

یک مسیر ساده به

آنالیز محدب و کاربردها

تالیف

به رییس اس.موردوخویچ

و ن. ماانام

ترجمه

اکرم دهنوخلجی

عضو هیئت علمی دانشگاه خوارزمی



تهران، ۱۳۹۶

سرشناسه	: ماردخوویچ، بوریس شالیموویچ، ۱۹۴۸ - م.
عنوان و نام پدیدآور	: (Mordukhovich, B. Sh. (Boris Sholimovich
مشخصات نشر	: یک مسیر ساده به آنالیز محدب و کاربردها/مؤلف بوریس اس مردوخوویچ، نووین ماآنام؛ مترجم اکرم دهنوخلجی.
مشخصات ظاهری	: تهران: دانشگاه خوارزمی، ۱۳۹۵.
شابک	: [۳۰۰ص].
وضعیت فهرست نویسی	: 978-600-8587-05-7: ۱۹۰۰۰۰ ریال
یادداشت	: فیبا
موضوع	: عنوان اصلی: An easy path to convex analysis and applications.
موضوع	: آنالیز ریاضی
موضوع	: Mathematical analysis
موضوع	: توابع محدب
موضوع	: Convex functions
شناسه افزوده	: نووین، ماآنام
شناسه افزوده	: Nguyen, Mau Nam
شناسه افزوده	: دهنوخلجی، اکرم، ۱۳۶۱ -، مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه خوارزمی
رده بندی کنگره	: QA۳۰۰/م۲ ی۸۱۰۹۵
رده بندی دیویی	: ۵۱۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۷۲۱۲



عنوان کتاب:	یک مسیر ساده به آنالیز محدب و کاربردها
تالیف:	بوریس اس مردوخوویچ - نووین ماآنام
ترجمه	اکرم دهنوخلجی
ناشر:	دانشگاه خوارزمی
طراح جلد:	لیلا کشاورز سیاهپوش
چاپ و صحافی:	دانشگاه خوارزمی
نوبت چاپ:	اول، ۱۳۹۶
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۸۵۸۷-۰۵-۷
شمار:	۵۰۰ نسخه
قیمت:	۱۹۰۰۰۰ ریال

مقدمه مترجم

بهینه‌سازی محدب یکی از حوزه‌های پرکاربرد در ریاضیات است و در حال حاضر در بسیاری از دانشگاه‌های دنیا تدریس می‌شود و مورد استفاده پژوهشگران رشته‌های مختلفی قرار می‌گیرد. اساس ریاضی بهینه‌سازی محدب، آنالیز محدب است که اخیراً مورد توجه دانشجویان ریاضیات در کشورمان قرار گرفته است و کسب دانشی عمیق در زمینه آنالیز محدب، آنها را قادر می‌سازد تا ابزار کاراتری در مواجهه با مسائل بهینه‌سازی داشته باشند.

هدف اصلی کتاب حاضر گشایش راهی ساده به بنیادی‌ترین بخش‌های آنالیز محدب و کاربردهای آن در بهینه‌سازی است. دانش‌آموزان در بیان ساده و روان مفاهیم آنالیز محدب ستودنی است و فهم مطالب را برای خوانندگانی که هیچ پیش‌زمینه‌ای ندارند، میسر می‌سازد. کاربردهای آنالیز محدب در مسائل مکان‌یابی، مسائل جالب در هندسه مانند مساله فرما-توریچلی، مساله هرون، مساله سیلستر و تعمیم‌های آنها نیز از ویژگی‌های منحصر به فرد این اثر است. این کتاب شامل مطالب کافی برای اولین درس در آنالیز محدب می‌باشد و می‌تواند عنوان مناسبی تکمیلی برای درس برنامه ریزی غیرخطی نیز معرفی شود.

مؤلف اول، بوریس موردوخوویچ استاد دانشگاه وین-استرالیا، آمریکا، یکی از ابداع‌کنندگان آنالیز وردشی مدرن و تئوری مشتق‌گیری تعمیم‌یافته است. پس از آگاهی از کتاب ایشانی به ترجمه کتاب به زبان فارسی، بر آن شدم تا با ترجمه این اثر بی‌نظیر راه را برای ورود هر چه ساده‌تر پژوهشگران ایرانی به حوزه‌های مدرن بهینه‌سازی و آنالیز محدب هموار نمایم.

مایلم مراتب قدردانی خود را از بهاره نوری، کارشناس ارشد تحقیق در عملیات، که کار تایپ این ترجمه را انجام دادند، ابراز نمایم. همچنین از محمدابراهیم سرابی، استادیار دانشگاه مازان، جهت ویراستاری علمی این کار صمیمانه سپاسگزارم.

امید است این ترجمه مورد توجه و استفاده مشتاقان مفاهیم مدرن در آنالیز و بهینه‌سازی واقع شود.

مقدمه مؤلفان

ویژگی‌های هندسی مجموعه‌ها و توابع محدب قبل از دهه ۱۹۶۰ اولین بار توسط ریاضیدانان برجسته، هرمن مینکوفسکی و ورنر فنجل، بررسی شد. در اوایل دهه ۱۹۶۰ آنالیز محدب به طور گسترده در کارهای ر. تیرل روکافلر و جین-جاکوز مورو، که یک بررسی اصولی از این رشته جدید ابداع کردند، مطالعه گردید. آنالیز محدب، به عنوان بخشی بنیادین از آنالیز وردشی، شامل یک نظریه مشتق‌گیری تعمیم‌یافته است که به مطالعه دست زریگی از مدل‌های ریاضی که در آن فرض مشتق‌پذیری برای داده‌های اولیه وجود ندارد، می‌پردازد. آنالیز محدب را می‌توان در بسیاری از کاربردها که در آنها مسائل بهینه‌سازی ظاهر می‌شود، مشاهده کرد. وجه تمایز آن این است که نه تنها ویژگی‌های کیفی جوابهای بهینه به‌طور کامل بررسی و شرایط لازم کافی بهینه‌گر حاصل شود، بلکه الگوریتم‌های کارایی برای حل مسائل بهینه‌سازی محدب، حتی با داده‌های مشکلناپذیر، طراحی گردد. آنالیز محدب و بهینه‌سازی تأثیری فزاینده بر بسیاری از حوزه‌های ریاضیات و علوم کاربردی مانند سیستم‌های کنترل، تخمین و پردازش سیگنال، ارتباطات و شبکه، طراحی مدارهای الکترونیک، تحلیل داده‌ها و مدل‌سازی، آمار، اقتصاد و ... دارد.

چندین کتاب به طور اساسی به وجه مختلف آنالیز محدب و بهینه‌سازی می‌پردازند. از جمله به کتاب "آنالیز محدب" روکافلر [۲۶]، "آنالیز محدب و الگوریتم‌های کمینه‌سازی" هیریارت-اوروتی و لمارچال ([۸]، [۹]) (در دو نسخه)، "آنالیز محدب و بهینه‌سازی غیرخطی" بوروین و لويس [۴]، "درس مقدماتی بر بهینه‌سازی محدب" نستروف [۲۱] و "بهینه‌سازی محدب" بوید و واندنبرگ [۳] و سایر کتابهای آورده شده در بخش فهرست مراجع اشاره می‌کنیم.

کتاب حاضر پلی بین دانشجویان و پژوهشگرانی است که به‌تازگی استفاده از آنالیز محدب را شروع کرده‌اند، تا به دنیای وسیع آنالیز محدب و بهینه‌سازی وارد شوند. برای بیشتر قضایای ارائه شده در کتاب، برهان‌های مفصلی می‌آوریم و شکلها و تمرین‌های مختلفی برای درک بهتر مطالب ارائه می‌دهیم. رویکرد هندسی قدرتمند در آنالیز وردشی مدرن، برای حالت محدب اقتباس و ساده شده است، تا راهی ساده برای مشتق‌گیری تعمیم‌یافته اشیاء محدب در بعدهای متناهی برای خواننده فراهم آورد. به این ترتیب، کتاب حاضر یک نقطه شروع برای خواننده علاقمند فراهم می‌کند تا مطالعه آنالیز وردشی غیرمحدب و کاربردهایش را ادامه دهد. کتاب حاضر از این منظر می‌تواند مورد توجه متخصصین آنالیز محدب و وردشی

قرار گیرد. بخش پایانی این کتاب نه تنها به بررسی مباحث کلاسیک در بهینه‌سازی محدب از جمله شرایط بهینگی و الگوریتم‌های زیرگرادیان، می‌پردازد، بلکه نتایج عددی و کیفی جدیدی برای مسائل جایابی مهم ارائه می‌دهد، که از نقطه نظر کاربرد حائز اهمیت است.

این کتاب شامل چهار فصل است و به این ترتیب سازمان‌دهی شده است. در فصل اول ویژگی‌های بنیادین مجموعه‌ها و توابع محدب بیان می‌شود و توجهی خاص، به دسته‌هایی از توابع محدب که در بهینه‌سازی حائز اهمیت می‌باشند، معطوف می‌شود. فصل دوم به‌طور عمده اختصاص به بسط قواعد اساسی مسائل برای نرمالها به مجموعه‌های محدب و زیرگرادیانهای توابع محدب می‌پردازد که جزو مباحث اصلی نظریه محدب هستند. فصل سوم به برخی عناوین تکمیلی در آنالیز محدب اختصاص دارد که عمدتاً در کارها، استفاده قرار می‌گیرند. فصل چهارم به کاربردهای نتایج اساسی آنالیز محدب در مسائل بهینه‌سازی محدب و مسائل مکان‌یابی منتخب می‌پردازد که از هر دو جنبه کیفی و عددی در نظر گرفته شده‌اند. در پایان کتاب، براب و راهنمایی حل مسائل منتخب ارائه می‌شود.

تمرین‌هایی در انتهای هر فصل و شکل‌ها و مثال‌هایی در سرتاسر متن فراهم آورده شده‌اند. فهرست مراجع، شامل کتابها و مقالات منتخب است که با مطالب در نظر گرفته شده در کتاب ارتباط نزدیک دارند و می‌توانند به خواننده برای مطالعات پیشرفته نیز محدب، کاربردها و بسط بیشتر آن کمک کند.

پیش نیاز این کتاب، مقدماتی بر جبرخطی و حسابان است. بنابراین، می‌تواند به‌عنوان یک کتاب درسی در آنالیز محدب و کاربردها، در هر دو سطح کارشناسی و تحصیلات تکمیلی مورد استفاده قرار گیرد. در واقع مؤلفان از مطالب ذکر شده برای تدریس در کلاس‌های دو سطح مذکور در دانشگاه‌های مختلفی استفاده کرده‌اند. امیدواریم این کتاب، بحث آنالیز محدب را برای نیف وسیعی از دانشجویان کارشناسی و تحصیلات تکمیلی، پژوهشگران شاخه‌های گوناگون و مشاغل مرتبط، ملموس‌تر سازد.

بوریس اس. موردوخوویچ

نوین مأ نام

دسامبر ۲۰۱۳

فهرست مطالب

۱	فصل اول مجموعه و توابع محدب
۱	۱.۱ مقدمات
۷	۲.۱ مجموعه‌های محدب
۱۴	۳.۱ توابع محدب
۳۰	۴.۱ درون‌های نسبی مجموعه‌های محدب
۳۹	۵.۱ تابع فاصله
۵۳	فصل دوم حساب زیردیفرانسیل
۵۳	۱.۲ جداسازی مجموعه‌های محدب
۶۰	۲.۲ نرمال‌ها به مجموعه‌های محدب
۷۰	۳.۲ پیوستگی لیشیتس توابع محدب
۷۶	۴.۲ زیرگرادیان‌های توابع محدب
۸۷	۵.۲ قواعد اساسی حسابان
۱۰۰	۶.۲ زیرگرادیان‌های توابع بهینه‌مقدار
۱۰۸	۷.۲ زیرگرادیان‌های توابع حامی
۱۱۰	۸.۲ مزدوج‌های فنچل
۱۱۷	۹.۲ مشتقات جهتی

۱۲۴	زیرگرایان‌های توابع سوپریم
۱۳۷	فصل سوم نتایج جالب توجه از تحدب
۱۳۷	۱.۳ مشخص‌سازی مشتق‌پذیری
۱۴۰	۲.۳ قضیه کاراتودری و لم فارکاس
۱۴۷	۳.۳ قضایای رادون و هلی
۱۴۹	۴.۳ مماس‌ها به مجموعه‌های محدب
۱۵۳	۶.۳ قضایای مقدار میانی
۱۵۵	۶.۲ مخروط‌های افق
۱۵۹	۷.۳ توابع رمانیمال و معیار مینکوفسکی
۱۶۸	۸.۳ زیرگرایان‌های توابع زمان مینیمال
۱۷۴	۹.۳ تعادل نش
۱۸۵	فصل چهارم کاربردها در تحلیل حارابی و بهینه‌سازی
۱۸۵	۱.۴ نیم‌پیوستگی پایینی و و دگینه‌کدها
۱۹۴	۲.۴ شرایط بهینگی
۲۰۲	۳.۴ روش‌های زیرگرایان در بهینه‌سازی محدب
۲۱۰	۴.۴ مساله فرما-توریچلی
۲۲۰	۵.۴ یک تعمیم مساله فرما-توریچلی
۲۴۰	۶.۴ یک مساله سیلوستر تعمیم‌یافته
۲۶۱	فصل پنجم راه حل و راهنمایی تمرین‌های منتخب
۲۷۹	فهرست منابع
۲۸۵	واژه‌نامه فارسی به انگلیسی
۲۹۱	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
۲۹۷	نمایه