

## مقدمه‌ای بر الگوریتم‌ها

● داوود بهره‌پور  
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی رایانه  
● مجید بهره‌پور  
کارشناس مهندسی نرم‌افزار رایانه

سطح مخاطبان آن، دانشجویان مهندسی رایانه در گرایش نرم‌افزار و سخت‌افزار می‌باشند. هم‌چنین این کتاب را می‌توان به دانشجویان علاقه‌مند به طراحی و تحلیل الگوریتم‌ها، علاقه‌مندان به شرکت در مسابقه‌های برنامه‌نویسی ACM و داوطلبان کنکور کارشناسی ارشد توصیه کرد. تا به حال در زمینه طراحی الگوریتم‌ها کتاب‌های گوناگونی تألیف و ترجمه شده است که بسیاری از آن‌ها به دفعات تجدید چاپ یا ویرایش شده‌اند.

مؤلفان کتاب، چهار نفر از استادان دانشگاه‌های آمریکا به نام‌های: تامس اچ کرمن، دانشیار علوم رایانه در دانشکده دارتموث، چارلز ای لیسرسان، استاد علوم رایانه و مهندسی برق در مؤسسه فناوری ماساچوست، رونالد ال. ریوست، استاد علوم رایانه در مؤسسه فناوری ماساچوست و کلیفورد استین، دانشیار مهندسی صنعتی و تحقیقات علمی در دانشگاه کلمبیا می‌باشند.

مترجمان این کتاب نیز که تحت عنوان گروه مهندسی پژوهشی خوارزمی اقدام به ترجمه آن کرده‌اند، مهدی رواخواه، محمود عالمی، محسن اسدی، شبنم جعفرخانی، شادی لنگرودی و الهام صدر شش دانشجوی رشته مهندسی نرم‌افزار رایانه دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد هستند که برای ترجمه این کتاب از نظر استادان خود نیز بهره برده‌اند.

در شش بخش اصلی کتاب سعی شده است تا دیدگاه الگوریتمی به مخاطبان ارائه شود تا بتوانند با طراحی الگوریتم‌های بهینه، کارایی نرم‌افزارهای خود را بالا ببرند. پیش نیاز مطالعه این کتاب، آشنایی با برنامه‌سازی، ساختمان‌های گسسته و ساختمان‌های داده می‌باشد.

در هر فصل کتاب، الگوریتم همراه با تکنیک طراحی، زمینه کاربردی و موضوع مرتبط با آن بیان شده است. از طرفی الگوریتم‌ها به صورت شبه‌کد و به زبان انگلیسی طراحی شده‌اند تا برای کسانی که کمی برنامه‌نویسی کرده‌اند، قابل



● تامس اچ. کرمن، چارلز ای. لیسرسان، رونالد ال. ریوست، کلیفورد استین. مقدمه‌ای بر الگوریتم‌ها، ترجمه: گروه مهندسی پژوهشی خوارزمی، مشهد: نشر درخشش، چاپ اول، پاییز ۱۳۸۳، ۷۳۶ صفحه، وزیری، شومیز.

موضوع الگوریتم‌ها، یکی از سرفصل‌های اصلی و پایه در فراگیری مهندسی رایانه است و از آن جهت که مبنای طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های رایانه‌ای است، مرجع تمامی فعالان این رشته است. مقدمه‌ای بر الگوریتم‌ها، کتابی در حوزه طراحی و تحلیل الگوریتم‌ها است و مقدمه‌ای گسترده برای مطالعه الگوریتم‌های رایانه فراهم می‌کند. در این مکتوب، الگوریتم‌های زیادی ارائه شده‌اند، که باعث می‌شود طراحی و تحلیل این الگوریتم‌ها برای تمام سطوح خوانندگان کتاب، امکان‌پذیر باشد. این کتاب در شش بخش اصلی و بیست و شش فصل منتشر شده است.

پیش‌نیاز حل برخی از مسائل، مرتب‌سازی داده‌ها است.  
بحث مرتب‌سازی داده‌ها نیز مسأله‌ای است که شاید  
تاکنون بهترین راهکار برایش ارائه نشده است



فهم باشند. کتاب شامل بیش از ۱۴۵ تصویر جهت توصیف عملکرد الگوریتم‌ها می‌باشد. از آن‌جا که کارآیی به عنوان یک معیار طراحی در الگوریتم‌ها مهم و اساسی است، تحلیل‌های دقیقی نیز از زمان اجرای همه الگوریتم‌ها ارائه شده است. یکی دیگر از مزیت‌های کتاب این است که علاوه بر استفاده توسط دانشجویان به علت این که شامل مطالب فنی در طراحی الگوریتم‌ها به همراه جنبه‌های ریاضی است، می‌تواند بعنوان خودآموز نیز توسط افراد حرفه‌ای استفاده شود.

در هر یک از زیرفصل‌های کتاب اقدام به طرح تمرین‌ها و مسائل مربوطه شده است. تمرین‌ها عموماً صورت‌های کوتاهی دارند که مطالب اصلی هر فصل را بررسی می‌کنند. همچنین بعضی از تمرین‌ها ساده و برای خودآزمایی مناسب‌اند، درحالی که برخی از آن‌ها دشوارتر می‌باشند. اما مسائل، مطالب پرکارتری هستند و اغلب مباحث جدیدی را معرفی می‌کنند و معمولاً شامل پرسش‌هایی هستند که دانشجویان را در طی مراحل به سمت جواب رهنمون می‌کنند.

#### بخش اول: بنیادها

این بخش شامل ۵ فصل نقش الگوریتم‌ها در محاسبه، شروع، رشد توابع، رابطه‌های بازگشتی، و تحلیل احتمالی و الگوریتم‌های تصادفی است و در آن مخاطب با فراگیری اصول پایه ریاضی و اصول ارزیابی الگوریتم‌ها قادر خواهد بود تا الگوریتم‌های مختلف را از لحاظ پیچیدگی مکانی و زمانی تحلیل نماید.

فصل اول تحت عنوان نقش الگوریتم‌ها در محاسبه، نگاهی کلی بر الگوریتم‌ها و جایگاهشان در سیستم‌های رایانه‌ای جدید دارد. این فصل بیان می‌کند که الگوریتم چیست و نمونه‌هایی از آن را بیان می‌کند. ساختار برخی از الگوریتم‌ها در فصل دوم توضیح داده شده و زمان اجرای آن‌ها بیان شده است و همچنین علامت‌گذاری مناسب برای بیان آن‌ها را بیان کرده است. در فصل سوم، این علامت‌گذاری‌ها به‌طور دقیق تعریف شده‌اند.

در فصل دوم، به الگوریتم روش تقسیم و حل اشاره شده که در فصل چهارم به معرفی آن اختصاص یافته است. و نیز روش‌هایی برای حل رابطه‌های بازگشتی نظیر این الگوریتم ارائه شده است. در فصل پنجم، تجزیه و تحلیل احتمالی و الگوریتم‌های تصادفی بیان شده‌اند.

#### بخش دوم: مرتب‌سازی و شاخص‌های آمار ترتیبی

مرتب‌سازی heap، مرتب‌سازی سریع، مرتب‌سازی در زمان خطی، و میانه و شاخص‌های آمار ترتیبی، عنوان‌های فصل‌های ۶ الی ۹ می‌باشد که در ذیل عنوان این بخش آورده شده است. پیش‌نیاز حل برخی از مسائل، مرتب‌سازی داده‌ها است. بحث مرتب‌سازی داده‌ها نیز مسأله‌ای است که شاید تاکنون



کارا برای مسائل گوناگون استفاده می‌شوند. در فصل ۱۰، ضرورت کار با ساختمان داده‌های ساده‌ای مانند پشته‌ها، صف‌ها، لیست‌های پیوندی و درخت‌های مشتق شده را بیان می‌شود. این فصل هم‌چنین نشان می‌دهد که اشیا و اشاره‌گرها چگونه می‌توانند در محیط‌های برنامه‌نویسی که بصورت اولیه آن‌ها را پشتیبانی نمی‌کنند، پیاده‌سازی شوند. در فصل ۱۱، جدول‌های درهم‌سازی معرفی شده‌اند و به درخت‌های جست‌وجوی دودویی و درخت‌های قرمز - سیاه که یک نوع متفاوت درخت‌های جست‌وجوی دودویی هستند، در فصل‌های ۱۲ و ۱۳ اشاره شده است.

در فصل ۱۴ نیز نشان داده شده است که چگونه می‌توان درخت‌های قرمز - سیاه را توسعه داد تا اعمال دیگری را نیز پشتیبانی کنند.

تقریباً تمام مطالب ذکر شده در درس ساختمان داده‌ها، در این بخش به‌طور خلاصه مطرح و مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مطالعه این فصل برای افرادی که به مباحث ساختمان داده‌ها تسلط دارند لازم نیست.

**بخش چهارم: طراحی و تکنیک‌های تحلیل پیشرفته**

فصل ۱۵، برنامه‌سازی پویا، فصل ۱۶، الگوریتم‌های حریمانه، و تحلیل سرشکن شده در فصل ۱۷، در این بخش کنار هم قرار گرفته‌اند، که در واقع سه تکنیک مهم برای طراحی و تحلیل

بهترین راهکار برایش ارائه نشده است. در این بخش مخاطبان با الگوریتم‌های نمونه برای مرتب‌سازی و هم‌چنین انجام کارهای آماری همچون الگوریتم‌های بهینه برای پیدا کردن بزرگ‌ترین یا کوچک‌ترین عنصر آشنا می‌شوند. مرتب‌سازی کومه‌ای (Heap Sort)، مرتب‌سازی سریع، مرتب‌سازی شمارشی، مرتب‌سازی مبنایی، مرتب‌سازی پیمانه‌ای از جمله الگوریتم‌های نمونه برای مرتب‌سازی است که در این بخش معرفی شده‌اند.

**بخش سوم: ساختمان داده‌ها**

آشنایی با ساختمان داده‌ها پیش‌نیاز مطالعه این کتاب است. مؤلفان با هدف بی‌نیاز کردن مخاطبان از سایر منابع، در این فصل به بررسی اصول ساختمان داده‌ها پرداخته‌اند.

در این بخش به ساختمان داده‌های مقدماتی همچون صف و پشته، لیست‌های پیوندی و ساختمان داده‌های پیشرفته مانند جدول‌های درهم‌سازی، درخت‌های جست‌وجوی دودویی، درخت‌های قرمز - سیاه و بهبود ساختمان داده‌ها به اختصار اشاره شده است، که این عنوان‌ها اسامی فصل‌های ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ کتاب را شامل می‌شوند و در آن چندین ساختمان داده را که می‌توانند در پیاده‌سازی مجموعه‌های پویا استفاده شوند، شرح داده شده‌اند که بسیاری از آن‌ها برای ساخت الگوریتم‌های

شده است که چگونه می‌توان گراف را در رایانه نمایش داد و سپس الگوریتم‌هایی را که بر پایه جست‌وجوی گراف با استفاده از جست‌وجوی اول سطح یا اول عمق هستند، توضیح می‌دهد. فصل ۲۳، به الگوریتم‌های محاسبه درخت پوشای مینیمم که مثال‌های خوبی از الگوریتم‌های حریصانه‌ای است که در فصل ۱۶ به آن اشاره شد، اختصاص دارد.

فصل ۲۴ و ۲۵ مسأله محاسبه کوتاه‌ترین مسیر بین رأس‌ها، وقتی هر یال یک طول یا وزن مرتبط دارد را بررسی می‌کند. در نهایت در فصل ۲۶ نشان داده شده است که چگونه ماکزیمم جریان ماده در شبکه (گراف جهت‌دار) با داشتن منبع معین و حفره معین و ظرفیت معین برای مقدار ماده‌ای که می‌تواند در هر یال جهت‌دار عبور داده شود، محاسبه می‌گردد. همان‌گونه که ذکر شد، مبحث تحلیل و طراحی الگوریتم‌ها دانش بسیار مهمی در علم مهندسی رایانه است که کتاب‌های متعددی نیز در این حوزه تألیف و ترجمه شده است. از جمله کتاب طراحی الگوریتم‌ها، تألیف دکتر محمود نقیب‌زاده، طراحی الگوریتم‌ها ترجمه مهندس جعفر نژاد قمی و طراحی الگوریتم‌ها ترجمه مهندس علیخانزاده.

اگرچه این کتاب بسیار روان، ساده، کامل و کاربردی است اما به دلیل عدم تطابق با سرفصل‌های تدوین شده در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، بیشتر دانشجویان از کتاب‌های دیگری که در این زمینه تألیف یا ترجمه شده است، استفاده می‌کنند.

کتاب با وجود ترجمه روان، اما به ویراستاری نیاز دارد که متأسفانه این مهم در کتاب‌های دانشگاهی کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد.

در این ترجمه، مترجمان با صلاح‌دید خود بخش آخر کتاب که Selected topics نام دارد را حذف نموده‌اند. همچنین مانند اکثر کتاب‌های ترجمه شده بخش کتاب‌شناسی از کتاب اصلی حذف شده و مخاطبان از آشنایی بیشتر با سایر منابع محروم شده‌اند.

به‌طور کلی ترجمه این کتاب در قالب یک تیم دانشجویی کاری ارزشمند محسوب می‌شود که می‌بایست مورد تشویق و حمایت قرار گیرد.

الگوریتم‌های کارآمد را شامل می‌شود. همان‌طور که گفته شد، تکنیک‌های دیگری که از لحاظ کاربردی گسترده‌تر هستند، مانند تقسیم و حل، تصادفی‌سازی و راه‌حل‌های بازگشتی در فصل‌های گذشته به آن‌ها اشاره شد.

اگر یک مسأله را به چند نفر بدهید، ممکن است هر کدام به روشی متفاوت آن را حل کنند. دیدگاه‌های مختلفی برای حل مسأله‌ها وجود دارد (دیدگاه‌های بالا به پایین، پایین به بالا، گام به گام بهینه شده و ...) که این بخش تکنیک‌هایی را مبتنی بر این دیدگاه‌ها بیان می‌کند.

#### بخش پنجم: ساختمان داده‌های پیشرفته

علاوه بر ساختمان داده‌های ذکر شده در فصل سوم که کاربرد عمومی دارند در این بخش به ساختمان داده‌های پیشرفته که کاربردهای خاص دارند، پرداخته شده است. ساختمان داده‌های بحث شده در این فصل فراتر از مطالب درس ساختمان داده‌هایی است که معمولاً بعنوان سه واحد درس اصلی به دانشجویان رشته مهندسی رایانه ارائه می‌شود و اکثر مطالب این بخش را در کتاب‌های ساختمان‌های داده نمی‌توان یافت.

از مطالب این بخش می‌توان به B-Tree، Heap، دوگمه‌ای، Heap، فیونانچی و ساختمان داده‌ها برای مجموعه‌های جدا از هم اشاره کرد، که عنوان‌های فصل‌های ۱۸، ۱۹، ۲۰ و ۲۱ می‌باشند.

#### بخش ششم: الگوریتم‌های گراف

برای حل برخی از مسائل به درخت یا گراف حالات برخورد می‌کنیم. برای پیدا کردن جواب باید در این کلاف سردرگم به دنبال بهترین راه حل گشت. با مطالعه و فراگیری تکنیک‌های ذکر شده در این فصل مخاطب قادر خواهد بود، مسائلی را که دارای درخت یا گراف حل مسأله است، با بهینه‌ترین الگوریتم‌ها تحلیل و حل نماید.

در بخش آخر، ۵ فصل الگوریتم‌های اولیه گراف، درخت پوشای مینیمم، کوتاه‌ترین مسیرها از مبدأ واحد، کوتاه‌ترین مسیرها بین همه جفت‌ها و ماکزیمم جریان جای گرفته‌اند.

در فصل ۲۲، با عنوان الگوریتم‌های اولیه گراف، نشان داده