

الگوسازی پدیده‌های محیط زیست

با استفاده از متلب

اکی هارد هلزبچر

مترجمین:

مهسا معماریان فرد

مرضیه معماریان فرد

ع. بلوچ زهی

م. ناصری راد

انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی



سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

شماره ۴۱۳

سرشناسه: هلز بجر، اکی هارد، ۱۹۵۴ - م. Holzbecher, Ekkehard O.

عنوان و نام پدیدآور: الگوسازی پدیده‌های محیط زیست با استفاده از متلب [اکه‌هارد او هولتس‌بجر]؛ مترجمین مهسا معماریان ... [و دیگران].

مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهری: ط، ۶۱۰ ص: مصور، جدول، نمودار.

شابک: 978-600-7867-27-3

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

یادداشت: عنوان اصلی: Environmental modeling : using MATLAB, 2nd ed. 2012.

یادداشت: مترجمین: مهسا معماریان فرد، مرضیه معماریان فرد. م. ناصری‌راد، ع. بلوچ‌زهی.

یادداشت: واژه نامه.

موضوع: متلب

موضوع: علوم زیست‌محیطی -- شبیه‌سازی کامپیوتری

موضوع: علوم زیست‌محیطی -- الگوسازی ریاضی

شناسه افزوده: معماریان فرد، مهسا، ۱۳۶۰ -

رده بندی کنگره: ۱۳۹۵ ۲۵۹ ش/GE۴۵

رده بندی دیویی: ۶۲۸

شماره کتابشناسی ملی: ۴۲۷۲۲۵۴

www.press.kntu.ac.ir



ناشر: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

عنوان: الگوسازی پدیده‌های محیط زیست با استفاده از متلب

تألیف: اکی هارد هلز بجر

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: خرداد ۱۳۹۵، تهران

شمارگان: ۲۰۰ نسخه

چاپ: کیمیا

صحافی: گرنامی

بها: ۴۰۰۰۰ تومان

(تمام حقوق برای ناشر محفوظ است)

خیابان میرداماد غربی - پلاک ۴۷۰ - انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی - تلفن: ۸۸۸۸۱۰۵۲
میدان ونک - خیابان ولی عصر (عج) - بالاتر از چهارراه میرداماد - پلاک ۲۶۲۶ - مرکز پخش و فروش انتشارات - تلفن: ۸۸۷۷۲۲۷۷
رایانامه: press@kntu.ac.ir - تارنما (فروش آنلاین): www.press.kntu.ac.ir

پروردگار متعال را شاکریم که در پرتو لطف و عنایات بی‌حد و حصرش، توفیق بیان جزء ناچیزی از نعمات بی‌پایانش در زمینه دانش شناخت محیط‌زیست را به اینجانبان عطا فرمود. باشد که این تحفه ناقابل گام کوچکی در جهت سهولت استفاده بجا، شایسته و بایسته از رایانه برای پیش‌بینی و ارزیابی چگونگی توزیع عوامل مخرب در محیط‌زیست، حاصل نماید.

بدون شک، در این راستا نقش اشراف علمی و شناخت شاخص‌های محیط‌زیستی و چینش آنها با قسب ریاضی در جهت کمی و کیفی درآوردنشان، بسیار پررنگ و حیاتی بوده و از دیگر سو قرار دادن این الگورهای ریاضی، در فهم و چرخه محاسبات رایانه‌ای، بهره‌دهی و کاربری مهندسی را، طریقه‌ی اعدای چند برابر نموده و امکان واپایش مناسب و مهار عوامل مخرب زیست محیطی بدست می‌آید و همه جانبه را فراهم خواهد ساخت.

مسلماً، ارائه چنین خدمات ناچیزی به عالم مهندسی، به هیچ وجه کافی و وافی نبوده و ضروری است در جهت خدمت به واپایش و مهار عوامل بی‌شمار مخرب محیط‌زیست، قدم‌های بزرگتر و البته مؤثرتری با پیشرفت زمان بر داشته شود.

از درگاه خداوند متعال، عطای توانایی مضاعف به حال این محیط‌زیست را استعانت نموده و برای تمامی آن‌هایی که، درنگ‌های عزیز عمر دنیوی خریدار آن، در این راستا صرف می‌کنند، مغفرت و فرجام با سعادت آرزومندیم.

ذکر این نکته هم لازم است که از کلیه افرادی که این کتاب را مورد مطالعه قرار می‌دهند، صمیمانه تقاضا داریم، انتقادات و نقطه نظرات خود را به اینجانبان (memarian@kntu.ac.ir)، منعکس فرمایند، که نظرات و تفقادات آن‌ها مایه دلگرمی و عامل محرکه‌ای برای ماست.

مترجمین

"دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی"

پاییز ۹۵

فهرست مطالب

فصل اول - معرفی	۱
۱-۱- الگوسازی زیست محیطی با استفاده از متلب	۱
۲-۱- آشنایی با متلب	۷
۱-۱-۱- شروع کار با متلب	۸
۲-۱-۱- ماتریس‌ها در متلب	۱۹
۳-۲-۱- ماتیات اساسی ماتریس	۲۵
۳-۱- یک الگوی زیست محیطی ساده	۳۶
۴-۱- ترسیمات متلب- ویرایش گر شکل	۴۲
۵-۱- سامانه help نرم افزار متلب	۴۴
۲- فصل دوم- مبادی الگوسازی، موضوعات مهم و اهداف	۵۰
۱-۲- انواع الگوها	۵۰
۲-۲- گام‌های الگوسازی	۵۳
۳-۲- قوانین و مقررات اساسی	۵۸
۱-۳-۲- بقای جرم	۵۹
۲-۳-۲- بقای مومنتوم	۶۰
۳-۳-۲- بقای انرژی	۶۰

- ۶۱..... ۲-۴- معادله بقای جرم.....
- ۶۸..... ۲-۵- M-فایل ها در متلب.....
- ۷۲..... ۲-۶- ساختار if ها و loop ها در متلب.....
- ۷۶..... ۲-۷- اشکال زدایی از M-files.....
- ۸۰..... ۳- فصل سوم- انتقال.....
- ۸۰..... ۳-۱- اصل بقا.....
- ۸۵..... ۳-۲- قانون فیک و تعمیمات آن.....
- ۸۵..... ۳-۲-۱- پخش.....
- ۹۱..... ۳-۲-۲- انتشار.....
- ۹۴..... ۳-۳- معادله انتقال.....
- ۹۴..... ۳-۳-۱- انتقال جرم.....
- ۹۸..... ۳-۳-۲- قانون فوریه و انتقال حرارت.....
- ۱۰۵..... ۳-۴- فرمول بندی بدون بعد.....
- ۱۰۶..... ۳-۵- شرایط مرزی و شرایط اولیه.....
- ۱۱۲..... فصل چهارم - راه حل های انتقال.....
- ۱۱۲..... ۴-۱- راه حل حالت ناپایدار یک بعدی برای دامنه بیکران.....
- ۱۱۹..... ۴-۲- یک الگوی عددی ساده.....

- ۳-۴- مقایسه بین راه حل عددی و تحلیلی..... ۱۳۲
- ۴-۴- حل عددی با استفاده از pdepe در متلب..... ۱۳۴
- ۴-۵- مثال: جبهه جریان ورودی یک بعدی..... ۱۴۱
- ۵- فصل پنج- انتقال با فرسایش و تجزیه..... ۱۴۶
- ۵-۱- فرسایش و تجزیه..... ۱۴۶
- ۵-۲- حالت پایدار یک بعدی..... ۱۵۱
- ۵-۳- فرمول عددی - وزن عددی..... ۱۵۴
- ۵-۴- حل های ناپایدار..... ۱۶۳
- ۶- فصل شش- انتقال و جذب..... ۱۷۰
- ۶-۱- تبادل دورن فازی..... ۱۷۰
- ۶-۲- شتاب منفی (تأخیر)..... ۱۸۰
- ۶-۳- حل تحلیلی..... ۱۸۴
- ۶-۴- حل های عددی..... ۱۸۶
- ۶-۵- جذب آهسته..... ۱۹۲
- ۶-۶- تصاویر متحرک متلب..... ۱۹۸
- ۷- فصل هفت- انتقال و کینتیک..... ۲۰۴
- ۷-۱- مقدمه..... ۲۰۴
- ۷-۲- قانون کنش جرم برای واکنشهای سینتیکی..... ۲۰۹

۳-۷- سینتیک مونود، میثائل - متن و بلک ول ۲۱۱

۴-۷- جمعیت‌های باکتریایی ۲۱۴

۵-۷- حالت‌های پایدار ۲۱۷

۸- فصل هشت- واکنشهای انتقال و تعادل ۲۲۶

۱-۸- مثال مقدماتی ۲۲۶

۲-۸- قانون کنش جرم برای واکنش‌های تعادلی ۲۳۱

۳-۸- محاسبات گونه‌زایی ۲۳۵

۴-۸- جذب و قانون کنش جرم ۲۴۲

۵-۸- انتقال و گونه‌زایی ۲۴۷

۹- فصل نه- معادلات دیفرانسیل، مول، سامانه‌های دینامیکی ۲۶۲

۱-۹- الگوی استریتر - فلز برای خالص‌سازی، ردخانه ۲۶۳

۲-۹- جزئیات سینتیک میثائل - متن و موند ۲۶۸

۳-۹- راه حل تحلیلی حالت پایدار یک بعدی ۲۷۲

۴-۹- دنباله ریدوکس ۲۸۶

۱۰- فصل ده- تخمین پارامتر ۲۹۶

۱۰-۱- معرفی ۲۹۶

۱۰-۲- برازش منحنی چندجمله‌ای ۲۹۸

۱۰-۳- برازش منحنی نمایی ۳۰۴

- ۱۰-۴- تخمین پارامتر با مشتقات..... ۳۰۷
- ۱۰-۵- برازش پارامتر انتقال..... ۳۱۸
- ۱۰-۶- روال عمومی..... ۳۲۳
- ۱۱- فصل یازده- الگوسازی جریان..... ۳۳۴
- ۱۱-۱- مدالات ناویر - استوکس برای سیالات آزاد..... ۳۳۶
- ۱۱-۱- مدالات اویلر و تئوری برنولی..... ۳۴۴
- ۱۱-۳- قانون ارسه برای جریان متخلخل..... ۳۵۱
- ۱۱-۴- جریان در محیط خلخل غیراشباع..... ۳۶۰
- ۱۲- فصل دوازده- افت آب زیرزمینی تحت شرط میاز..... ۳۷۰
- ۱۲-۱- آبخوان محبوس..... ۳۷۱
- ۱۲-۲- آبخوان آزاد..... ۳۷۵
- ۱۲-۳- آبخوان نیمه محبوس..... ۳۸۰
- ۱۲-۴- افت ناپایدار و عملکرد چاه..... ۳۸۳
- ۱۲-۵- تخمین خودکار انتقال..... ۳۸۵
- ۱۳- فصل سیزده- جریان پایه و شبکه بندی دوبعدی آبخوان..... ۳۹۴
- ۱۳-۱- تحلیل یک بعدی..... ۳۹۴
- ۱۳-۲- پیاده سازی یک بعدی..... ۳۹۹
- ۱۳-۳- پیاده سازی دو بعدی..... ۴۰۱

۴۰۶	۱۳-۴- شبکه ها و اتصالات.....
۴۱۴	۱۴- فصل چهارده- به تصویر کشیدن پتانسیل و جریان.....
۴۱۴	۱۴-۱- تعریف و مثال های اولیه.....
۴۱۹	۱۴-۲- متغیرهای دنیای واقعی و پتانسیل.....
۴۲۳	۱۴-۳- مثال: جریان مبنای آب زیرزمینی و چاه.....
۴۲۸	۱۴-۴- نمودارهای ترسیمی دوبعدی در متلب.....
۴۳۵	۱۴-۵- نمودارهای ترسیمی سه بعدی در متلب.....
۴۳۸	۱۵- فصل پانزده- تان جریان و پتانسیل مختلط.....
۴۳۸	۱۵-۱- تابع جریان.....
۴۴۴	۱۵-۲- اصل برهم نهی.....
۴۵۵	۱۵-۳- تحلیل مختلط و پتانسیل مختلط.....
۴۶۱	۱۵-۴- مثال: دستگاه های گردابه ها یا چاه ها.....
۴۶۸	۱۵-۵- مثال: اجسام کم ضخامت در جریان پتانسیل.....
۴۷۲	۱۶- فصل شانزده- حل انتقال در دو و سه بعد (دودها و توده های دایمی).....
۴۷۲	۱۶-۱- معرفی.....
۴۸۱	۱۶-۲- منابع خطی لحظه ای دوبعدی.....
۴۸۳	۱۶-۳- منابع خطی ثابت دوبعدی.....
۴۸۴	۱۶-۴- منابع لحظه ای سه بعدی.....

۴۸۶	۱۶-۵-منابع ثابت سه بعدی.....
۴۹۸	۱۷- فصل هفده- پردازش تصویر و ارجاع به زمین (Geo-referencing).....
۴۹۸	۱۷-۱-معرفی.....
۵۰۱	۱۷-۲-فراخوانی و نمایش.....
۵۰۳	۱۷-۳-۱- ارجاع به زمین (Geo-Referencing).....
۵۰۶	۱۷-۳-۲- رقتی سازی.....
۵۰۹	۱۷-۵-توابع ملب.....
۵۱۴	۱۸- فصل هجده -گراف ها، حفظان و دستگاه های خطی.....
۵۱۴	۱۸-۱-محفظه ها و گراف ها.....
۵۲۱	۱۸-۲-دستگاه های خطی.....
۵۳۸	۱۸-۳-مقادیر ویژه و فضای فازی.....
۵۴۸	۱۹- فصل نوزده- دستگاه های غیر خطی.....
۵۴۹	۱۹-۱-رشد منطقی.....
۵۵۳	۱۹-۲-گونه های رقیب.....
۵۶۲	۱۹-۳-الگوهای شکارچی- طعمه.....
۵۷۰	۱۹-۴-آشفستگی (جاذب لورنز).....
۵۷۶	۲۰- فصل بیست- واسطه های گرافیکی کاربر.....
۵۷۶	۲۰-۱-راهنمای متلب.....

- ۵۸۹ GUI-۲-۲۰ انتقال
- ۵۹۶ ۲۱- فصل بیست و یک- روش های عددی: تفاضل محدود
- ۵۹۸ ۲۱-۱- مثال مقدماتی
- ۶۰۴ ۲۱-۲- تفاضلات محدود
- ۶۱۳ ۲۱-۳- یک مثال تفاضل محدود
- ۶۱۸ ۲۱-۴- حل معادله پواسون دوبعدی
- ۶۲۲ ۲۱-۵- حل معادله دوبعدی انتشار- فروپاشی
- ۶۲۵ ضمیمه
- ۶۲۵ ضمیمه یک: وارد نمودن داده به متلب
- ۶۲۹ ضمیمه دو: خروجی اطلاعات
- ۶۳۰ ضمیمه سه: ارائه داده ها در یک هیستوگرام
- ۶۳۲ سخن آخر
- ۶۳۵ راهنمای دستورهای متلب
- ۶۳۸ دسترسی به کدهای نوشته شده در کتاب با استفاده از نرم افزار
- ۶۳۹ واژه یاب و واژه نگار

کتاب حاضر، اثری جامع و رهگذری بدیع برای پوشش ارتباطات بین دو دنیای مهم و مترقی است که اولی دنیای الگوسازی‌های زیست‌محیطی و دیگری عالم نرم‌افزارهای ریاضی است.

الگوسازی زیست‌محیطی علمی است که از دانش ریاضیات و فناوری رایانه‌ای برای شبیه‌سازی پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی محیط استفاده می‌نماید (به عنوان مثال آلودگی‌های زیست‌محیطی). این علم در ابتدا بر پایه محاسبات دستی و معادلات ساده استوار بود. در ۵۰ سال اخیر، با پیشرفت شگرف رایانه‌های رقمی^۱، الگوهای زیست‌محیطی پیچیده و پیچیده‌تر شده‌اند. این امر اغلب نیاز به راه حل‌های عددی برای دستگاه‌های معادلات دیفرانسیل پارامتری را ایجاد می‌کند.

نرم‌افزارهای ریاضی، مانند سلب سر دهه اخیر توسعه یافته و کاربرد زیادی پیدا کرده‌اند. این محصولات به ویژه در مورد کاربرانی که با موفقیات قابل توجهی مواجه شده‌اند. یک نرم‌افزار ریاضی مجموعه‌ای از ابزارها را برای حل معادلات تحلیلی و عددی فراهم می‌آورد که در مقایسه با ابزارهای برنامه نویسی، که سابقاً مورد استفاده دانشمندان قرار می‌گرفتند (مانند FORTRAN) این یک پیشرفت قابل توجه است. یک نرم‌افزار ریاضی ابزارهای بسیار پرارزش و کارایی فراهم می‌کند که حداقل، یک دستور نظم و ترتیب دادن به بزرگی‌ها می‌تواند، کارایی و خلاقیت برنامه‌نویس را افزایش دهد. همچنین استفاده از این ابزارها خطر خطاهای برنامه‌نویسی را به حداقل می‌رساند. به علاوه، یک نرم‌افزار ریاضی، ابزارهای تصویرسازی بی‌همتایی ارائه می‌کند که به کاربر، این امکان را می‌دهند که، فوراً نتایج را به صورت تصویری با چشم خود، نظاره کند و اغلب نتایج روشن تصویری متحرک دریافت نماید. دانشمندانی که با ابزاری مانند متلب آشنا شده‌اند، هرگز به راه‌های قبلی برنامه نویسی رایانه‌ای، رجوع نمی‌کنند.

کتاب حاضر یک آشنایی روشن، جامع و کاملاً آموزشی از علم الگوسازی زیست‌محیطی ارائه می‌کند و مهم‌تر از آن، کدنویسی‌های متلب را برای استفاده از راه‌حل‌های واقعی در معادلات زیست‌محیطی به کار می‌بندد. کدهای متلب در این کتاب فهرست شده‌اند.

بنده به شدت این کتاب را هم به کاربران مبتدی این زمینه و هم به کارشناسان حرفه‌ای محیط‌زیست، توصیه می‌کنم. به خصوص استفاده از این کتاب، برای دانشمندانی که یادگیری و استفاده از نرم‌افزارهای ریاضی را به تاخیر انداخته‌اند و آن را در درجه دوم اهمیت قرار داده‌اند و اهتمام جدی به آن مبذول ننموده‌اند، بسیار موثر و مفید است. این کتاب دنیای جدیدی را به روی آن‌ها خواهد گشود!

این کتاب دو هدف اساسی را دنبال می‌کند:

❖ معرفی مفاهیم پایه‌ای الگوسازی زیست‌محیطی

❖ تمرین استفاده از مجموعه‌های نرم‌افزاری ریاضی موجود

گروه هدف شامل تمام دانشمندان علوم طبیعی مرتبط با محیط‌زیست، از جمله: مهندسین فرایند و شیمی، فیزیکدان‌ها، شیمی‌دان‌ها، زیست‌شناسان، متخصصین بیوشیمی، هیدروژئولوژیست‌ها، کارشناسان منابع طبیعی و دیگران است.

چون کتاب در مورد الگوسازی است، ناگزیر، تا حدودی نیاز به دانش ریاضی می‌باشد. این کتاب طراحی شده است تا:

❖ درجه بالاتری از موضوع برای افراد مبتدی که پیشینه تحصیلاتی چندانی از الگوسازی زیست‌محیطی و نرم‌افزار متلب ندارند، بگشاید.

❖ افرادی را که تا حدودی تخصص داشتند، با روش‌های پیشرفته‌ای که آن‌ها از آن ناآگاه بودند، متحیر و البته مشغوف سازد.

به این دلیل، در این کتاب از متلب به عنوان ابزار رایانه‌ای الگوسازی استفاده شد، چون:

❖ نرم‌افزار قدرتمندی است.

❖ در اغلب مؤسسات علمی، تمامی دانشگاه‌ها و بخش‌های تحقیقاتی شرکت‌ها وجود دارد.

ابزارهای ریاضی دیگری می‌توانست انتخاب شود، که در اکثر مسایل کاربردی فصل‌های مختلف، عملکردی مشابه متلب داشته باشند، اما قابلیت‌های نیرومند متلب در جبر خطی عددی تقریباً بی‌همتا است. این کتاب شامل بیست و یک فصل است. فصل‌های اول مربوط به فرایندهای زیرمجموعه‌ای و شبیه‌سازی آن‌ها است:

(۱) انتقال، شامل حرکت نوده‌ای (حرکت افقی نوده‌ای از هوا در اثر تغییر درجه حرارت)، پخش و پراکندگی (۲) جذب (۳) تئوریه رفره‌ایش (۴) واکنش، چه کینتیک (جنبشی)، چه ترمودینامیکی. مطابق هدف (ب) بخش‌هایی از معرفی فنون الگوسازی در متلب قرار داده شده است. قسمت اول کتاب، با فصل‌هایی در مورد معادلات دیفرانسیل معمولی و تقریب پارامتر (الگوسازی معکوس) به پایان می‌رسد.

قسمت دوم کتاب، با فصل‌هایی در مورد روند الگوسازی شروع می‌شود. تحلیل جریان در صورت وجود، یک قسمت مهم و البته پیچیده در تقسیمات ریست محلی است. هسته مرکزی متلب فقط چینش‌های روندهای ساده را می‌پذیرد. بنابراین تمرکز بر روند بالقوه‌ای است که، کاربردهایی در هیدرودینامیک و ایروودینامیک و همچنین محیط‌های جاری در فضای متخلخل (تراوش و آب زیر زمینی) دارد. مفاهیم متلب در این فصول، عمیقاً مورد کاوش قرار گرفته است. در انتها موضوعات ویژه‌ای مانند: پردازش و زمین مرجع کردن تصاویر، گراف‌ها، دستگاه‌های خطی، فصل مشترک‌های گرافیکی کاربر و فضای فازی، بیان شده است.