

۱۴۷۵۲۵۱

مبانی نظری گراف
(الگوریتم‌ها و کاربردها)

دکتر کورش عشقی

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف

دکتر مهدی کریمی نسب

رئیس گروه پسادکتری دانشگاه هامبورگ

www.ketab.ir



نشر کتاب دانشگاهی

کتابخانه مرکزی
تهران

سرشناسه	عشقی، کورش، ۱۳۴۲-
عنوان و نام پدیدآور	مبانی نظری گراف (الگوریتم‌ها و کاربردها) / کوشش مهدی کریمی نسب.
مشخصات نشر	تهران: نشر کتاب دانشگاهی، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	۳۰۴ ص.: جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۵۱۰۷-۸۸-۳
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا.
یادداشت	واژه‌نامه.
یادداشت	کتابنامه: ص. ۲۶۷.
یادداشت	نمایه.
موضوع	گراف‌ها
موضوع	Graph Theory
شناسه افزوده	کریمی نسب، مهدی، ۱۳۶۱-
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۵م ۲/ع ۵۱۶۶ QA
رده‌بندی دیویی	۵۱۱/۵
شماره کتاب‌شناسی ملی	۴۵۷۲۵۰۳

سازمان پژوهش‌های علمی و اطلاع‌رسانی
(کتابخانه و انتشارات)



نشر کتاب دانشگاهی

مبانی نظری گراف
(الگوریتم‌ها و کاربردها)

کوشش علمی • مهدی کریمی نسب

ویرایش و نمونه خوانی

ریبیری

محمه آرای

س طمه محمدی

ترافیک

فاران اتم

چاپ اول ۱۳۹۶

لیتوگرافی رامین

چاپ روناس

صحافی کتیبه

تعداد صفحات ۳۰۴، وزیری

۵۰۰ نسخه

شابک ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۰۷-۸۸-۳

۸۵۵۳

خ. انقلاب، خ. قدس، ابتدای خ. بزرگمهر، ش. ۸۷، تلفن ۶۶۴۱۸۵۸۶، فکس ۶۶۴۶۷۲۲۶

Website: www.ketabedaneshgahi.com

E-mail: info@ketabedaneshgahi.com

کتاب‌فروشی اینترنتی فردا: www.fardabook.com

حقوق چاپ و نشر دائم این اثر محفوظ و مخصوص نشر کتاب دانشگاهی است.

۲۰۰۰۰ تومان

پیش‌گفتار

نظریه گراف از جمله شاخه‌های نسبتاً جدید در دانش ریاضی است که در چند دهه اخیر مورد توجه ویژه پژوهشگران حوزه ریاضیات گسسته قرار گرفته است. خوشبختانه در کشور ما نیز نظریه گراف، به دلیل زیبایی و کاربردهای فراوانی که در دیگر رشته‌های علوم و مهندسی دارد، از استقبال بسیار زیادی نزد محققان و دانشجویان برخوردار شده است.

کتاب حاضر حاصل بیش از ده دهه تحقیق و تدریس مؤلفان این حوزه است و تهیه و نوشتن متن آن بیش از سه سال وقت برده است. در خلال چندین سال که کتاب حاضر مورد بازخوانی و ویرایش قرار گرفته است، سعی شده که تا حد ممکن بر میزان روان بودن مطالب کتاب افزوده شده و تا حد امکان از پیچیده کردن بیش از حد مفاهیم خودداری شود؛ به گونه‌ای که کتابی تقریباً خودآموز در دست خواننده قرار گیرد. به همین خاطر، مثال‌ها و شکل‌های متنوعی را برای توضیح بهتر مفاهیم و قضایا آورده‌ایم.

هدف اصلی ما از نوشتن این کتاب، آشناسازی خواننده با پایه‌های نظریه گراف و برخی کاربردهای آن در علوم و مهندسی است؛ بنابراین سعی شده است که ابتدا قضایای بنیادی مهم هر بخش به زبان ساده توضیح داده و سپس، اثبات قضایا که شاید تنها برای گروهی از علاقه‌مندان جذاب باشد به‌طور جداگانه در انتهای فصل آورده شود. از این رو کوشش شده است که خواننده در طول مطالعه هر فصل، تلاش برای فهم اثبات قضایا، رشته اصلی مطالب را از دست ندهد. شایان ذکر است که در بسیاری موارد، برای اولین بار قضیه‌ای توسط یک محقق ارائه شده، اثبات نسبتاً پیچیده‌ای برای آن قضیه بیان گردیده است که فهم آن برمند تسلط بر دیگر شاخه‌های ریاضیات است، ولی بعدها افراد دیگری توانسته‌اند اثبات‌های ساده‌تر و کوتاه‌تری برای این قضیه‌هایی ارائه کنند. در این گونه موارد، فقط ایده اثبات اصلی بیان شده و در عوض، اثبات ساده‌تر به خواننده ارائه شده است. به‌طور کلی، مطالب هر فصل از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

الف) مقدمه: در این قسمت به توضیح کلیاتی در مورد مطالب مندرج در آن فصل می‌پردازیم تا خواننده، درباره محتوای آن فصل آمادگی ذهنی پیدا کند.

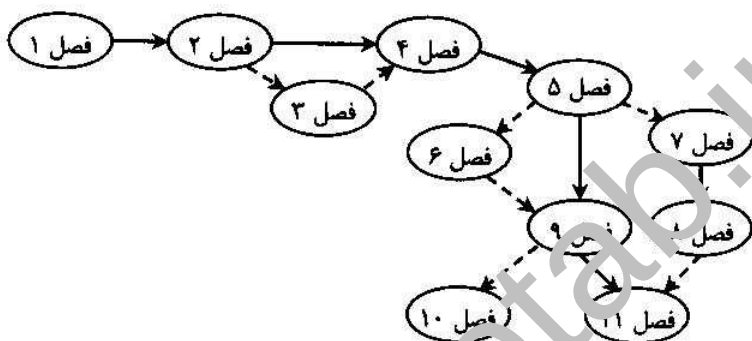
ب) تعاریف و قضایا: در این قسمت به ارائه مفاهیم، تعاریف، مثال‌ها و قضایای اصلی مربوط به مباحث آن فصل می‌پردازیم.

ج) کاربرد مطلب در برخی از مسائل معروف: در این قسمت به ارائه اجمالی کاربرد موضوع در برخی از مسائل به‌ویژه مسائل بهینه‌سازی کلاسیک می‌پردازیم. البته در طول کتاب، برای هر مسئله، الگوریتم (هایی) نیز ارائه خواهد شد.

(د) مروری بر اثبات قضایا: در تمامی فصل‌ها سعی شده است اثبات قضایا به صورت ساده ارائه شود، به جز چند مورد خاص که به دلیل برخی پیچیدگی‌های موجود، از بیان نحوه اثبات خودداری شده است.

(و) تمرین‌ها: در این قسمت تمرین‌های مرتبط با مطالب آن فصل ارائه می‌شوند.

هم‌چنین به خوانندگان توصیه می‌کنیم که فصول کتاب را به همان ترتیبی که آمده است مطالعه کنند، ولی اگر شخصی بخواهد از مطالعه بعضی از فصل‌ها اجتناب کند، با استفاده از شکل زیر و رعایت پیش‌نیازهای مندرج در آن (که خط‌چین‌ها به معنای کم‌رنگ بودن رابطه پیش‌نیازی است)، پیوستگی مطالب را از دست نخواهد داد:



بی‌شک هر تألیفی نیازمند تصحیح و بازنگری حرفه‌ای و حرفه‌ساختن ایرادها و خطاها است. بنابراین از خوانندگان عزیز خواهشمندیم که نظرهای اصلاحی و پیشنهادی‌های ارزشمند خود را به منظور هر چه غنی‌تر کردن مطالب کتاب حاضر در چاپ‌های بعدی، با ما در میان بگذارند. بر زحمات اب آقای مهندس پایدار، مدیریت محترم نشر کتاب دانشگاهی، آقای فاران اتحاد طراح مجموعه، سرکار خانم شمس، راستار و سرکار خانم محمدی که زحمت صفحه‌آرایی این کتاب را بر عهده داشتند صمیمانه سپاسگزاری می‌کنیم.

کوروش عشقی (استاد دانشگاه) - معنی شریف^۱

مهدی کریمی‌نسب (پژوهشگر دورهٔ پساکتابی دانشگاه هامبورگ)^۲

زمستان ۹۵

1. K. Eshghi, email: eshghi@sharif.edu

2. M. Karimi-Nasab, email: mehdi.kariminasab@gmail.com

فهرست

پیش‌گفتار

بج

فصل اول: آشنایی با مبانی نظریه گراف

۱

۱-۱ مقدمه

۱

۲-۱ تعاریف و قضایا

۲

۳-۱ برخی مسائل بهینه‌سازی معروف

۹

۴-۱ مروری بر اثبات قضایا

۹

تمرین‌ها

۱۱

فصل دوم: نمایش گراف و یک‌ریختی

۱۳

۱-۲ مقدمه

۱۳

۲-۲ تعاریف و قضایا

۱۳

۳-۲ مروری بر اثبات قضایا

۳۰

تمرین‌ها

۳۴

فصل سوم: درخت‌ها و جنگل‌ها

۳۷

۱-۳ مقدمه

۳۷

۲-۳ تعاریف و قضایا

۳۷

۳-۳ کاربرد درخت‌ها در برخی از مسائل بهینه‌سازی

۴۸

۴-۳ مروری بر اثبات قضایا

۵۲

تمرین‌ها

۵۷

فصل چهارم: گراف‌های همبند

۵۹

۱-۴ مقدمه

۵۹

۲-۴ تعاریف و قضایا

۵۹

۳-۴ مروری بر اثبات قضایا

۶۶

۷۷	تمرین‌ها
۷۹	فصل پنجم: مدارهای اویلری
۷۹	۱-۵ مقدمه
۷۹	۲-۵ تعاریف و قضایا
۸۴	۳-۵ کاربرد مدار اویلری در برخی از مسائل بهینه‌سازی
۸۶	۴-۵ مروری بر اثبات قضایا
۸۸	تمرین‌ها
۹۱	فصل ششم: نظایر
۹۱	۱-۶ مقدمه
۹۱	۲-۶ تعاریف و قضایا
۱۰۰	۳-۶ کاربرد تطابق در برخی از مسائل بهینه‌سازی
۱۰۶	۴-۶ مروری بر اثبات قضایا
۱۱۴	تمرین‌ها
۱۱۷	فصل هفتم: رنگ‌آمیزی گراف‌ها
۱۱۷	۱-۷ مقدمه
۱۱۷	۲-۷ تعاریف و قضایا
۱۳۲	۳-۷ مروری بر اثبات قضایا
۱۱۹	تمرین‌ها
۱۶۳	فصل هشتم: گراف‌های مسطح
۱۶۳	۱-۸ مقدمه
۱۶۳	۲-۸ تعاریف و قضایا
۱۷۳	۳-۸ کاربرد گراف‌های مسطح در برخی از مسائل بهینه‌سازی
۱۷۵	۴-۸ مروری بر اثبات قضایا
۱۷۹	تمرین‌ها
۱۸۱	فصل نهم: مسیرها و دورهای همیلتنی
۱۸۱	۱-۹ مقدمه

۱۸۲	۲-۹ تعاریف و قضایا
۱۸۹	۳-۹ کاربرد گراف‌های همیتونی در برخی از مسائل بهینه‌سازی
۱۹۹	۴-۹ مروری بر اثبات قضایا
۲۰۵	تمرین‌ها
۲۰۹	فصل دهم: گراف‌های جهت‌دار و شبکه‌ها
۲۰۹	۱-۱۰ مقدمه
۲۰۹	۲-۱۰ تعاریف و قضایا
۲۱۵	۳-۱۰ کاربرد شبکه‌ها در برخی از مسائل بهینه‌سازی
۲۳۶	۴-۱۰ مروری بر اثبات قضایا
۲۴۶	تمرین‌ها
۲۵۱	فصل یازدهم: مباحث پیشرفته در گراف‌ها
۲۵۱	۱-۱۱ مقدمه
۲۵۱	۲-۱۱ تعاریف و قضایا
۲۵۸	۳-۱۱ اثبات قضایا
۲۶۴	تمرین‌ها
۲۶۷	فهرست منابع
۲۷۱	فهرست نمادها
۲۷۳	فهرست افراد تأثیرگذار در نظریه گراف
۲۸۱	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
۲۸۹	نمایه