

۱۴۸۳/۱۹۶



مهندسی جریان آب و انتقال آلایدها در محیط متخلخل

همراه با مثال‌هایی از محاسبات در محیط نرم‌افزار FEFLOW

ترجمه:

مهندس امیر حسین محمدی

دانشجوی دکتری مهندسی عمران - مهندسی محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مهندس هدی عرب‌یار محمدی

دانشجوی دکتری مهندسی معدن - فرآوری مواد معدنی، دانشگاه تربیت مدرس

زمستان ۱۳۹۵

سرشناسه : ویدومسکی، مارسین کی.
عنوان و نام پدیدآور : مدل سازی جریان آب و انتقال آلاینده ها در محیط متخلخل / مارسین کی. ویدومسکی ...
او دیگران؛ ترجمه امیرحسین محمدی، هدی عرب یارمحمدی.
تقرش: دانشگاه تفرش، ۱۳۹۵
مشخصات نشر :
مشخصات ظاهری : ۱۵۲ ص: مصور (رنگی)، جدول.
شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۶۲۴۴-۸۲-۵

وضعیت فهرست نویسی : فیبا
یادداشت : عنوان اصلی : Modeling of water flow and pollutants transport in porous media: with exemplary calculations in FEFLOW, 2013
یادداشت : نویسندگان: مارسین کی. ویدومسکی، داریوز کووالسکی، مالگورزاتا ایوانک، گرزگورز لاگود.
یادداشت : واژه نامه.
یادداشت : کتاب نامه.
یادداشت : نمایه.
موضوع : جریان آب زیرزمینی - الگوهای ریاضی
موضوع : Groundwater flow -- Mathematical models
موضوع : بهای زیرزمینی - الودگی
موضوع : Groundwater -- Pollution
موضوع : رسوب -- انتقال -- الگوهای ریاضی
موضوع : Sediment transport -- Mathematical models
موضوع : هیدرولیک، نرم افزار
موضوع : Hydraulics -- Software
موضوع : هیدرولیک - الگوهای ریاضی
موضوع : Hydraulics - Mathematical models
شناسه افزوده : ویدومسکی، مارسین کی.
شناسه افزوده : nsk, Marein Konrad
شناسه افزوده : محمدی، امیرحسین، ۱۳۶۴ - ترجم
شناسه افزوده : عرب یارمحمدی، هدی، ۱۳۶۱ - مترجم
شناسه افزوده : دانشگاه تفرش
رده بندی کنگره : TC۱۷۶/م۴ ۱۳۹۵
رده بندی دیویی : ۵۵۱/۴۹۰۱۵۱۱۸
شماره کتابشناسی ملی : ۴۵۹۵۴۷۴



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه تفرش

شناسنامه کتاب:

نام کتاب: مدل سازی جریان آب و انتقال آلاینده ها در محیط متخلخل
نام مترجم: امیرحسین محمدی، هدی عرب یارمحمدی
چاپ: چاپ روز
سال نشر: ۱۳۹۵
نوبت چاپ: اول
تیراژ: ۵۰۰
قیمت: ۲۰۰۰۰ تومان
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۲۴۴-۸۲-۵

Email: nashr@tafreshu.ac.ir انتشارات دانشگاه تفرش:

حق چاپ برای انتشارات دانشگاه تفرش محفوظ است

فهرست مطالب

مقدمه	۱
۱- مفاهیم بنیادی جریان آب در خاک	۵
۱-۱ خاک و آب	۵
۱-۲ منحنی نگهداشت آب	۹
۱-۳ هدایت هیدرولیکی خاک‌ها	۱۲
۱-۴ قانون دarcy	۱۴
۱-۵ معادله ریچاردز	۱۷
۲- اصول انتقال جرم در خاک	۲۱
۲-۱ معادله پراکندگی هیدروپنماتیک	۲۱
۲-۲ ضریب پراکندگی هیدروپنماتیک	۲۴
۲-۳ مدل‌های جذب	۲۵
۲-۴ واکنش‌های زوال	۲۷
۳- توصیفی مختصر از نرم‌افزار FEFLOW	۲۹
۳-۱ مشخصه‌های نرم‌افزار	۲۹
۴- نمونه محاسبات برای جریان آب و انتقال جرم (آلاینده‌ها) در خاک با استفاده از نرم‌افزار FEFLOW	۴۹
۴-۱ شبیه‌سازی ترشدگی ستون ماسه ریز تحت صعود موئینگی	۴۹
۴-۲ شبیه‌سازی صعود آب ناشی از موئینگی در پروفیل خاک دولایه	۶۶
۴-۳ شبیه‌سازی صعود موئینگی آب در پروفیل خاک سه‌لایه	۷۷

۴-۴ شیبه‌سازی انتقال کادمیوم در حین ترشدن ستون ماسه ریز تحت صعود مؤثنتگی ۸۵

۴-۵ شیبه‌سازی انتقال کروم در پروفیل خاک دولایه ۹۵

۴-۶ شیبه‌سازی تعادل آب و آلاینده برای پروفیل خاک تشکیل شده از ۴ لایه ۱۰۵

..... ۱۲۱ مراجع

..... ۱۲۷ نمایه

..... ۱۳۵ واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

..... ۱۴۳ واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

..... ۱۵۱ نمادها

مقدمه

این متن مختصر، که در قالب یک کتاب مرجع تهیه شده، می‌تواند به عنوان یک کتاب کمک آموزشی برای آزمایشگاه مدل‌سازی رایانه‌ای و عددی حرکت آب زیرزمینی و انتقال جرم^۱ درون خاک، به ویژه برای دانشجویان مهندسی محیط زیست، مورد استفاده قرار گیرد. هدف اصلی این متن، ارائه مفاهیم نظری پایه و کاربردهای تجربی جریان آب زیرزمینی و انتقال آلاینده‌ها در خاک، در نه‌احی اشباع و غیراشباع و همچنین قوانین اصلی توسعه مدل عددی در این زمینه بود است. تعریف داده‌های ورودی موردنیاز، پارامترهای انتقال آب در خاک، شرایط اولیه و شرایط مرزی^۲، محاسبات شبیه‌سازی و نیز ارائه نتایج همراه با ارائه مختصر محاسبات نمونه توسط نویسندگان براساس نسخه آزمایشی نرم‌افزار FEFLOW ساخت شرکت DHI-WASY، در این کتاب انجام گرفته است.

پیشرفت سریع تکنیک‌های رایانه‌ای در طی سی سال گذشته (۲۰۱۰ - ۱۹۸۰) امکان استفاده عمومی از کاربردهای مدل‌سازی عددی را فراهم آورده و سبب درک آنها به عنوان توصیفی از سیستم‌های طبیعی به واسطه زبان ریاضی گردیده است. بنابراین، مدل‌های ریاضی با استفاده از معادلات ریاضی، توصیف مهندسی و تخمین‌های توضیحی سیستم‌های فیزیکی و یا فرایندها را ارائه می‌دهند. مدل‌سازی می‌تواند انواع مختلف سیستم‌ها اعم از سیستم‌های زیست‌شناختی، اقتصادی، برقی- فیزیکی، مکانیکی، هیدرولیکی، ترمودینامیکی و غیره را پوشش دهد.

در متون فنی، تعاریف متعددی برای مدل ارائه می‌شود. معمولاً، تئیه‌های مختلف مبتنی بر مفاهیم ریاضی، عددی یا رایانه‌ای در نظر می‌گیرند [۱].

تعریف ارائه شده در فرهنگ واژگان لهستان^۳ [۲] برای مدل بین‌رشته‌ای که مدل یک سیستم فیزیکی یا توصیف ریاضی ویژگی‌های مختلف یا مشخصه‌های مرتبط با ویژگی‌های انتخاب شده یا مشخصه‌های هدف مدل‌شده است. همچنین، مدل‌سازی یک روش تجربی مبتنی بر تحقیق در مورد مدل‌های ساخته شده خواهد بود.

معمولاً مدل‌ها نمایش تا حد بسیار زیاد ساده‌شده از پدیده‌های واقعی مورد مطالعه را ارائه می‌دهند. بازدهی استفاده از مدل‌ها نشان‌دهنده نتایج فرایندهای پدیده فیزیکی هستند که به

^۱ Mass Transport

^۲ Initial & Boundary Conditions

^۳ Polish Encyclopedia

طور مستقیم از سطح پذیرفته‌شده ساده‌سازی مدل، منتج می‌شوند. بنابراین، فهم صحیح و کامل پدیده مدل‌شده و ساده‌سازی اعمال‌شده به معادلات ریاضی که فرآیند مورد مطالعه را توصیف می‌کنند، برای به دست آوردن نتایج آماری صحیح، ضروری است. لذا، تعریف مجموعه داده‌های ورودی موردنیاز که امکان توسعه شرایط اولیه و شرایط مرزی را فراهم می‌آورند، لازم و ضروری است [۳ و ۴].

مدل‌های ریاضی قطعی و پویای حرکت آب^۱ و انتقال جرم در خاک از معادلات ریاضی مبتنی بر فرضیه‌های مختلف که سیستم‌های واقعی را ساده‌سازی می‌کنند، بهره می‌گیرند. این مدل‌ها معمولاً شامل هندسه سیستم (آبریز یا آبخوان)^۲ همراه با توصیف فیزیکی مناسب از آن هستند. همچنین، ناهمگنی محیط و نیز خواص سیالات به کار گرفته شده، جهت جریان، مکانیسم‌های انتقال^۳، معادلات واکنش‌های شیمیایی^۴ محتمل در داخل توده سیال نیز در نظر گرفته می‌شود [۵ و ۶].

با در نظر گرفتن موارد فوق می‌توان گفت که مدل ریاضی حرکت آب زیرزمینی و انتقال آلاینده‌ها براساس فرضیات مختلف است. این امر نیازمند تعداد قابل توجهی از داده‌های ورودی است که به دست آوردن آنها، حتی با کمک همراه با خطاهای اندازه‌گیری و محاسبات^۵ باشد. لذا بایستی از آنها به عنوان تلاش‌هایی ساده‌شده^۶ در توصیف پدیده فیزیکی و نه هدف‌گذاری دقیق از توصیف آن پدیده، یاد کرد. گزارش‌هایی^۷ موجود [۹-۶] نشان می‌دهند که علی‌رغم ساده‌سازی‌های هدفمند توصیفی و عدم صحیح‌های احتمالی^۸، می‌توان مدل‌سازی را به عنوان یک ابزار موفق در فعالیتهای علمی و مهندسی به شمار آورد. کاربردهای شناخته‌شده مدل‌های ریاضی در فعالیت مهندسی مرتبط با محیط متخلخل موارد زیر را پوشش می‌دهد:

- حرکت آب در محیط متخلخل^۹ (خاک و مصالح ساختمانی).
- توازن^{۱۰} (بیلان) آب حوضه‌های آبریز^{۱۱} و یا آبخوان‌ها.
- دینامیک توزیع محتوای آب در ناحیه غیراشباع پروفیل خاک.

^۱ Dynamic & Deterministic Mathematical Models of Water Movement

^۲ Basin or Aquifer

^۳ Transport Mechanisms

^۴ Chemical Reactions

^۵ Measure & Calculation Errors

^۶ Possible Inaccuracies

^۷ Porous Media

^۸ Balance

^۹ Catchments

• تاثیر تغییرات بیلان آب بر اکوسیستم‌ها، به عنوان مثال رشد گیاهان، دسترسی به آب و غیره.

• انتقال آلاینده‌هایی که از منابع نقطه‌ای و سطحی در محیط متخلخل منشأ می‌گیرند که در طراحی نواحی حفاظت مستقیم و غیرمستقیم^۱ از محل‌های دریافت آب سطحی و زیرزمینی و یا در تعیین اهداف مهندسی در محیط زیست محلی کاربرد دارند (به عنوان مثال، محل دفن پسماند جامد شهری).

• انتقال گرما در محیط متخلخل با سطح اشباع‌شدگی متفاوت (به وسیله آب یا محلول‌های شیمیایی مختلف).

کاربرهای فوق برای مدل‌سازی عددی در فعالیت‌های علمی و مهندسی که معمولاً تحت عنوان مهندسی محیط‌زیست شناخته می‌شود، نشان می‌دهد که می‌توان مدل‌سازی را به عنوان یک عنصر مهم در طراحی اهداف مهندسی به شمار آورد و در مدیریت سیستم‌های زیست‌محیطی توسعه‌یافته به طور موفقیت‌آمیز به کار گرفت.

به کارگیری مدل‌های ریاضی مختلف در کاربردهای مهندسی، امکان مدیریت سیستم‌های واقعی موجود و یا تحبیر شرایط عملکردی سیستم‌هایی که در مرحله طراحی یا توسعه هستند را فراهم می‌آورد.

بسیاری از محققان (۱، ۴ و ۱۰-۱۱) عنوان می‌کنند که مدل‌سازی در طرح‌ریزی سیستم‌های آبیاری و زهکشی نواحی کشاورزی، طراحی زهکشی در حفاری‌های سازه‌ای، متمرکزسازی اهداف مختلف تامین آب و سیستم‌های اضلاب، طراحی فضایی پروژه‌های بالقوه خطرناک برای محیط طبیعی (نظیر محل‌های دفن پسماندهای جامد شهری، پمپ بنزین‌ها، محل‌های تولید و بسته‌بندی کودها و علف‌کش‌ها) بسیار مفید و قابل استفاده است. علاوه بر این، مدل‌سازی می‌تواند ارزیابی اثرات کشاورزی و بهره‌برداری‌های انتقالی بر شرایط و مشخصه‌های منابع آب، محاسبه هد فشار موردنیاز برای تجهیزات پمپاژ، انتخاب میزان تزریق در فرآیند گندزدایی، تحلیل کیفیت آب در داخل سیستم‌های تزریق، ارزیابی بازدهی عایق‌بندی‌های حرارتی^۲ و غیره را بهبود ببخشد. لذا، به کارگیری مدل‌سازی می‌تواند به کاهش هزینه‌های مدیریت و کوتاه نمودن زمان طراحی منتج شده و در بسیاری از موارد سبب حذف آزمون‌های پرهزینه و زمان‌بر نیمه‌صنعتی درجا^۳ گردد.

^۱ Direct & Indirect Protection Zone

^۲ Thermal Isolation

^۳ Pilot In-situ