

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فیزیک خاک پیشرفته

تألیف

فریبرز عباسی

استاد پژوهش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



شماره مسلسل ۹۳۰۹

شماره انتشار ۲۸۷۱

انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه	: عباسی، فریبرز، ۱۳۴۸ -
عنوان و نام پدیدآور	: فیزیک خاک پیشرفته/ تألیف فریبرز عباسی.
وضعیت ویراست	: ویراست ۲.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۳۳۴ ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	: دانشگاه تهران؛ ۲۸۷۱.
شابک	: 978-964-03-6591-5
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
یادداشت	: چاپ پنجم
یادداشت	: کتابنامه.
یادداشت	: نمایه.
موضوع	: خاک - فیزیک
شناسه افزوده	: دانشگاه تهران
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۶ ق۹/ع۲/۳/۵۵۹۲
رده‌بندی دیویی	: ۶۳۱/۴۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۳۵۵۲۹۰

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود و تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است.

ISBN:978-964-03-6591-5



9 789640 365915

عنوان: فیزیک خاک پیشرفته

تألیف: دکتر فریبرز عباسی

نوبت چاپ: پنجم

تاریخ انتشار: ۱۳۹۶

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلف است»

بها: ۲۰۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press @ ut. ac. ir - سایت: http://press.ut.ac.ir

پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

تقدیم به

همسر و دو فرزند عزیزم محمد و مهتاب

بنام خدا

فهرست

پیشگفتار چاپ دوم.....	ز
پیشگفتار.....	ش
فصل اول: حرکت آب در خاک.....	۱
مقدمه.....	۱
۱- جریان اشباع آب در خاک.....	۲
محدودیت‌های کاربرد قانون دارسی.....	۲
۲- جریان غیراشباع آب در خاک.....	۵
اصل بقای جرم.....	۷
روش‌های تخمین ضریب پخشیدگی آب خاک.....	۱۱
حرکت بخار آب در خاک.....	۱۴
خلاصه و جمع‌بندی.....	۱۶
فصل دوم: مدل‌های منحنی مشخصه رطوبتی و هدایت هیدرولیکی غیراشباع.....	۱۹
مقدمه.....	۱۹
منحنی مشخصه رطوبتی خاک.....	۱۹
مدل گاردنر.....	۲۱
مدل کمپل.....	۲۱
مدل بروکز و کوری.....	۲۳
مدل وان گنوختن.....	۲۴
مدل وان گنوختن اصلاح شده.....	۲۵
منحنی هدایت هیدرولیکی غیراشباع.....	۲۶
مدل معلم-وان گنوختن.....	۲۷

۲۸	..... مدل بوردین
۲۹	..... مدل معلم- وان گنوختن اصلاح شده
۳۲	..... مدل RETC
۳۹	..... تأثیر درجه حرارت بر ویژگی‌های هیدرولیکی خاک
۴۱	..... تأثیر املاح بر ویژگی‌های هیدرولیکی خاک
۴۶	..... تأثیر مواد آلی بر ویژگی‌های هیدرولیکی خاک
۴۷	..... خلاصه و جمع‌بندی
۴۹	..... فصل سوم: روش‌های تخمین منحنی‌های مشخصه رطوبتی و
۴۹	..... مقدمه
۴۹	..... ۱- روش‌های مستقیم
۵۴	..... ۲- روش‌های غیرمستقیم
۵۵	..... ۲-۱- توابع انتقالی
۵۶	..... ۲-۱-۱- توابع انتقالی نقطه‌ای
۵۷	..... ۲-۱-۲- توابع انتقالی پارامتریک
۶۰	..... مدل ROSETTA
۶۳	..... مدل Neuropack
۶۶	..... مدل SOILPAR
۶۷	..... مدل SWCT
۶۸	..... ۲-۲- روش‌های نیمه‌فیزیکی
۶۹	..... منحنی دانه‌بندی خاک
۷۱	..... ۲-۲-۱- مدل آریا و همکاران برای تخمین منحنی مشخصه رطوبتی
۷۳	..... روش‌های تعیین عامل اندازه یا مقیاس
۷۳	..... ۱- a ثابت
۷۴	..... ۲- منحنی رشد لجیستیک
۷۶	..... ۳- اصل تشابه
۷۷	..... ۲-۲-۲- روش آریا و همکاران برای تخمین منحنی هدایت هیدرولیکی

۸۲	۲-۳-۲- روش مدل‌سازی معکوس.....
۸۲	۲-۳-۱- مقدمه.....
۸۳	۲-۳-۲- مزایای مدل‌سازی معکوس.....
۸۳	۲-۳-۳- روش‌های مدل‌سازی معکوس.....
۸۵	۲-۳-۴- تابع هدف.....
۸۷	۲-۳-۵- محدودیت‌های مدل‌سازی معکوس.....
۹۷	۲-۳-۶- تخمین همزمان ویژگی‌های هیدرولیکی و انتقال املاح.....
۹۸	۲-۳-۷- تخمین ویژگی‌های هیدرولیکی و انتقال املاح در دو گام.....
۹۸	آنالیز حساسیت.....
۹۹	۱- روش کیفی.....
۱۰۰	۲- روش کمی.....
۱۰۳	خلاصه و جمع‌بندی.....
۱۰۵	فصل چهارم: جذب آب توسط ریشه گیاهان
۱۰۵	مقدمه.....
۱۰۶	روش‌های مدل کردن جذب آب.....
۱۰۶	۱- روش میکروسکوپی یا روش تک‌ریشه.....
۱۰۸	۲- روش ماکروسکوپی.....
۱۱۴	تأثیر شوری بر جذب آب.....
۱۱۶	تأثیر همزمان تنش خشکی و شوری بر جذب آب.....
۱۱۸	عمق توسعه ریشه.....
۱۲۴	خلاصه و جمع‌بندی.....
۱۲۵	فصل پنجم: حرکت گرما در خاک
۱۲۵	مقدمه.....
۱۲۵	فرایندهای انتقال گرما.....
۱۲۷	معادله حاکم بر انتقال گرما در خاک.....
۱۳۲	ظرفیت گرمایی خاک.....

۱۳۵	هدایت گرمایی خاک.....
۱۳۹	نوسان‌های درجه حرارت خاک.....
۱۴۲	حرکت همزمان آب و گرما در خاک.....
۱۴۲	۱- روش مکانیستیک.....
۱۴۳	۲- روش ترمودینامیک.....
۱۴۴	روش‌های کنترل درجه حرارت خاک.....
۱۴۵	خلاصه و جمع‌بندی.....
۱۴۵	مسایل.....
۱۴۷	فصل ششم: انتقال املاح در خاک.....
۱۴۷	مقدمه.....
۱۴۸	انتقال توده‌ای یا روان املاح.....
۱۵۰	پخشیدگی املاح.....
۱۵۶	انتشار آبی.....
۱۶۳	معادله حاکم بر انتقال املاح در خاک.....
۱۶۵	جذب املاح توسط ذرات خاک.....
۱۶۶	ایزوترم‌های جذب.....
۱۷۸	مدل روان-ساکن یا دو ناحیه‌ای.....
۱۸۵	حجم منفذی.....
۱۸۶	جابه‌جایی اختلاط‌پذیر.....
۱۸۷	جابه‌جایی اختلاط‌ناپذیر.....
۱۸۸	منحنی دررو یا رخنه.....
۱۹۱	کاربردهای منحنی رخنه.....
۱۹۳	عدد پکلت.....
۱۹۵	عدد کورانت.....
۱۹۵	شرایط اولیه و مرزی برای حل معادله انتقال املاح.....
۱۹۶	روش‌های تخمین پارامترهای انتقال املاح.....
۲۰۳	راه‌حل‌های تحلیلی معادله انتقال املاح.....

۲۰۹	مدل‌های تحلیلی.....
۲۱۰	روابط حاکم بر مدل <i>CFITM</i>
۲۱۰	روابط حاکم بر مدل <i>CFITM</i>
۲۱۱	مدل <i>CHAIN</i>
۲۱۲	مدل <i>CXTFIT2.0</i>
۲۱۲	مدل <i>3DADE</i>
۲۱۲	مدل <i>N3DADE</i>
۲۱۲	معادله کلی حاکم بر انتقال املاح.....
۲۱۵	قانون هنری.....
۲۱۹	معادله دو بعدی انتقال املاح.....
۲۲۰	مدل‌های عددی انتقال املاح.....
۲۲۶	مدل‌های تصادفی.....
۲۳۲	خلاصه و جمع‌بندی.....
۲۳۳	مسائل.....
۲۳۵	فصل هفتم: حرکت همزمان آب و املاح روی سطح خاک.....
۲۳۵	مقدمه.....
۲۳۶	مزایای کودآبیاری.....
۲۳۸	عوامل مؤثر بر یکنواختی توزیع کود در آبیاری سطحی.....
۲۳۸	مدل ریاضی حرکت آب و املاح روی سطح خاک.....
۲۳۸	معادلات حاکم.....
۲۳۸	۱- معادله حاکم بر حرکت املاح روی سطح خاک.....
۲۳۹	۲- معادلات حاکم بر هیدرولیک جریان آب روی سطح خاک.....
۲۴۲	حل معادلات حاکم بر جریان آب و املاح روی سطح خاک.....
۲۴۲	۱- روش حل معادلات حاکم بر جریان آب.....
۲۴۶	شرایط اولیه و مرزی برای معادلات حاکم بر جریان آب.....
۲۴۸	۲- روش حل معادله حاکم بر انتقال املاح.....

۲۵۱	..... شاخص‌های ارزیابی کودآبیاری
۲۵۱	..... ۱- کود نفوذ یافته در خاک
۲۵۴	..... ۲- تلفات کود به صورت رواناب
۲۵۵	..... ۳- یکنواختی توزیع کود
۲۶۰	..... ۴- بازده کاربرد کود
۲۶۰	..... ۵- بازده کفایت
۲۶۱	..... معایب کودآبیاری
۲۶۲	..... خلاصه و جمع‌بندی
۲۶۵	..... منابع
۲۷۷	..... واژنامه فارسی-انگلیسی
۲۸۹	..... واژنامه انگلیسی-فارسی
۲۹۹	..... نمایه
۳۱۱	..... فهرست نشانه

پیشگفتار چاپ دوم

برای مؤلف جای بسی خوشوقتی است که چاپ اول کتاب مورد استقبال جامعه علمی کشور به ویژه دانشجویان، کارشناسان و دیگر علاقه‌مندان به مبحث فیزیک خاک قرار گرفت. این امر نگارنده را ترغیب به تکمیل و چاپ مجدد کتاب نمود. اینک، چاپ دوم کتاب با افزودن مطالب زیادی به فصول مختلف تقدیم علاقه‌مندان می‌شود.

در چاپ جدید، مطالب متنوعی از جمله روش‌های تخمین پارامترهای انتقال املاح، معرفی مدل‌های تحلیلی انتقال املاح در خاک و مبحث مدل‌های تصادفی به فصل ششم و معرفی مدل‌های Neuropack، SOILPAR و SWCT برای تخمین ویژگی‌های هیدرولیکی خاک به فصل سوم و مطالب تکمیلی زیادی نیز به سایر فصول کتاب افزوده شد. همچنین، مثال‌های متنوع و کاربردی زیادی نیز برای درک بهتر مطالب و آشنایی با مدل‌های معرفی شده در اغلب فصول کتاب گنجانده شد. امید است که مطالب کتاب بتواند کمک موثری برای استادان، دانشجویان و محققان در انجام فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی باشد.

اطمینان دارم که کتاب حاضر هنوز هم دارای کاستی‌هایی است. امید است که خوانندگان گرامی کمبودها و نارسایی‌های آن را گوشزد و پیشنهادها و دیدگاه‌های خود را ارائه نمایند تا در چاپ‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

در پایان، مراتب سپاسگزاری خود را از زحمات همکاران مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران بخاطر چاپ مجدد این اثر اعلام می‌دارم.

فریبرز عباسی

استاد پژوهش

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

زمستان ۹۲

پیشگفتار

فیزیک خاک علمی است که از ویژگی‌های فیزیکی خاک و فرایندهای انتقال آب، گرما و مواد آلاینده در خاک صحبت می‌کند. به دلیل وابستگی آن به مباحث پیچیده ریاضیات، فیزیک و شیمی، فهم و درک آن چندان ساده نیست و کاربرد آن در محیط متخلخل، به‌ویژه خاک بر دشواری درک آن می‌افزاید. در کتاب حاضر، بیش‌تر به ارائه مباحث پیشرفته در فیزیک خاک از جمله فرایندهای مختلف انتقال آب، گرما و املاح در خاک پرداخته شده و مدل‌های ریاضی متنوعی برای برآورد مشخصه‌های فیزیکی خاک (منحنی مشخصه رطوبتی و هدایت هیدرولیکی غیراشباع) و به‌ویژه روش‌های مدل کردن جذب آب توسط ریشه و مدل‌سازی فرایندهای مختلف انتقال آب، گرما و مواد آلاینده در خاک بحث شده است.

مباحث این کتاب، از زمانی که مؤلف مشغول تدوین رساله دکتری و به‌ویژه گذراندن دوره فوق دکتری خود در زمینه انتقال املاح در خاک بود، تا زمانی که مشغول تدریس دروس مختلف و راهنمایی دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد و دکتری شد، تهیه شده است. طی این مدت، کتاب‌ها و مقاله‌های مختلفی مطالعه و مطالبی که در عمل مفید بودن آنها تجربه شد، در این کتاب مورد استفاده قرار گرفت. کتاب حاضر بخش‌های زیادی از سرفصل‌های دروس فیزیک خاک، فیزیک خاک پیشرفته، پدیده انتقال مواد در خاک، مدل‌های ریاضی در آبیاری و زهکشی و رابطه آب، خاک و گیاه را پوشش می‌دهد و برای دانشجویان مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری رشته‌های آبیاری، آبیاری و زهکشی، خاک‌شناسی و فیزیک و حفاظت خاک سودمند است.

در بیش‌تر فصل‌های کتاب، مثال‌های عملی برای فهم و درک بهتر مطالب ارائه شده است. چند نسخه مدل جدید نیز برای مباحث مختلف فیزیک خاک مانند مدل‌های RETC و ROSETTA برای تخمین ویژگی‌های هیدرولیکی خاک و به‌ویژه مدل پیشرفته و پرکاربرد HYDRUS برای بررسی حرکت آب، گرما و املاح در خاک ارائه شده است.

اطمینان دارم که کتاب حاضر به کاستی‌های فراوانی دچار است. امید است که خوانندگان گرامی بر نگارنده منت گذارند و کمبودها و نارسایی‌های آن را گوشزد کنند و پیشنهادها و دیدگاه‌های خود را ارائه دهند تا در چاپ‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد. امید است این کتاب بتواند کمک موثری برای استادان، دانشجویان و محققان در انجام فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی باشد.

ص----- فیزیک خاک پیشرفته

در پایان از کلیه همکاران مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و اساتید ارجمند جناب آقایان دکتر حسن رحیمی، دکتر عبدالمجید لیاقت و دکتر مهدی شرفاء اساتید محترم دانشکده آب و خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج که موجب تشویق و دلگرمی نگارنده در تدوین این اثر گردیدند، کمال تشکر و قدردانی را دارد. مراتب سپاسگزاری خود را نیز از زحمات بی دریغ همکاران مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران بخاطر چاپ این اثر اعلام می‌دارم.

واژه‌های کلیدی: منحنی مشخصه رطوبتی، منحنی هدایت هیدرولیکی، انتقال آب و املاح، کودآبیاری، مدل‌های ریاضی، مدل‌سازی معکوس

فریرز عباسی

عضو هیأت علمی

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

زمستان ۸۶