

برنامه ریزی ریاضی در مدیریت منابع طبیعی

مترجمان

دکتر عبدالرسول سلمان ماهینی

دکتر مریم سعید صبائی

بی گمان گسترش مرزهای دانش از رسالت‌های جامع دانشگاهی است و نشر دستاوردهای ارزنده در پروراندن درخت تنومند دانش جایگاه ویژه‌ای دارد. شورای انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان بر این باور است که چاپ آثار استادان و پژوهشگران می‌تواند افزون بر گسترش یافته‌های علوم، به ترویج فرهنگ و شکوفایی اندیشه و خودباوری فراهم کند. امید است با چاپ این کتاب که یکصد و شصت و ششمین اثر این مجموعه است بتواند همگام با سایر مراکز علمی کشور گامی موثر در اعتلای علمی فرهیختگان ایران زمین بردارد.

سرشناسه	: دایکسترا، دنیس پی. Dykstra, Dennis P.
عنوان و نام پدیدآور	: برنامه‌ریزی ریاضی در مدیریت منابع طبیعی / [دنیس پی. دایکسترا]؛ مترجمان عبدالرسول سلمان‌ماهینی، مریم سعیدصباغی.
مشخصات نشر	: گلستان: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۴۴۲ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-622-6212-00-7
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
یادداشت	: عنوان اصلی: Mathematical programming for natural resource management, c1984.
موضوع	: منابع طبیعی -- مدیریت -- برنامه‌ریزی خطی
موضوع	: Natural resources -- Management -- Linear programming
موضوع	: جنگل و جنگل‌داری -- مدیریت -- برنامه‌ریزی خطی Forest management -- Linear programming
موضوع	: برنامه‌نویسی (ریاضیات) Programming (Mathematics)
شناسه افزوده	: سبائی، مریم، ۱۳۵۵ -، مترجم
شناسه افزوده	: سلمان‌ماهینی، عبدالرسول، ۱۳۴۵ -، مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۷ ب۴ ۵/د۲ HC
رده‌بندی دیویی	: ۳۳۳/۷
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۲۹۳۲۷۱

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

نام کتاب: برنامه‌ریزی ریاضی در مدیریت منابع طبیعی

مترجمان: عبدالرسول سلمان‌ماهینی-مریم سعیدصباغی

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چاپ و صحافی: مکی

نوبت چاپ: اول

مشخصات ظاهری: ۴۴۲ صفحه

تاریخ نشر: ۱۳۹۸

شمارگان: ۲۰۰ جلد

قیمت: ۶۵۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۲۱۲-۰۰-۷

امور توزیع و فروش: گرگان، میدان بسیج، پردیس جدید، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تلفن و نمابر: ۰۱۷-۳۲۴۳۷۶۱۳

کدپستی: ۴۹۱۳۸-۱۵۷۳۹

فهرست مطالب

۱.....	دیاچه
۵.....	۱ مقدمه
۶.....	۱-۱ علم مدیریت چیست؟
۹.....	۲-۱ مدل‌ها
۱۳.....	۳-۱ علم مدیریت و مدیریت منابع طبیعی
۱۶.....	۴-۱ برنامه‌ریزی ریاضی
۲۱.....	۲ معرفی نموداری برنامه‌ریزی خطی
۲۲.....	۱-۲ بنیان‌های برنامه‌ریزی خطی
۲۶.....	۲-۲ متغیرهای تصمیم
۲۷.....	۳-۲ تابع هدف
۳۱.....	۴-۲ محدودیت‌ها
۳۴.....	۱-۴-۲ محدودیت‌های مربوط به مساحت زمین

۳۶	۲-۴-۲ محدودیت سرمایه آزاد
۳۷	۵-۲ ناحیه ممکن
۴۰	۶-۲ شرایط غیر منفی
۴۱	۷-۲ حل نموداری
۴۵	۸-۲ منطق مشترک و راه حل های برنامه ریزی خطی
۴۷	مسائل
۵۳	۳ مدل ریاضی برنامه ریزی خطی
۵۳	۱-۳ مدل ریاضی
۵۵	۲-۳ نیازهای مدل برنامه ریزی خطی
۵۵	۱-۲-۳ خطی بودن
۵۷	۲-۲-۳ بخش پذیری
۵۷	۳-۲-۳ غیر منفی بودن
۵۸	۴-۲-۳ قطعیت
۵۹	۵-۲-۳ ساختار
۵۹	۳-۳ ماتریس ضرایب گسسته
۶۰	۴-۳ راهبرد فرموله کردن مسائل برنامه ریزی خطی
۶۲	۵-۳ مسئله حداقل سازی
۶۳	۶-۳ غیر ممکن و بی کران بودن
۶۷	۷-۳ تحلیل حساسیت
۶۷	۱-۷-۳ تغییرات تابع هدف
۷۰	۲-۷-۳ تغییرات سمت راست (RHS)

۷۴ ۳-۷-۳ نتیجه گیری

۷۵ مسائل

۷۷ ۴ روش های عددی برنامه ریزی خطی

۷۷ ۴-۱ مبانی روش سیمپلکس

۸۰ ۴-۱-۱ متغیرهای اضافی

۸۳ ۴-۱-۲ راه حل های پایه (اولیه)

۸۸ ۴-۱-۳ الگوریتم سیمپلکس

۱۰۳ ۴-۱-۴ چگونگی برخورد با محدودیت هایی از نوع تساوی

۱۰۴ ۴-۱-۵ روش های دیگر

۱۰۶ ۴-۱-۶ شیوه برخورد با محدودیت هایی از نوع $\geq$

۱۰۸ ۴-۱-۷ روش سیمپلکس و مسائل حداقل سازی

۱۱۰ ۴-۱-۸ روش دو مرحله ای (دو-فاز)

۱۱۶ ۴-۲ خلاصه روش سیمپلکس

۱۱۹ مسائل

۵ مفاهیم محاسبات عددی تکمیلی و راه حل های رایانه ای در برنامه ریزی خطی

۱۲۵ مسائل

۱۲۵ ۵-۱ راه حل های بهینه جایگزین

۱۲۶ ۵-۱-۱ وجود راه حل بهینه جایگزین را تشخیص دهید.

۱۲۸ ۵-۱-۲ محاسبه راه حل بهینه جایگزین

۱۲۹ ۵-۱-۳ راه حل های غیر پایه بهینه جایگزین

۱۳۰ ۵-۲ تباهیدگی (انحطاط) و چرخش

۳-۵ دوگانگی ۱۳۲

۱-۳-۵ شکل استاندارد و مسئله دوگان ۱۳۷

۲-۳-۵ ارزش‌های سایه برای محدودیت‌های الزام‌آور ۱۳۸

۳-۳-۵ مقادیر هزینه کاهش داده‌شده برای متغیرهای غیر پایه ۱۴۱

۴-۵ راه‌حل‌های برنامه‌ریزی خطی به کمک رایانه ۱۴۲

۱-۴-۵ داده‌های ورودی رایانه ۱۴۷

۴-۵ خروجی رایانه ۱۴۹

مسائل: ۱۵۲

۶ کاربردهای برنامه‌ریزی خطی در مدیریت منابع طبیعی ۱۶۱

۱-۶ برنامه و عملیات برنامه‌ریزی ۱۶۱

۱-۱-۶ مدل ۱ با محدودیت‌های مربوط به سطح ۱۶۳

۲-۱-۶ مدل ۱ با محدودیت‌های جریان ۱۷۲

۳-۱-۶ مدل ۱ با محدودیت‌های سیاه‌نمایی وضعیت جنگل ۱۷۵

۴-۱-۶ مدل ۱ با محدودیت‌های تنظیم ۱۷۷

۵-۱-۶ مدل ۲ ۱۸۰

۶-۱-۶ مقایسه مدل ۱ و مدل ۲ ۱۸۷

۲-۶ برنامه‌ریزی خطی برای تولید روکش ۱۸۹

۱-۲-۶ تابع هدف ۱۹۶

۲-۲-۶ پیش‌شرط‌های تولید روکش ۱۹۶

۳-۲-۶ محدودیت‌های بازار روکش ۱۹۷

۴-۲-۶ مشخصه‌های C-D-U ۱۹۷

- ۱۹۷..... ۵-۲-۶ محدودیت‌های عرضه الوار
- ۱۹۸..... ۶-۲-۶ شرط مربوط به الوارهایی با درجه مرغوبیت پایین
- ۱۹۸..... ۷-۲-۶ مشخصه مربوط به نرخ تولید
- ۱۹۸..... ۸-۲-۶ مشخصه‌های نرخ محصول روکش
- ۱۹۹..... ۹-۲-۶ شروط غیر منفی
- ۱۹۹..... ۱۰-۲-۶ ماتریس ضرایب گسسته
- ۲۰۰..... ۱۱-۲-۶ راه حل بهینه
- ۲۰۱..... ۳-۶ کشاورزی- جنگلداری و مسئله رژیم غذایی
- ۲۰۵..... ۱-۳-۶ تابع هدف
- ۲۰۶..... ۲-۳-۶ کل نیازمندی مواد غذایی
- ۲۰۶..... ۳-۳-۶ پروتئین مورد نیاز
- ۲۰۶..... ۴-۳-۶ ویتامین A مورد نیاز
- ۲۰۷..... ۵-۳-۶ نیازهای سوختی
- ۲۰۷..... ۶،۳،۶ شرایط غیر منفی
- ۲۰۸..... ۸-۳-۶ راه حل بهینه
- ۲۱۱..... ۴-۶ یک مسئله مدیریتی مربوط به حیات وحش
- ۲۱۵..... ۱-۴-۶ تابع هدف
- ۲۱۵..... ۲-۴-۶ محدودیت بودجه
- ۲۱۶..... ۳-۴-۶ نیازهای مربوط به نیروی کار
- ۲۱۶..... ۴-۴-۶ محدودیت‌های مربوط به مشخصه گله شکار
- ۲۱۸..... ۵-۴-۶ تولید علوفه و نیاز به آن

- ۶-۴-۶ ظرفیت زاد و ولد ۲۱۹
- ۶-۴-۷ محدودیت مربوط به برداشت چوب و الوار ۲۱۹
- ۶-۴-۸ دسترسی به زمین ۲۱۹
- ۶-۴-۹ شرایط غیر منفی ۲۲۰
- ۶-۴-۱۰ راه حل بهینه ۲۲۱
- ۶-۵-۵ برنامه ریزی خطی و برنامه ریزی کاربری زمین ۲۲۳
- ۶-۵-۱۰ تابع هدف ۲۲۸
- ۶-۵-۲ محدودیت های موجود بر میزان نرخ مالیات بر دارایی ۲۲۸
- ۶-۵-۳ افزایش قیمت ۲۲۹
- ۶-۵-۴ نیاز به زمین از ۲۳۰
- ۶-۵-۵ مناطق تفرجی ۲۳۰
- ۶-۵-۶ محدودیت های مربوط به تناسب توسعه ۲۳۰
- ۶-۵-۷ مشخصه های انواع توسعه ۲۳۱
- ۶-۵-۸ شرایط غیر منفی ۲۳۱
- ۶-۵-۹ ماتریس ضرایب گسسته ۲۳۲
- ۶-۵-۱۰ راه حل بهینه ۲۳۲
- ۶-۶-۶ برنامه ریزی خطی و از دست رفتن خاک ۲۳۵
- ۶-۶-۱۰ تابع هدف ۲۳۹
- ۶-۶-۲ محدودیت های مساحت ۲۴۰
- ۶-۶-۳ متوسط هدر رفت سالانه خاک ۲۴۱
- ۶-۶-۴ شرایط غیر منفی ۲۴۳

- ۶-۵-۶ راه حل بهینه ۲۴۳
- ۶-۶-۶ توضیحات کلی در خصوص مدل هدر رفت خاک ۲۴۴
- ۶-۷ نکات قابل توجه به دست آمده از کاربردهای برنامه ریزی خطی ۲۴۵
- مسائل ۲۴۵
- ۶-۸ با مراجعه به مثال مدیریت حیات وحش بخش ۶-۴: ۲۵۲

۷ مدل های شبکه ۲۶۱

- ۷-۱ روزه آسی ۲۶۲
- ۷-۲ مدل حمل ۲۶۳
- ۷-۲-۱ فرمول بندی برنامه ریزی خطی ۲۶۶
- ۷-۲-۲ راه حل ممکن قدمیات ۲۶۸
- ۷-۲-۳ الگوریتم انتقال ۲۷۱
- ۷-۲-۴ نکات مهم حاصل از مدل انتقال ۲۷۸
- ۷-۳ مدل کوچک ترین درخت پوشش دهنده ۲۷۸
- ۷-۳-۱ الگوریتم حداقل درخت پوشاننده ۲۸۰
- ۷-۴ مدل کوتاه ترین مسیر ۲۸۱
- ۷-۴-۱ فرمول بندی برنامه ریزی خطی ۲۸۲
- ۷-۴-۲ الگوریتم دایکسترا ۲۸۴
- ۷-۵ مدل حداکثر جریان ۲۸۹
- ۷-۵-۱ الگوریتم حداکثر جریان ۲۸۹
- ۷-۶ مدل مسیر بحرانی ۲۹۳
- ۷-۶-۱ فرمول بندی برنامه ریزی ۲۹۴

۲۹۸.....	۶-۲ الگوریتم مسیر بحرانی
۳۰۶.....	۶-۳ CPM (روش مسیر بحرانی) و عدم قطعیت
۳۰۷.....	مسائل

۸ برنامه‌ریزی چند هدفه..... ۳۱۹

۳۲۰.....	۸-۱ برنامه‌ریزی آرمانی
۳۲۱.....	۸-۱-۱ متغیرهای محدود نشده
۳۲۲.....	۸-۲-۱ برنامه‌ریزی آرمانی خطی
۳۲۶.....	۸-۱-۳ راه‌حل بهیم
۳۲۶.....	۸-۱-۵ راه‌حلی ناممکن در برنامه‌ریزی آرمانی
۳۲۹.....	۸-۱-۵ آرمان‌های یک‌وجه
۳۳۲.....	۸-۱-۶ بیان نتایج برنامه‌ریزی آرمانی
۳۳۵.....	۸-۱-۷ اولویت‌های آرمان
۳۴۱.....	۸-۱-۸ ترجیحات مبتنی بر تقدم
۳۴۴.....	۸-۱-۹ نکات برجسته منتج از برنامه‌ریزی آرمانی
۳۴۴.....	۸-۲ برنامه‌ریزی خطی پارامتری
۳۵۴.....	۸-۲-۱ تحلیل پارامتری RHS به کمک رایانه
۳۵۶.....	۸-۳ نکات بارز برای نتیجه‌گیری
۳۵۶.....	مسائل

۹ برنامه‌ریزی عدد صحیح..... ۳۶۱

۳۶۷.....	۹-۱ مجموعه علائم و اصطلاحات برنامه‌ریزی عدد صحیح
۳۶۷.....	۹-۲ کاربردهای برنامه‌ریزی عدد صحیح (مختلط) در مدیریت منابع طبیعی

۳۶۸.....	۳-۹ الگوریتم‌های برنامه‌ریزی عدد صحیح
۳۶۹.....	۱-۳-۹ الگوریتم شاخه و کران
۳۷۹.....	۲-۳-۹ شمارش ضمنی مسائل ۱-۰
۳۷۹.....	۳-۳-۹ الگوریتم صفحه برش
۳۸۵.....	۴-۹ متغیرهای جانبی
۳۸۵.....	۱-۴-۹ هزینه‌های ثابت
۳۸۹.....	۲-۴-۹ محدودیت‌های یا این یا آن
۳۹۰.....	۴-۱ محدودیت‌های اگر-پس
۳۹۱.....	۵-۹ نکات مهم و نتیجه‌گیری
۳۹۲.....	مسائل
۳۹۹.....	۱۰ برنامه‌ریزی پویا
۳۹۹.....	۲-۱۰ مثال مدیریت الوار
۴۰۹.....	۱-۲-۱۰ توضیح برنامه‌ریزی مدیریت الوار و برنامه‌ریزی پویا (دینامیک)
۴۱۲.....	۳-۱۰ ویژگی‌های مسائل برنامه‌ریزی پویا
۴۱۴.....	۴-۱۰ یک مسئله تخصیص
۴۱۷.....	۱-۴-۱۰ فرآیند به‌گزینی
۴۱۹.....	۲-۴-۱۰ راه‌حل بهینه
۴۲۲.....	۵-۱۰ برخی نظرات و مشاهدات کلی درباره برنامه‌ریزی پویا
۴۲۳.....	۶-۱۰ نکات مهم و نتیجه‌گیری
۴۲۳.....	مسائل

دیباچه

به هنگام تدوین آمایش سرزمین برای دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری محیط زیست، برنامه ریزی خطی به شکل مختصر توضیح داده می شود. البته، همیشه این بحث وجود دارد که ادغام مستقیم برنامه ریزی خطی با سامانه های اطلاعات جغرافیایی و اعمال آن بر روی نقشه ها دشوار است. در این راستا، نوشته Emilio Chivengo در سال ۱۹۹۳ در مجله International Journal of Integration of Linear Programming and Geographical Information Systems با عنوان GIS for Land-use Modelling به چشم نخست را به خود جلب کرد و به دنبال تدریس آن و اقبال دانشجویان آمایش، نوشته های مرتضی انصاری و Artho Nalle تحت عنوان Clarification on the Use of Linear Programming and GIS for Land-use Modelling در سال ۱۹۹۷ در همان مجله به چاپ رساندند مورد استفاده قرار گرفت. با موازات این بررسی ها، مشخص شد این رشته از مطالعات همچنان با قوت ادامه دارد، چرا که Herzig به کاروان وی در سال ۲۰۰۸ در نیوزیلند به طور موفقیت آمیزی سعی نموده بودند با استفاده از برنامه ریزی خطی در بطن سامانه های اطلاعات جغرافیایی و تولید سامانه پشتیبان مدیریت اراضی LULU-SS به اتصال پلی گون ها در نقشه و برنامه ریزی خطی بپردازند و از این طریق امکان دستیابی به اهداف چندگانه را در سطح سرزمین فراهم آورند.

در همین راستا، Hanink و Cromley در مقاله خود تحت عنوان Coupling Land Use Allocation Models with Raster GIS در مجله Journal of Geographical Systems به سال ۱۹۹۹ ادعا نمودند روشی را توسعه داده اند که به کمک آن می توان برنامه ریزی خطی را برای پیکسل های یک لایه رستری که متضمن تعداد زیادی متغیر تصمیم است اجرا نمود و حتی در این

۲ برنامه‌ریزی ریاضی در مدیریت منابع طبیعی

مقاله به مقایسه نتایج روش خود با روش بهگزینی و حل تعارض نرم افزار ایدرسی به نام MOLA پرداختند و نشان دادند روش ایشان نتایج بهتری ارائه می‌کند. اما در محافل علمی به نظر همچنان موضوع استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی برای پیکسل‌های رستر که متغیرهای تصمیم را زیاد می‌کند و عملاً مسئله را غیر قابل حل می‌نماید با شک و تردید همراه بوده و هست. به موازات این پژوهش‌ها، مقالات زیادی تحت راهنمایی پروفیسور Hugh Possingham که یکی از توسعه دهندگان سامانه Marxan برای انتخاب و بهگزینی مناطق حفاظتی به روش تدریجی (Simulated Annealing) است ملاحظه شد که نشان از تلاش این استاد متخصص ریاضی و بوم‌شناسی و دانشجویان ایشان و سایر محققان برای بررسی امکان استفاده از برنامه‌ریزی خطی به جای روش تدریجی در انتخاب مناطق حفاظتی داشت. در ادامه، مسئله انتخاب روش مناسب بهگزینی که هم با پیکسل‌های کنونی امکان‌پذیر و هم در زمان مناسب قابل اجرا باشد در محافل علمی همچنان مورد بحث قرار می‌گرفت تا اینکه مقاله Beyer و همکاران که شامل پروفیسور Possingham نیز می‌شد تحت عنوان Solving Conservation Planning Problems with Integer Linear Programming در سال ۲۰۱۶ به چاپ رسید که در آن نویسندگان نشان داده بودند با چشم‌پوشی از برخی نیازهایی برنامه‌ریزی خطی و تغییراتی در الگوریتم اجرای آن در چارچوب یک نرم‌افزار جدید می‌توان نتیجه بهتری برای تعداد زیادی پیکسل در انتخاب مناطق حفاظتی استفاده نمود و به نتایج دقیق‌تر رسید که ناید توانایی استفاده از این روش را برای آزمایش سرزمین و حل تعارض میان کاربری‌های رقابتی داد. در ادامه مطالعات، کتاب پایه‌ای حاضر از طرف یکی از پژوهشگران برتر برنامه‌ریزی خطی به نام Dennis P. Dykstra برای مترجمان ارسال شد و انگیزه‌ای مضاعف برای برگرداندن آن به فارسی فراهم آمد.

اکنون امید است دانشجویان رشته‌های مختلف منابع طبیعی و علوم کشاورزی با خواندن این کتاب آشنایی لازم برای استفاده عملی از این دانش در امور روزمره محیط زیست و منابع طبیعی و کشاورزی کشورمان پیدا نمایند و با نشر و ترویج آن در میان کارشناسان دستگاه‌های مرتبط و مسولان اجرایی به اعتلای شرایط طبیعی و اقتصادی کشورمان کمک نمایند.

در ترجمه کتاب حاضر خانم دکتر مریم سعیدصبایی نقش اساسی داشته‌اند. البته، در ادامه کار، خانم مهندس سیما سفیدیان ویرایش‌های عمومی بر روی کتاب حاضر انجام داده‌اند که بسیار مفید بوده و از ایشان قدردانی می‌شود. ضمناً، طرح روی جلد نیز حاصل هنر و زحمات خانم

برنامه‌ریزی ریاضی در مدیریت منابع طبیعی ۳

مهندس سفیدیان است. کتاب حاضر برای چهار بار مورد ویرایش قرار گرفته و با این حال عاری از اشکال نیست. نقایص این ترجمه همه بر عهده برگردان کنندگان است و اگر خواندن این کتاب مشوقی برای دانشجویان جهت استفاده و نشر بیشتر این رشته علمی ایجاد کند، مترجمان به هدف خود نایل شده‌اند. در خاتمه از خوانندگان می‌خواهیم ایرادات کتاب را به اطلاع مترجمان برسانند تا در چاپ‌های بعدی مرتفع شوند.

عبدالرسول سلمان ماهینی

مریم سعید صبایی

بهار ۱۳۹۷

www.ketab.ir