطالب

۵۸۷	.....SCADA Signals...
۶۰۴	.....Alerts...
۶۱۱	.....Patterns...
۶۱۷	.....Pressure Dependent Demands Functions...
۶۳۱	.....Unit Demands...
۶۳۴	.....Pump Definitions...
۶۴۲	.....Minor Loss Coefficients...
۶۴۳	.....GPV Headloss Curves...
۶۴۳	.....Constituents...
۶۴۷	.....Valve Characteristics...
۶۴۹	.....Air Flow Curves...
۶۴۹	.....Pipe Break Groups...
۶۴۹	.....Time Series Field Data...
۶۵۳	.....Engineering Libraries...
۶۵۹	.....View فصل دهم: سربرگ
۶۵۹	.....Element Symbology
۶۷۱	.....Background Layers
۶۷۶	.....Network Navigator
۶۸۸	.....Selection Sets
۶۹۱	.....Queries
۶۹۵	.....Prototypes
۶۹۶	.....External Customer Meter Data

فهرست مطالب

۷۰۰	Flex Tables
۷۱۱	Graphs
۷۱۸	Profiles
۷۲۱	Contours
۷۲۵	Named Views
۷۲۶	Aerial View
۷۲۷	Properties
۷۲۷	Property Grid Customizations
۷۲۸	Zoom
۷۳۰	Pan
۷۳۰	Toolbars
۷۳۱	Reset Workspace...
۷۳۳	فصل یازدهم: سربرگ Tools
۷۳۳	Active Topology Selection
۷۳۵	ModelBuilder...
۷۳۶	الف: فراخوانی فایل *.dxf توسط ModelBuilder
۷۴۹	ب: فراخوانی فایل *.shp توسط ModelBuilder
۷۵۶	ج: فراخوانی فایل Excel توسط ModelBuilder
۷۶۴	Trex...
۷۶۶	بحث: نحوه‌ی تبدیل فایل DXF به SHP
۷۷۳	SCADACConnect Simulator
۷۹۷	Skelebrator Skeletonizer...

فهرست مطالب

۸۴۳	.....LoadBuilder...
۸۵۲	.....Thiessen Polygon...
۸۵۶	.....نحوه‌ی تبدیل محدوده‌ی شبکه از Polyline به Polygon
۸۶۱	.....بحث: نحوه‌ی اختصاص دبی به چندضلعی‌ها
۸۶۵	.....Demand Control Center...
۸۷۲	.....Scenario Comparison...
۸۷۹	.....Hyperlinks
۸۸۱	.....User Data Extensions...
۸۸۷	.....Assign Isolation Valves to Pipes...
۸۸۸	.....Batch Pipe Split...
۸۹۰	.....Batch Morph...
۸۹۱	.....Database Utilities
۸۹۲	.....Layout
۸۹۲	.....External Tools
۸۹۴	.....Options...
۹۰۹	.....فصل دوازدهم: سربرگ Report
۹۰۹	.....Element Tables
۹۱۰	.....Scenario Summary
۹۱۰	.....Project Inventory
۹۱۱	.....Pressure Pipe Inventory
۹۱۲	.....Report Options...

فهرست مطالب

۹۱۵.....	فصل سیزدهم: سربرگ Help
۹۱۵.....	WaterGEMS Help
۹۱۷.....	Quick Start Lessons
۹۱۷.....	Welcome Dialog
۹۱۷.....	Check for SELECT Updates
۹۱۷.....	Bentley Institute training
۹۱۷.....	Bentley Professional Services
۹۱۸.....	Bentley SELECT Support
۹۱۸.....	Bentley Communities
۹۱۸.....	Bentley.com
۹۱۸.....	About WaterGEMS

بخش چهارم: ضمائم

۹۲۳.....	فصل چهاردهم: واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
۹۲۸.....	فصل پانزدهم: واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

بخش اول



کلیات

فصل



مقدمه

درباره‌ی طراحی شبکه

اولین نسخه‌ی نرم‌افزار WaterGEMS در سال ۲۰۰۰ منتشر شد. پیش از آن، طراحان شبکه از نرم‌افزار WaterCAD استفاده می‌نمودند. WaterCAD توسط شرکت Haestad Methods و در اواسط دهه‌ی ۹۰ میلادی تولید شد. این شرکت در سال ۱۹۷۹ توسط آقای John Haestad تأسیس شده بود و با ۱۰۰ کارمند و درآمد سالانه‌ی ۱۶ میلیون دلار در تاریخ دوم آگوست ۲۰۰۴ به شرکت Bentley ملحق شد و آقای Haestad خودش به عنوان یکی از مدیران ارشد به برادران Bentley پیوست. اولین شبیه‌سازی شبکه توسط همین شرکت (Haestad Methods) و در اواخر دهه‌ی ۸۰ و در فضای DOS انجام گرفت. پیش از آن طراحی‌ها به صورت دستی و به روش Hardy Cross انجام می‌شد. WaterCAD در حال حاضر توسط شرکت Bentley تولید و منتشر می‌گردد.

درباره‌ی شرکت Bentley

نرم‌افزار WaterGEMS یکی از محصولات نرم‌افزاری شرکت بزرگ Bentley است. این شرکت در حال حاضر توسط برادرانی به همین نام اداره می‌شود و در بیش از ۵۰ کشور جهان بالغ بر

۳۰۰۰ کارمند دارد. درآمد خالص این شرکت در سال ۲۰۰۳ مبلغ ۲۶۰ میلیون دلار و در سال ۲۰۱۳ معادل ۵۹۳ میلیون دلار بوده است. دو برادر به نام‌های Barry J. و Keith A. در سال ۱۹۸۴ شرکت را راه‌اندازی کردند. Keith از همان ابتدا یکی از مدیران اجرایی شرکت و تا سال ۱۹۹۵ مدیرکل هم بود. برادر دیگرشان -که Greg نام دارد- در سال ۱۹۹۱ به آن دو پیوست و در حال حاضر سرمروکنده و قبراق و سرحال مدیرعامل و رئیس هیات مدیره‌ی شرکت است. شرکت Bentley در زمینه‌های راه، راه‌آهن، پل، سازه، بهداشت محیط، آب و فاضلاب فعالیت دارد.

درباره‌ی WaterGEMS

واژه‌ی WaterGEMS برگرفته از واژه‌های Water Geospatial Engineering and Modeling System است. نسخه‌ای که ما در این کتاب از آن استفاده می‌کنیم V8i SELECTseries 5 است که نسبت به نسخه قبلی برتری‌هایی دارد: اول این که بانک اطلاعاتی آن از قالب MDB به قالب Sqlite تغییر کرده که موجب کاهش حجم بانک‌ها و افزایش سرعت عمل آن شده است. یک مزیت دیگر در حذف MDB این است که نرم‌افزار به صورت خودکار محتاج Microsoft Office نخواهد بود و مستقل از آن عمل می‌کند. دیگر این که محاسبات تنش برشی (Shear Stress) به مبحث تخلیه (Flushing) (صفحه‌ی ۴۴۸، Target Shear Stress) اضافه شده است. شناسایی لوله‌هایی که در زمان تخلیه مورد شستشوی خودکار قرار می‌گیرند (Self-Cleaning Pipes) به این نسخه اضافه شده (صفحه‌ی ۶۸۷، Self-Cleaning Pipes...). عملگر شرطی در صفحه‌ی مشخصات فنی تلمبه‌خانه (Pump Station) گنجانده شده (صفحه‌ی ۱۶۴، تلمبه‌خانه). گزینه‌ی Select Adjacent Links به گزینه‌های کلیک‌راست روی عناصر (صفحه‌ی ۶۸، Select Adjacent Links) و گزینه‌ی Batch Morph به سربرگ Tools اضافه شده است (صفحه‌ی ۸۹۰، Batch Morph...). فشار در ابتدا [Pressure (Start)] (صفحه‌ی ۷۹) و انتهای هر لوله [Pressure(Stop)] (صفحه‌ی ۷۹) در زمان اجرای شبکه محاسبه شده و به عنوان خروجی نمایش داده می‌شود و ...

در حال حاضر شرکت Bentley هر دو نرم‌افزار WaterCAD و WaterGEMS را تولید و منتشر می‌کند. علیرغم این که هر دو، کار واحدی را انجام می‌دهند، علت انتشار موازی آنها در امکانات هریک و طبعا تفاوت در قیمت هر یک است. WaterGEMS به خودی خود دارای برنامه‌های امکان‌دار Darwin Designer، Darwin Scheduler، Darwin Calibrator، Skelebrator، SCADACONNECT، برقراری با نرم‌افزار AutoCAD است؛ در حالی که WaterCAD به خودی خود فاقد این برنامه‌هاست و برای استفاده از آن باید هزینه‌ی مازاد پرداخت شود. ضمن این که WaterGEMS دارای قابلیت

۱. این برتری‌ها از نسخه‌ی 4 SELECT seriea به نرم‌افزار افزوده شده است.

برقراری ارتباط با نرم‌افزار ArcGIS بوده، ولی WaterCAD اصلاً چنین قابلیت‌هایی را ندارد؛ چه با پرداخت هزینه و چه بدون آن. هر دو نرم‌افزار قابلیت فراخوانی فایل‌های یک‌دیگر را نیز دارند، مشروط بر این که نسخه‌ای از نرم‌افزار که فایل در آن ساخته شده است، جدیدتر از نسخه‌ای نباشد که فایل در آن فراخوانی می‌شود.

اشتباه رایجی که در خصوص WaterGEMS وجود دارد این است که این نرم‌افزار غالباً نرم‌افزار طراحی شناخته می‌شود، در صورتی که این درست نیست. طراحان WaterGEMS همان قدر که به فکر طراحان هستند به فکر بهره‌برداران هم می‌باشند. نشان به آن نشان که از سه برنامه‌ی اساسی WaterGEMS که مغز متفکر آن به حساب می‌آید (یعنی برنامه‌های Darwin Designer، Darwin Calibrator و Darwin Scheduler)، دوتای آن مربوط به بهره‌برداری از شبکه و تنها یکی از آن‌ها مربوط به طراحی است. بنابراین و غیر این، نرم‌افزار WaterGEMS گره‌گشای توامان مشکلات طراحان و بهره‌برداران است.

درباره‌ی این کتاب

قانونی هست به نام قانون بیست - هشتاد که به مهندسی ایتالیایی به نام Vilfredo Pareto نسبت داده می‌شود و در مدیریت زمان و زمین و کار و زندگی سودمند است. طبق این قانون، هشتاد درصد نتایج از بیست درصد فرضیات ناشی می‌شود و آن بیست درصد باقی‌مانده مربوط به آن هشتاد درصد دیگر است. هشتاد درصد ثروت در دست بیست درصد مردم است و بالعکس.

به نظر، قانونی بدیهی می‌رسد، اما همچون بدیهیات دیگری که در زندگی وجود دارد (و غالباً مغفول می‌ماند) غور در آن و سنجش فعالیت‌ها بر اساس آن جلوی هرز رفتن و تلف شدن وقت و هزینه‌های زیادی از زندگی را خواهد گرفت. شما به راحتی می‌توانید هشتاد درصد فعالیت‌های غیرضروری خود را به نفع آن بیست درصدی که هشتاد درصد نتایج را به بار می‌آورد کنار بگذارید، یا لاقول کم‌رنگش کنید. این یعنی یک شیوه‌ی عالی از مدیریت زندگی در زمانی که همه، وقت کم دارند و خیلی زود دیر می‌شود. این کتاب هم از قانون جناب پارتو مستثنا نیست. یعنی با مطالعه‌ی بیست درصد کتاب خواهید توانست به هشتاد درصد خواسته‌ها و نیازهای خود برسید. به همین منظور و برای دسترسی آسان‌تر به موضوع موردنظر، ترکیب و چیدمان این کتاب نیازمحور است. یعنی می‌توانید بدون این که تمام کتاب را مرور کنید، مستقیماً به سراغ موضوع مورد نظر خود رفته و فقط همان را مطالعه کرده و رفع حاجت نمایید. در این بین اگر به مطالعه‌ی موضوع دیگری نیاز بود، به صورت خودکار با علامت < به آن ارجاع داده می‌شود. مطلب موردنظر خود را می‌توانید از فهرست بیابید، یا از بخش «WaterGEMS به چه درد می‌خورد؟» پیدا کنید و اصلاً

ضرورتی نیست که از بای بسم‌الله تا نون پایان کتاب مطالعه شود و مجبور به خواندن صفر تا صد آن نیستید.

در خصوص برگردان واژه‌های انگلیسی به فارسی هم عرض شود که ترجمه‌ی برخی واژه‌ها مستند به مصوبات فرهنگستان زبان و ادب فارسی است (مانند بیشینه برای Maximum، کمینه به جای Minimum، قالب به جای Format، رونوشت به جای Copy و ...)، برخی دیگر من‌درآوردی است (مانند اصلاح و انطباق برای Calibration، شبیه‌سازی شده به جای Model، سربرگ به جای Menu، جاگذاری به جای Paste و ...)، برخی دیگر را سرقت ادبی کرده‌ایم و آن را فارسی می‌دانیم؛ مانند کلیک (Click) که با واژه‌ی «کلیک» هم‌خانواده است، یا نازل (Nozzle). برخی دیگر را کاری نمی‌شد کرد و برای این که حواس خواننده از مطالعه‌ی یک کتاب آموزش نرم‌افزار به کتاب آموزش ترجمه منحرف نشود، از خیر ترجمه‌ی آن گذشتیم؛ مانند سناریو که همان Scenario است، آلترناتیو که همان Alternative است، کروموزوم که همان Chromosome است، انرژی که همان Energy است، موتور که همان Motor است، هد که همان Hed است، Periodic Head-Flow و

و اما دو اما

امای اول این که حلقه‌ی مفقوده‌ی فعالیت‌های بهره‌بردار از تأسیسات آب در شرکت‌های آب و فاضلاب، فقدان یک سازمان اطلاعاتی و به عبارت بهتر یک پایگاه اطلاعاتی (Database) منسجم و به‌سامان از تأسیسات و فعالیت‌های روی آن تأسیسات است. عدم وجود یک چنین پایگاهی موجب پارگی و ازهم‌گسیختگی فعالیت‌ها و بایگانی شدن اطلاعات و داده‌ها در اذهان نیروهای انسانی است. WaterGEMS می‌تواند نقش یک پایگاه اطلاعاتی منسجم جهت ثبت و نگهداری اطلاعات مرتبط با تأسیسات و فعالیت‌های روی آن را داشته باشد. WaterGEMS سامانی است بر سازمان نابه‌سامان بهره‌بردار. نتیجه‌ی هر فعالیتی غیر آن، این خواهد بود که دست مهندس جلوی ذهن استادکار و کارگر دراز خواهد شد و مهندس بهره‌بردار در طول زمان و در بهترین حالت به یک کارگر ماهر شبکه تبدیل خواهد شد.

امای بعد این که عمده‌ی تمرکز مدیران شرکت‌های آب و فاضلاب بر اجرای طرح‌ها متمرکز است، نه بر طراحی طرح‌ها. نسبت اهمیت طرح بر اجرا برای کارفرمایان به نسبت ریالی طرح بر اجرا برمی‌گردد؛ که البته غلط است. طرح اگرچه هزینه‌ی کمی به نسبت اجرا دارد ولی از اهمیت بالاتری برخوردار بوده و باید توجه بیشتری به آن شود.

۱. ناگفته نماند که فرهنگستان زبان و ادب فارسی برای کروموزوم واژه‌ی «فام‌تن» را پیشنهاد کرده است.

خدمات پس از فروش

نگارنده خودش را ملزم به رعایت حقوق خریدار و ارائه‌ی خدمات پس از فروش می‌داند. این خدمات شامل کشف خطاهای موجود در کتاب و ارسال اصلاحیه، افزودنی‌های مجاز، فایل‌های راهنمای ضمیمه و ملحقات دیگر می‌شود. بنابراین نشانی خود را به mohsen.amiri@gmail.com ارسال کنید تا این خدمات در اختیارتان قرار گیرد. ضمناً در این کتاب و در حین مطالعه البته ممکن است اشتباه‌هایی از نویسنده پیدا کنید. آن‌ها را به همین نشانی ارسال نمایید. سپاسگزارم.

یک DVD به همراه کتاب است که حاوی بیش از 1000 MB فایل‌های راهنمای کمکی می‌باشد. سعی شده برای هر قسمتی که در کتاب توضیح داده می‌شود، حداقل یک مثال راهنمای کمکی هم ایجاد شود. علاوه بر فایل‌های کمکی، دو نرم‌افزار 5 WaterGEMS V8i SELECTseries و همچنین Bentley View V8i SELECTseries 3 نیز در DVD موجود است.

قدردانی

از شرکت Bentley و مخصوصاً سرپرست بخش هیدرولیک و هیدرولوژی آن (جناب آقای مهندس Jesse Dringoli) و همکاران وی بابت مساعدت‌های بی‌دریغشان سپاسگزارم.

نیازمندی‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری جهت نصب و کار با نرم‌افزار

۱. یکی از سیستم‌های عامل زیر:

Windows 8 , Windows 8.1 ←

Windows 7 SP1 ←

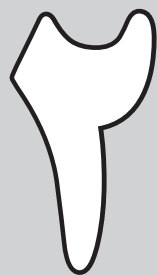
Windows Vista SP2 ←

نکته

ممکن است نرم‌افزار روی سیستم‌های عامل دیگری هم نصب شود؛ ولی احتمال نصب روی موارد فوق تضمینی است.

۲. نرم‌افزار Microsoft .NET Framework Version 3.5

۳. یک کامپیوتر با مشخصات معمولی و حداقل 1-1.5 GB حافظه‌ی خالی برای نصب و استفاده از این نرم‌افزار کافی است.



فصل

WaterGEMS به چه درد می خورد؟

WaterGEMS چه کار می کند؟ بهتر است بپرسیم WaterGEMS چه کار نمی کند. WaterGEMS از سیر تا پیمان نیازهای یک مهندس طراح و بهره بردار شبکه ی آب را تأمین می کند. موافق نیستید؟ موافق خواهید شد:

چه طراح شبکه باشید و چه بهره بردار آن، اولین کاری که باید انجام دهید شبیه سازی شبکه در محیط WaterGEMS است. در واقع شبیه سازی شبکه در نرم افزار، نقطه ی آغاز و صفر کار یک بهره بردار نظام مند است. WaterGEMS ابزار کار است و مهندس بهره بردار بدون آن- تبدیل به یک کارگر شبکه خواهد شد. اولین امکانی هم که نرم افزار در اختیار کاربر قرار می دهد توانایی رسم شبکه است. کاربر می تواند با استفاده از ابزارهای طراحی که شامل لوله (← صفحه ی ۶۶، لوله)، گره برداشت و مصرف آب (← صفحه ی ۸۱، گره)، شیر برداشت آب جهت مصارف آتش نشانی (← صفحه ی ۹۵، شیر آتش نشانی)، منبع تأمین آب که ارتفاع سطح آب در آن متغیر باشد (← صفحه ی ۹۷، مخزن تعادلی)، منبع تأمین که ارتفاع سطح آب در آن ثابت باشد (← صفحه ی ۱۱۱، مخزن)، عنصری که معرف تک تک مصرف کنندگان باشد (← صفحه ی ۱۱۶، عنصر Customer Meter)، عنصر ارتباط دهنده ی داده های دریافتی از یک سامانه ی SCADA از یک طرف و مشخصه ی فنی یک عنصر از طرف دیگر (← صفحه ی ۱۳۷، عنصر SCADA)، تلمبه جهت افزایش فشار آب (←

صفحه‌ی ۱۴۲ تلمبه)، تلمبه‌های مشابه و موازی (← صفحه‌ی ۱۶۳، تلمبه‌های ایستگاهی)، تلمبه‌خانه (← صفحه‌ی ۱۶۴، تلمبه‌خانه)، شیر فشارشکن جهت ایجاد افت فشار (← صفحه‌ی ۱۶۷، شیر فشارشکن)، شیر ثابت‌نگه‌دارنده‌ی فشار جهت ایجاد فشار کافی در یک نقطه (← صفحه‌ی ۱۸۲، شیر تثبیت فشار)، شیر گلوب جهت کاستن مقدار ثابتی از فشار آب (← صفحه‌ی ۱۸۷، شیر گلوب)، شیری جهت جلوگیری از عبور دبی بیش‌تر از یک مقدار ثابت (← صفحه‌ی ۱۸۹، شیر تنظیم دبی)، شیری که بر اساس ضریب افت موضعی عمل کند (← صفحه‌ی ۱۹۰، شیر ضریب افت)، شیری که بر اساس رابطه‌ی بین دبی و افت فشار عمل کند (← صفحه‌ی ۱۹۲، شیر دبی‌افت)، شیر جهت جلوگیری از برگشت آب و یک‌سویه کردن جریان (← صفحه‌ی ۱۹۶، شیر یکطرفه)، شیر جهت تخلیه‌ی آب از شبکه به اتمسفر (← صفحه‌ی ۱۹۸، شیر تخلیه به اتمسفر)، شیرهای قطع‌ووصل جریان (← صفحه‌ی ۲۰۸، شیر قطع‌ووصل)، عنصری جهت مشخص کردن یک عارضه جهت تخصیص ارتفاع به آن (← صفحه‌ی ۲۱۳، ارتفاع‌زن)، یک چهارضلعی بسته که دورتادور شبکه رسم شود (← صفحه‌ی ۲۱۴، خط دورتادوری)، قابلیت نوشتن متن در صفحه‌ی کار نرم‌افزار (← صفحه‌ی ۲۱۵، متن‌نویسی)، رسم خط (← صفحه‌ی ۲۱۶، خط) می‌شود، شبکه‌ی موردنظرش را با مقیاس واقعی یا مقیاسی فرضی (← صفحه‌ی ۹۰۰، Drawing mode) رسم نماید. شاید بخواهید لوله را به صورت خطوط شکسته رسم کنید. این کار ناممکن نیست (← صفحه‌ی ۶۶، Bend). شاید هم بخواهید لوله را از یک عنصر جدا کرده و به یک عنصر دیگر وصل کنید. در این صورت مجبور نیستید که لوله را پاک و مجدداً رسم نمایید (← صفحه‌ی ۶۷، Reconnect). نرم‌افزار می‌تواند تأسیسات نقطه‌ای مجاور را در هم ادغام کند (← صفحه‌ی ۸۲، Merge Nodes in close-proximity...)، یک عنصر را به یک لوله‌ی خاص وصل نماید (← صفحه‌ی ۸۸، Batch Pipe Split... یا چند عنصر نقطه‌ای را در هم ادغام کند (← صفحه‌ی ۸۹۰، Batch Morph...).

قدرت و امکانات WaterGEMS در طراحی شبکه به اندازه‌ی نرم‌افزارهای اتوکدمبنا (مانند AutoCAD یا Autodesk Map) نیست. به همین خاطر برنامه‌ای در نرم‌افزار تعبیه شده که کاربر را قادر می‌سازد شبکه‌ی طراحی‌شده‌ای را از محیط دیگری (در قالب‌های DXF یا SHP) به محیط نرم‌افزار فراخوانی کند (← صفحه‌ی ۷۳۵، ModelBuilder...). غیر از این، بانک‌های اطلاعاتی شبکه که در قالب‌های *.mdb یا *.sqlite هستند را نیز می‌توان به نرم‌افزار فراخوانی کرد (← صفحه‌ی ۲۲۶، Import). یا اگر بخواهید می‌توانید از شبکه در قالب‌های DXF، EPANET یا در قالب بانک‌های اطلاعاتی خروجی گرفته و آن را در یک فایل ذخیره کنید (← صفحه‌ی ۲۲۷، Export). پس از فراخوانی شبکه یا رسم آن، باید اطلاعات مورد نیاز طراحی را به عناصر و تأسیسات شبکه افزود. برای اختصاص

رقوم ارتفاعی به عناصر نقطه‌ای از برنامه‌ی Trex (← صفحه‌ی ۷۶۴، Trex...) کمک بگیرید. جهت چندضلعی‌سازی برای مشخص کردن محدوده‌های تحت پوشش هر گره از برنامه‌ی Thiessen Polygon استفاده می‌شود (← صفحه‌ی ۸۵۲، Thiessen Polygon...) و برای اختصاص دبی به هر گره از برنامه‌ی LoadBuilder (← صفحه‌ی ۸۴۳، LoadBuilder...) پس از تکمیل اطلاعات شبکه و خطیابی و رفع گیر قبل از اجرای شبکه (← صفحه‌ی ۵۶۸، Validate) نوبت به طراحی اقطار لوله‌های شبکه می‌رسد. نرم‌افزار در این‌جا دست به دامن جناب داروین شده و مطابق الگوریتم وراثت که ریشه در نظریه‌ی تکامل تدریجی دارد، نسبت به ارائه‌ی بهینه‌ترین جواب اقدام می‌کند. به این ترتیب که برنامه‌ی قدرتمند Darwin Designer را در اختیار کاربر قرار می‌دهد تا بهترین (بهینه‌ترین) اقطار را برای شبکه طراحی کند (← صفحه‌ی ۳۸۹، Darwin Designer...). اکنون می‌توانید برنامه را اجرا کرده (← صفحه‌ی ۵۶۹، Compute) و خروجی‌های آن را مشاهده کنید (← صفحه‌ی ۷۰۰، FlexTables)، یا گزارش تهیه کنید (← صفحه‌ی ۹۰۹، سربرگ Report)، یا مقطع عرضی متغیرهای شبکه (مانند HGL، فشار، دبی یا ...) را رسم کنید (← صفحه‌ی ۷۱۸، Profiles)، یا منحنی‌های هم‌ارز متغیرهایی مانند رقوم ارتفاعی را ترسیم نمایید (← صفحه‌ی ۷۲۱، Contours)، یا اصلاً شبکه را بر اساس متغیرهای دلخواه رنگ‌آمیزی کرده و یا اندازه‌ی عناصر و نوشته‌های داخل صفحه‌ی کار را تغییر دهید (← صفحه‌ی ۶۵۹، Element Symbology). برای سهولت بیشتر، برای شبکه‌ی شبیه‌سازی‌شده تصویر پس‌زمینه (مثلاً عکس هوایی از منطقه) قرار دهید (← صفحه‌ی ۶۷۱، Background Layers).

ممکن است کاربر بخواهد بدون آن‌که وضعیت سابق را از دست داده باشد، تغییری در شبکه ایجاد کند (کم و زیاد کردن عناصر یا تغییر در مشخصات فنی عناصر شبکه) و وضعیت جدیدی ایجاد کند. در این صورت ساختار Scenarios/Alternatives در خدمت اوست (← صفحه‌ی ۲۴۵، Scenarios/Alternatives). برنامه‌ای وجود دارد به نام Scenario Comparison که وظیفه‌اش مقایسه‌ی دو سناریو است و می‌تواند اختلاف داده‌های ورودی سناریوهای مختلف را مشخص کند (← صفحه‌ی ۸۷۲، Scenario Comparison...). سن آب از لحظه‌ی خروج از یک نقطه تا لحظه‌ی رسیدن به یک نقطه‌ی دیگر توسط نرم‌افزار قابل محاسبه است [← صفحه‌ی ۲۶۱، سناریو برای تحلیل کیفی آب (سن)]. می‌توانید مشخص کنید چه مقدار از آب برداشتی از هر گره مربوط به چه مخزنی است [← صفحه‌ی ۲۶۷، سناریو برای تحلیل کیفی آب (ردیابی)]. کلر یا هر ماده‌ی محلول باقیمانده‌ی دیگری در هر گره قابل محاسبه است [← صفحه‌ی ۲۶۹، سناریو برای تحلیل کیفی آب (کلر باقیمانده)]. یا اصلاً می‌خواهید ردیابی و سنجش مقدار ماده‌ی محلول باقیمانده را برای کل عناصر شبکه و برای تمامی زمان‌ها

یک جا محاسبه کنید (← صفحه ی ۵۰۱، Water Quality Batch Run). می خواهید برای شبکه تلمبه انتخاب کنید. طراحی و انتخاب تلمبه ی مناسب را بسپارید به WaterGEMS (← صفحه ی ۱۵۸، طراحی تلمبه). تلمبه ی دور ثابت می خواهید یا دور متغیر؟ (← صفحه ی ۱۴۹، Is Variable Speed Pump?). رسم منحنی مشخصه ی تلمبه و منحنی مشخصه ی شبکه هم از قابلیت های دیگر نرم افزار است (← صفحه ی ۳۰۲، System Head Curves). می خواهید برنامه ای برای روشن و خاموش شدن تلمبه های شبکه در طول شبانه روز بچینید تا بهترین نتیجه با کم ترین مصرف انرژی حاصل شود. این برنامه ریزی را هم به برنامه ی قدرتمند Darwin Scheduler (← صفحه ی ۴۲۳، Darwin Scheduler...) بسپارید که دومین برنامه ای است که بر اساس نظریه ی تکامل تدریجی و الگوریتم وراثت عمل می کند. محاسبات انرژی مصرف شده توسط تلمبه ها یا انرژی ذخیره شده در مخازن تعادلی نیز قابل محاسبه است (← صفحه ی ۳۱۱، Scenario Energy Cost...، ایضاً ← صفحه ی ۳۳۲، Energy Management). نرم افزار برنامه ای دارد تا کاربر بتواند برای عملکرد تأسیسات شبکه شرط منطقی تعریف کند؛ مثلاً در صورتی که فلان مخزن تعادلی پر شد، بهمان تلمبه خاموش شود، یا اگر برداشت آب از یک گره بیش تر از مقدار مشخصی شد، فلان لوله وارد مدار شبکه شود. به این منظور از برنامه ی Controls استفاده کنید (← صفحه ی ۵۷۱، Controls...)، شبکه را مطابق دلخواه پهنه بندی کنید (← صفحه ی ۵۸۶، Zones... یا شبکه را بر حسب فشار پهنه بندی کنید (← صفحه ی ۴۸۷، Pressure Zone...)، برای متغیرهای شبکه (مانند مصرف گره ها) الگو تعریف کنید (← صفحه ی ۶۱۱، Patterns...، برداشت آب از گره ها را به نحوی تعریف کنید که وابسته به فشار در آن گره باشد؛ یعنی در صورتی که فشار در یک گره افت کرد، دبی برداشتی نیز افت کند (← صفحه ی ۶۱۷، Pressure Dependent Demands Functions... یا برداشت آب از گره ها را به نحوی تعریف کنید که مستقل از فشار باشد و کم یا زیاد شدن فشار در یک گره، تأثیری بر برداشت آب از آن گره نداشته باشد (← صفحه ی ۸۶۵، Demand Control Center...)). شبکه غالباً در دو حالت قابل اجراست: حالت جریان ثابت و یکنواخت (← صفحه ی ۲۹۵، Steady State) یا جریان غیر یکنواخت که با گذر زمان متغیر است (← صفحه ی ۲۹۵، EPS Snapshot). حالت سومی هم هست که بینابین این دو حالت است (← صفحه ی ۲۹۵، EPS Snapshot). می رسیم به نحوه ی انتخاب عناصر در صفحه ی کار نرم افزار: به کمک رسم یک چندضلعی بسته می توان عناصر داخل محیط بسته را به حالت انتخاب درآورد (← صفحه ی ۲۴۰، Select By Polygon). فهرست کردن عناصر با یک ویژگی مشترک هم توسط نرم افزار انجام می شود (← صفحه ی ۶۷۶، Network Navigator). انتخاب چند عنصر تحت یک نام مشترک و ذخیره ی آنها تحت همین نام برای استفاده های آتی (← صفحه ی ۶۸۸، Selection Sets). برای بزرگنمایی به