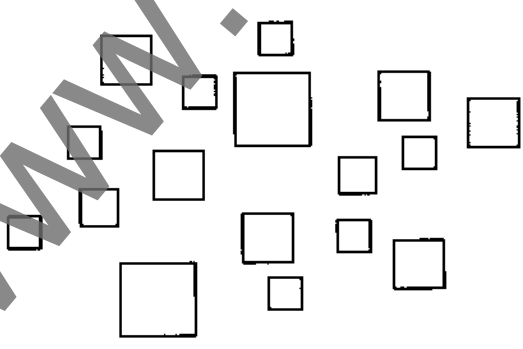


# ۶۰۰ مسئله‌ی چند گزینه‌ای از داده‌ساختارها و الگوریتم‌ها

www.ketab.ir



محمد قدسی  
آیدین نصیری شوق



## ۶۰۰ مسئله‌ی چندگزینه‌ای از داده ساختارها و الگوریتم‌ها

مؤلفان: محمد قدسی، آیدین نصیری شرق

ویراستار: محمد حسین غفاری انجدانی

ناشر: انتشارات فاطمی

چاپ اول، ۱۳۹۱

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۳۱۸-۷۴۳-۹

ISBN 978-964-318-743-9

شمارگان: ۲۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۵۰۰۰ تومان

آماده‌سازی پیش از چاپ: واحد تولید انتشارات فاطمی

- مدیر تولید: فرید مصدقی

- طراح جلد: علیرضا ابوالحسنی

- نمونه‌خوان: شقایق میرصیافی

- نظارت بر چاپ: علیرضا محمدپور

لیتوگرافی: نقش سبز

چاپ و صحافی: خاشع

■ کلیه‌ی حقوق این اثر برای انتشارات فاطمی محفوظ است. تکثیر، انتشار و ذخیره‌سازی تمام یا بخشی از این اثر به هر شکل (چاپی، الکترونیکی و ...) و با هر هدف بدون مجوز از ناشر، غیرقانونی و قابل پیگرد است.

انتشارات فاطمی، تهران، میدان دکتر فاطمی، خیابان جویبار، خیابان میرهادی،

شماره‌ی ۱۴، کدپستی ۱۴۱۵/۸۲۷۲۱، تلفن: ۸۸۹۴۵۵۴۵ (۲۰ خط)

www.fatemi.ir • info@fatemi.ir



انتشارات فاطمی

قدسی، محمد، ۱۳۳۱-

۶۰۰ مسئله‌ی چندگزینه‌ای از داده ساختارها و الگوریتم‌ها / مؤلفان محمد قدسی، آیدین نصیری شرق؛ ویراستار محمد حسین

غفاری انجدانی. - تهران: فاطمی، ۱۳۹۱.

ده ۳۱۸ ص.؛ مصور.

ISBN 978-964-318-743-9

نیای.

کتابنامه.

نمایه.

۱. ساختار داده‌ها - - آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی). ۲. ساختار داده‌ها - - مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی). ۳. ساختار داده‌ها

- - راهنمای آموزشی (عالی). ۴. الگوریتم‌های کامپیوتری - - آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی). ۵. الگوریتم‌ها - - مسائل، تمرین‌ها و

غیره (عالی). الف. نصیری شرق، آیدین، ۱۳۶۵- . ب. غفاری انجدانی، محمد حسین، ویراستار. ج. عنوان.

۳۷۸/۱۶۶۲

EB2۳۵۲/۳۱۱۳ ص۵

۱۳۹۱

۲۹۷۲۸۷۵

کتابخانه‌ی ملی ایران

## فهرست

هفت	پیش‌گفتار
۶	درباره‌ی نویسندگان
۱	۱ تحلیل الگوریتم‌ها
۱	۱.۱ رابطه‌های بازگشتی
۵	۲.۱ تابع‌های مجانبی
۸	۳.۱ تحلیل رویه‌های ترتیبی
۱۳	۴.۱ تحلیل سرشکنی
۱۴	۵.۱ سختی الگوریتم‌ها
۱۵	۶.۱ الگوریتمی
۱۹	۲ مرتب‌سازی
۱۹	۱.۲ بله-خیر
۲۲	۲.۲ مرتب‌سازی سریع
۲۳	۳.۲ مرتبه‌ی آماری
۲۷	۴.۲ ادغام دنباله‌های مرتب
۳۱	۵.۲ مسئله‌های دیگر

۴۵	داده‌ساختارهای ساده	۳
۴۵	بله - خیر	۱.۳
۴۶	لیست، پشته و صف	۲.۳
۴۸	درخت‌ها	۳.۳
۵۴	عبارت، درخت عبارت	۴.۳
۵۸	مجموعه‌ها	۵.۳
۶۲	درهم‌سازی	۶.۳
۶۵	سایر داده‌ساختارها	۷.۳
۶۹	داده‌ساختارهای پیشرفته	۴
۶۹	بله - خیر	۱.۴
۷۰	درخت دودویی جست و جز	۲.۴
۷۶	درخت قرمز-سیاه	۳.۴
۷۸	درخت بی‌وی‌بال و دیگر گسترش‌ها	۴.۴
۸۲	مجموعه‌های مجزا	۵.۴
۸۴	داده‌ساختارهای دیگر	۶.۴
۸۷	الگوریتم‌ها	۵
۸۷	بله - خیر	۱.۵
۸۸	الگوریتم‌های عمومی	۲.۵
۹۳	الگوریتم‌های حریم‌بندی	۳.۵
۹۷	روش پویا	۴.۵
۹۹	الگوریتم هافمن	۵.۵
۱۰۱	مسئله‌های دیگر	۶.۵
۱۰۷	گراف‌ها	۶
۱۰۷	بله - خیر	۱.۶

۱۰۸	مقدمات و شمارش	۲.۶
۱۱۰	عمومی و الگوریتمی	۳.۶
۱۱۵	کوتاه‌ترین مسیر	۴.۶
۱۲۱	هم‌بندی	۵.۶
۱۲۳	درخت فراگیر کمینه	۶.۶
۱۲۹	مسئله‌های المپیاد	۷
۱۲۹	گراف	۱.۷
۱۳۵	برنامه‌نویسی	۲.۷
۱۴۰	مرتب‌سازی و رابطه‌های بازگشتی	۳.۷
۱۴۵	الگوریتم‌ها	۴.۷
۱۵۱	متفرقه	۵.۷
۱۵۹	راهنمایی‌ها	۸
۱۷۳	گزینه‌های درست	۹
۱۷۹	راه‌حل‌ها	۱۰
۳۱۴	کتاب‌نامه	
۳۱۵	نمایه	

## پیش گفتار

کتابی که پیش روی شماست مجموعه‌ای از ۶۰۰ مسئله‌ی چندگزینه‌ای از داده‌ساختارها و الگوریتم‌هاست که نویسنده‌ی اول با بیش از ۲۵ سال تدریس در این زمینه، برای آزمون‌های ورودی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی کامپیوتر، و نیز برای تعدادی از آزمون‌های مرحله‌ی اول المپیادهای کامپیوتر کشور طراحی و برخی را نیز با کسب اجازه از طراحان جمع‌آوری کرده است.

از ۶ سال پیش کار تهیه‌ی این کتاب آغاز شد و نویسنده‌ی دوم راه‌حل کامل این مسئله‌ها و نیز راهنمایی‌هایی برای تعدادی از آن‌ها به کتاب افزود و ماکروهای مورد نیاز برای حروف‌چینی خودکار کتاب را تهیه کرد.

صورت مسئله‌ها در ۷ فصل دستبندی شده‌اند: تحلیل الگوریتم‌ها، مرتب‌سازی، داده‌ساختارهای ساده و پیش‌رفته، الگوریتم‌ها، گراف‌ها و تعدادی از مسئله‌های الگوریتمی المپیاد کامپیوتر ایران. فصل ۸ شامل راهنمایی‌های کوتاه برای تعدادی از مسئله‌هاست که به حل مسئله‌ها کمک می‌کند. فصل ۹ حاوی گزینه‌های درست و فصل ۱۰ شامل راه‌حل‌های کامل برای تمام مسئله‌هاست. تعدادی از مسئله‌های مشکل را با یک ستاره (\*) و برخی را که خیلی مشکل هستند با دو ستاره (\*\*) مشخص کرده‌ایم. از آن‌جا که بخش عمده‌ای از محتوای کتاب راه‌حل‌های تشریحی است، توصیه می‌شود که اگر پاسخ صحیح مسئله‌ای را یافتید، راه‌حل آن را نیز بخوانید تا با ایده‌های جدید و نکته‌های ظریف در حل آن مسئله آشنا شوید.

به نظر می‌رسید که تهیه و حروف‌چینی این کتاب خیلی به‌درازا نکشد، اما در عمل آماده‌سازی نهایی آن تا کنون به‌طول انجامید. کتاب به‌طور کامل توسط نویسندگان و با سیستم حروف‌چینی فارسی‌تک آماده شد. به این سیستم قابلیتی افزوده شد تا جابه‌جایی مسئله‌ها به‌سهولت ممکن شود و به‌طور خودکار شماردی مسئله‌ها در فصل‌های مختلف و تمامی ارجاع‌ها به‌درستی تولید شوند. برای رسم شکل‌ها هم از نرم‌افزار xfig تحت cygwin یا Winfig استفاده و سعی شد تا کتاب هم‌زمان از کیفیت بالای علمی و ظاهری برخوردار شود؛ که شاید این دلیل عمده‌ی طولانی شدن تهیه‌ی کتاب باشد.

استفاده از این کتاب را به دانش‌جویان رشته‌های مهندسی و علوم کامپیوتر، به‌ویژه داوطلبان آزمون‌های ورودی کارشناسی ارشد و دکتری این رشته‌ها و همچنین دانش‌آموزان علاقه‌مند به المپیادهای کامپیوتر توصیه می‌کنیم. برخی از مسئله‌های این کتاب مانند مسئله‌های الگوریتمی المپیاد کامپیوتر نیاز به پیش‌نیاز دانشگاهی ندارند. سایر مسئله‌ها ممکن است در تعریف یا راه‌حل، نیاز به آگاهی از برخی مبانی داده‌ساختارها و طراحی الگوریتم‌ها داشته باشند، به این منظور کتاب‌های [۴] و [۱] را توصیه می‌کنیم. کتاب‌های دیگر نویسنده‌ی اول ([۵] و [۶]) هم در بالابردن توانایی حل مسئله به شما کمک می‌کنند.

سپاس‌گزاری. اولین بار آقای عباس محرابیان بخش‌هایی از کتاب را بازبینی کرد. پس از وی، یک‌بار هم آقای محمد حسین غفاری انجدانی این کتاب را بررسی کرد و پیش‌نهادهای مناسبی ارائه داد. جمعی از دانشجویان درس طراحی الگوریتم‌ها که در این مدت توسط نویسنده‌ی اول در دانشگاه صنعتی شریف ارائه می‌شد نیز جسته و گریخته اصلاحاتی به کتاب وارد کردند. آقای فرید مصلحی، مدیر تولید انتشارات فاطمی، نسخه‌های نهایی کتاب را چندین بار بازبینی کرد و با تیزبینی خود نکته‌های مفید زیادی را متذکر شد. شکل نهایی کتاب مدیون دقت ایشان است. از تمامی این عزیزان صمیمانه سپاس‌گزاریم.

نویسندگان این کتاب تلاش کرده‌اند که ساده‌ترین و آموزنده‌ترین راه‌حل‌ها را برای مسئله‌ها انتخاب کنند و سعی کرده‌اند که مسئله‌ها و حل و راهنمایی آن‌ها درست و بدون اشکال باشند. اما آشکار است که بسیاری از مسئله‌ها ممکن است راه‌حل‌های مختلفی داشته باشند. ما از خوانندگان می‌خواهیم که ایده‌های احتمالی یا پیش‌نهادهای سازنده‌ی خود را از طریق پست الکترونیکی به ما اطلاع دهند.

آبدین نصیری شرق،  
مهندس نرم‌افزار،  
شرکت Google،  
aideen@gmail.com  
aideen.org

محمد قدسی،  
استاد دانشکده‌ی مهندسی کامپیوتر،  
دانشگاه صنعتی شریف،  
ghodsi@sharif.edu  
sharif.edu/~ghodsi

آذر ۱۳۹۱

## درباره‌ی نویسندگان

دکتر محمد قدسی در سال ۱۳۳۱ در شهر ملایر متولد شد. دیپلم را از دبیرستان علوی تهران، لیسانس را در سال ۱۳۵۴ در رشته‌ی مهندسی برق از دانشگاه صنعتی شریف، و فوق لیسانس را در سال ۱۳۵۶ در رشته‌ی مهندسی برق و علم کامپیوتر از دانشگاه کالیفرنیا، برکلی در آمریکا گرفت. در همان سال به ایران بازگشت و عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی شریف و مربی دانشکده‌ی ریاضی و علوم کامپیوتر آن دانشگاه شد. سپس در سال ۱۳۶۸ دکتری خود را در علم کامپیوتر از دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا در آمریکا گرفت. از آن سال تاکنون عضو هیأت علمی دانشکده‌ی مهندسی کامپیوتر دانشگاه صنعتی شریف و از سال ۱۳۸۴، استاد تمام این رشته است. علاوه بر سمت‌های علمی و اجرایی فراوان، او از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۰ رئیس کمیته‌ی ملی المپیاد کامپیوتر در کشور بود. و در ۱۵ سال گذشته، یکی از طراحان مسئله‌های درس‌های «ساختمان داده» و «طراحی الگوریتم‌ها» در آزمون‌های ورودی کارشناسی رشته این رشته بوده است. او از سال ۱۳۷۸ مسابقه‌ی برنامه‌نویسی دانش‌جویی ای‌سی‌ام را در ایران آغاز کرد و سرپرست مسابقه‌ی منطقه‌ای ای‌سی‌ام در تهران است. از سال ۱۳۸۲ تاکنون او هم‌زمان پژوهش‌گر مقیم پژوهشگاه علوم کامپیوتر در پژوهش‌گاه دانش‌های بنیادی (IPM) بوده است.

مهندس آیدین نصیری شرقی در سال ۱۳۶۵ در شهر تبریز متولد شد. تحصیلات اولیه‌ی خود را در تهران و کرج سپری کرد. در سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ به ترتیب موفق به کسب مدال‌های نقره و طلای کشوری المپیاد دانش‌آموزی کامپیوتر شد. به مسابقات جهانی انفورماتیک سال ۲۰۰۴ در کشور یونان اعزام شد و مدال نقره‌ی آنرا کسب کرد. در سال ۱۳۸۳ با معافیت از کنکور سراسری در رشته‌ی مهندسی کامپیوتر (نرم‌افزار) وارد دانشگاه صنعتی شریف شد. در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ موفق شد از مسابقات برنامه‌نویسی دانش‌جویی ای‌سی‌ام منطقه غرب آسیا، مسابقات جهانی سال ۲۰۰۹ در کشور سوئد و ۲۰۱۰ در کشور چین راه‌یاب و به ترتیب رتبه‌های نهمی ۱۱ و ۳۴ کلی دانشگاه‌های جهان را برای دانشگاه شریف کسب کرد. از سال ۱۳۸۸ و پس از کسب رتبه‌ی نهم المپیاد دانشجویی رشته مهندسی کامپیوتر ایران، تحصیلات خود را در مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی هوش مصنوعی در دانشگاه صنعتی شریف ادامه داد. ۱۱ ترم دستیار تدریس در دروس داده‌ساختارها، طراحی الگوریتم و ... در دانشگاه، عضویت در کمیته‌ی ملی المپیاد کامپیوتر و تدریس درس‌های طراحی الگوریتم، داده‌ساختارها و برنامه‌نویسی در باشگاه دانش‌پژوهان جوان از دیگر سوابق او می‌باشد. از پاییز ۱۳۹۱ وی به‌عنوان مهندس نرم‌افزار در دفتر اصلی شرکت گوگل در آمریکا مستول به کار است.