



دانشگاه صنعتی شریف  
دانشکده‌ی مهندسی کامپیوتر

پایان‌نامه‌ی کارشناسی  
مهندسی کامپیوتر

عنوان:

# سیستم آموزش معاملات بورس‌ی بر مبنای بازی و بلاک‌چین

نگارش:

پارسا عالیان

استاد راهنما:

دکتر محمدمبین فضلی

تیر ۱۴۰۰

سلام افلا

## سپاس

از استاد بزرگوارم که با کمک‌ها و راهنمایی‌های بی‌دریغشان، بنده را در انجام این پروژه یاری داده‌اند، تشکر و قدردانی می‌کنم. همچنین از دوست عزیزم که در به دست آوردن نتایج این مقاله همکاری داشتند، صمیمانه سپاس‌گزارم.

## چکیده

نگارش پایان‌نامه علاوه بر بخش پژوهش و آماده‌سازی محتوا، مستلزم رعایت نکات فنی و نگارشی دقیقی است که در تهیه‌ی یک پایان‌نامه‌ی موفق بسیار کلیدی و مؤثر است. از آن جایی که بسیاری از نکات فنی مانند قالب کلی صفحات، شکل و اندازه‌ی قلم، صفحات عنوان و غیره در تهیه‌ی پایان‌نامه‌ها یکسان است، با استفاده از نرم‌افزار حروف‌چینی زی‌تک و افزونه‌ی زی‌پرشین یک قالب استاندارد برای تهیه‌ی پایان‌نامه‌ها ارائه گردیده است. این قالب می‌تواند برای تهیه‌ی پایان‌نامه‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد و نیز رساله‌ی دکتری مورد استفاده قرار گیرد. این نوشتار به طور مختصر نحوه‌ی استفاده از این قالب را نشان می‌دهد.

**کلیدواژه‌ها:** پایان‌نامه، حروف‌چینی، قالب، زی‌پرشین

# فهرست مطالب

۹	۱ مقدمه
۹	۱-۱ تعریف مسئله
۱۰	۱-۲ اهمیت موضوع
۱۲	۱-۳ اهداف تحقیق
۱۲	۱-۴ ساختار پایان نامه
۱۳	۲ مفاهیم اولیه
۱۳	۲-۱ برنامه ریزی خطی
۱۵	۲-۲ الگوریتم های تقریبی
۱۷	۲-۳ پوشش رأسی
۱۹	۳ کارهای پیشین
۲۰	۴ نتایج جدید
۲۱	۵ نتیجه گیری
۲۲	۶ نحوه ی نگارش
۲۲	۶-۱ پرونده ها

۲۲	۲-۶ عبارات ریاضی
۲۳	۳-۶ علائم ریاضی پرکاربرد
۲۴	۴-۶ لیست‌ها
۲۴	۵-۶ درج شکل
۲۵	۶-۶ درج جدول
۲۵	۷-۶ درج الگوریتم
۲۶	۸-۶ محیط‌های ویژه

## ۷ برخی نکات نگارشی

۲۷	۱-۷ فاصله‌گذاری
۲۸	۲-۷ شکل حروف
۲۸	۳-۷ جدانویسی
۲۹	۴-۷ جدانویسی مرجع

## آ مطالب تکمیلی

## فهرست شکل‌ها

۱۷	۱-۲	گراف $G$ و یک پوشش رأسی برای آن
۲۴	۱-۶	یک گراف و پوشش رأسی آن
۲۵	۲-۶	یک گراف جهت‌دار بدون دور

## فهرست جدول‌ها

۱-۲ نمونه‌هایی از ضرایب تقریب برای مسائل بهینه‌سازی ..... ۱۶

۱-۶ عملگرهای مقایسه‌ای ..... ۲۵



# فصل ۱

## مقدمه

### ۱-۱ تعریف مسئله

با گسترش اینترنت در سال‌های اخیر، شاهد ارائه‌ی بسیاری از سرویس‌ها به صورت برخط<sup>۱</sup> بوده‌ایم. دامنه‌ی این سرویس‌ها شامل تاکسی‌های برخط، فروشگاه‌های برخط، سامانه‌های تولید محتوا و بسیاری کارکردهای دیگر را در بر می‌گیرد. آخرین مورد ذکر شده در این دسته‌بندی به طور ویژه‌ای حائز اهمیت است، زیرا بخش عمده‌ی محتوای اینترنت در حال حاضر شامل این نوع محتواها است. برای مثال، سایت‌هایی مانند یوتیوب<sup>۲</sup>، اینستاگرام<sup>۳</sup>، توییتر<sup>۴</sup> و... از جمله سایت‌هایی هستند که اشخاص حقیقی و حقوقی در آن‌ها به تولید محتوا در زمینه‌های مختلف می‌پردازند. بخشی از این محتوای تولید شده با هدف آموزش جمعی ساخته می‌شوند، مانند ویدیوهای متفاوت آموزشی در وبسایت یوتیوب، ولی با وجود حجم و کیفیت بالای این دسته از محتوا، همچنان به عنوان منبع معتبر و رسمی‌ای برای آموزش حساب نمی‌شوند.

در دهه‌ی اخیر، نوع جدیدی از محتوا در اینترنت با عنوان دوره‌های برخط گسترده<sup>۵</sup> یا به طور مختصر MOOCها شکل گرفته است. هدف این وبسایت‌ها در اختیار قرار دادن محتوای آموزشی در زمینه‌های مختلف بوده است، به شکلی که قابل ارزیابی باشند و محدودیتی در تعداد افراد استفاده‌کننده از آن‌ها

---

<sup>۱</sup>Online

<sup>۲</sup>Youtube

<sup>۳</sup>Instagram

<sup>۴</sup>Twitter

<sup>۵</sup>Courses Online Open Massive

وجود نداشته باشد. از جمله‌ی این سایت‌ها می‌توان به EdX، Coursera، Udemey و وبسایت رسمی بسیاری از دانشگاه‌ها با هدف آموزش جمعی نام برد. همچنین سامانه‌هایی با هدف آموزش تنها در یک زمینه‌ی خاص نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند که می‌توان از وبسایت Codecademy برای آموزش برنامه‌نویسی و یا Duolingo برای آموزش زبان نام برد. در دو سال گذشته و در حین پاندمی Covid19، چنین سامانه‌هایی علاوه بر سامانه‌های دیگر تدریس برخط و غیرحضوری حتی اهمیت بیشتری پیدا کردند و استفاده از آن‌ها و نیاز به آن‌ها به مراتب بیشتر مورد نیاز بود.

هدف ما در این پروژه، طراحی سامانه‌ای خاص منظوره برای آموزش مسائل بورسی به افراد مختلف است. به‌طور دقیق‌تر، قصد ما حل مسئله‌ی زیر است.

**مسئله‌ی ۱-۱** قصد داریم مکانیزمی طراحی کنیم که افراد با سطوح دانش مختلف در زمینه‌ی بورس بتوانند سطح توانایی خود را در این مسائل افزایش دهند. این سامانه باید توانایی پذیرش تعداد بدون محدودیتی از افراد را داشته باشد، و معیارهای مختلف توانایی و دانش برای افراد تعریف شود، به‌گونه‌ای که قابل ارزیابی باشد. طراحی مکانیزم با استفاده از مدل‌های مختلف روان‌شناختی و ریاضیاتی صورت می‌گیرد.

## ۲-۱ اهمیت موضوع

با توجه به گسترش هر روزه‌ی استفاده‌کنندگان از وبسایت‌های یادگیری، توجه به توسعه‌ی آن‌ها در زمینه‌های مختلف از مسائلی است که نیاز به توجه دارد. در این توسعه پارامترهای متفاوتی باید مورد توجه قرار بگیرد. اولین پارامتر مورد اهمیت، نحوه‌ی ارائه‌ی محتوا و ارزیابی یادگیری افراد است. محتوا باید به گونه‌ای ارائه شود که شخص بیشترین یادگیری ممکن را داشته باشد، و همچنین به گونه‌ای ارزیابی شود که خروجی کمی/کیفی ارزیابی نمایانگر درجه‌ی تخصص کسب‌شده توسط فرد باشد. مسئله‌ی دوم موضوع محتوای ارائه‌شده است. طبیعتاً موضوعات با کاربرد بیشتر می‌تواند به افراد در زمینه‌های بیشتری کمک کند. موضوع مورد بررسی در این پایان‌نامه، آموزش جمعی بورس است. در سال ۹۹، یکی از بزرگ‌ترین سقوط‌های بورس ایران رقم خورد. از دلایل عمده‌ی این اتفاق، دعوت دولت از مردم برای حضور در بورس بود که سبب افزایش حجم زیادی از اشخاص آموزش‌ندیده در بورس شد. از طبقات حضور افراد کم‌سابقه، افزایش رفتارهای هیجانی است که در نتیجه‌ی آن صعودهای پرشیب‌تر و سقوط‌های سنگین‌تر در بازار مالی دیده می‌شود. این رفتارهای هیجانی در طولانی مدت به ضرر آحاد

مردم است، در نتیجه در چنین شرایطی می‌توان به اهمیت وجود سامانه‌های توضیح داده‌شده برای مسائلی مانند بورس پی برد.

در حال حاضر آموزش‌هایی به شکل‌های متفاوت برای مسائل بورسی ارائه می‌شوند. این آموزش‌ها و منابع عبارتند از:

۱. **کتاب آموزشی** - طبیعتاً جامع‌ترین منابع آموزشی در هر زمینه‌ای کتاب مربوط به آن موضوع می‌باشند. استفاده از کتاب‌ها نکات مثبت و منفی متفاوتی در پی دارد. مهم‌ترین مسئله‌ی مربوط به کتاب‌ها همین کامل بودن آن‌هاست. همچنین اکثر کتاب‌ها بدون سوگیری خاصی نوشته می‌شوند. اما این کتاب شامل کاستی‌های بسیاری نیز می‌شوند. مسئله‌ی اول آن‌ها، زیاد بودن حجم آن‌هاست. خواندن کتاب بسیار زمان‌بر است و در مسئله‌ای مانند بورس که زمان‌های کوتاه هم اهمیت بسیاری دارند، مطرح‌تر هم می‌شود. همچنین دو مورد هستند که این مشکل را تقویت می‌کنند. اول این‌که بسیاری از کتاب بورسی به زبان انگلیسی هستند که خواندن‌شان برای مخاطب متوسط بورس بسیار سخت است، همچنین تحلیل‌ها به سه دسته‌ی بنیادی، تکنیکال و رفتاری تقسیم می‌شوند که هر کدام دریاهای متفاوتی از اطلاعات‌اند. در نهایت، منطق ایده‌آل‌گرایانه‌ی کتاب‌ها ممکن است با شرایط یک بازار عادی بسیار متفاوت باشد و دانش کسب‌شده در آن‌ها، در عمل استفاده‌ی چندانی نداشته باشند یا استفاده از آن‌ها بسیار دشوارتر از موضوع یادگیری شده باشد.

۲. **دوره‌های آموزشی** - دومین روش یادگیری بورس برای افراد، دوره‌های متفاوت حضوری و غیرحضوری‌ای است که برگزار می‌شود. کاستی‌های این‌گونه دوره‌ها بسیار عدیده‌تر از فواید آن‌هاست. در دوره‌ی زمانی کوتاه آموزش، یا حجم مطالبی که آموزش داده می‌شود بسیار کم است که دانش کافی معاملات را منتقل نمی‌کند، یا بسیار زیاد است که به‌خاطر سپردن آن تقریباً غیرممکن است و استفاده از آن غیرممکن‌تر. سطح سواد ارائه‌دهنده و سوگیری‌های او نیز می‌تواند در یادگیری موثر باشد.

۳. **شبکه‌های اجتماعی** - با رواج استفاده از شبکه‌های اجتماعی مانند تلگرام، تعداد زیادی کانال بورسی با مخاطبان بالا از آن‌ها استفاده می‌کنند. این کانال‌ها بزرگ‌ترین منابع سوگیری در بازار مالی هستند. زیرا با در نظر گرفتن حجم مخاطب بالا، توانایی کنترل روانی بالایی در بازار پیدا می‌کنند و می‌توانند با کنترل معاملات افراد، بازار را به نفع خود و به ضرر افراد حاضر در آن کنترل کنند.

#### ۴. تجربه‌ی شخصی – [TODO]

با توجه به نکات مثبت و منفی ذکر شده در این موارد، نیاز به یک منبع آموزشی که به رفع این کاستی‌ها بپردازد عمیقاً حس می‌شود.

### ۱-۳ اهداف تحقیق

هدف کلی پروژه همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، طراحی مکانیزم آموزش بورس است. در طراحی مکانیزم، از تحقیقات روان‌شناسی آموزش، و همچنین مدل‌های ریاضیاتی و نظریه‌ی بازی‌ها استفاده می‌شود. در نهایت، سنجش مدل باید با استفاده از آزمایش انسانی صورت گیرد. ولی با توجه به شرایط فعلی در کشور، انجام این آزمایش‌ها ممکن نیست و همچنین در شرایط کلی‌تر نیز هزینه‌ی بسیاری دارد. بنابراین، با مدل‌سازی افراد سعی می‌شود تا تاثیر این سامانه به‌صورت کلی شبیه‌سازی شود و پارامترهای مختلف آن مورد بررسی قرار گیرد.

### ۱-۴ ساختار پایان‌نامه

این پایان‌نامه شامل شش فصل است. فصل دوم دربرگیرنده‌ی کارهای کلی انجام‌شده در زمینه‌های مرتبط با آموزش است. فصل سوم مدل‌سازی‌های مربوط به موجودیت‌های مختلف مورد استفاده در مسئله را انجام می‌دهد. در فصل چهارم، گام‌های پیاده‌سازی سامانه شرح داده می‌شود. سپس در فصل پنجم، نتایج حاصل از شبیه‌سازی در این سامانه مورد شرح و بررسی قرار می‌گیرد. در نهایت در فصل ششم به نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی برای کارهای آتی خواهیم پرداخت.

## فصل ۲

# مفاهیم اولیه

دومین فصل پایان‌نامه به طور معمول به معرفی مفاهیمی می‌پردازد که در پایان‌نامه مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این فصل نمونه‌ای از مفاهیم اولیه آورده شده است.

### ۱-۲ برنامه‌ریزی خطی

در برنامه‌ریزی ریاضی سعی بر بهینه‌سازی (کمینه یا بیشینه کردن) یک تابع هدف با توجه به تعدادی محدودیت است. شکل خاصی از این برنامه‌ریزی که توجه ویژه‌ای به آن در علوم کامپیوتر شده است برنامه‌ریزی خطی می‌باشد. در برنامه‌ریزی خطی به دنبال بهینه کردن یک تابع هدف خطی با توجه به تعدادی محدودیت خطی می‌باشیم. شکل استاندارد یک برنامه‌ریزی خطی به صورت زیر است.

$$\text{minimize } c^T x \quad (1-2)$$

$$\text{s.t. } Ax \geq b$$

$$x \geq 0$$

در روابط فوق،  $x$  بردار متغیرها،  $b, c$  بردارهای ثابت و  $A$  ماتریس ضرایب می‌باشد. به سادگی قابل مشاهده است که رابطه‌ی (۱-۲) می‌تواند شکل‌های مختلفی از برنامه‌ریزی خطی را در بر بگیرد. به طور خاص اگر روابط قیدها به حالت  $(A'x = b')$  یا در جهت برعکس  $(A''x \leq b'')$  باشد یا تابع هدف به صورت بیشینه‌سازی باشد. همه‌ی این موارد با تغییر کمی در رابطه‌ی (۱-۲) یا اضافه کردن پارامتر و

متغیر جدید قابل مدل کردن می باشد. برای مطالعه‌ی بیشتر در مورد برنامه‌ریزی خطی می‌توانید به [۱] مراجعه کنید.

هر برنامه‌ریزی خطی مطرح شده به شکل بالا قابل حل در زمان چندجمله‌ای است [۲، ۳]. روش بیضوی [۲] از این مزیت بهره می‌برد که نیازی به بررسی همه‌ی محدودیت‌ها ندارد. در حقیقت این روش با در اختیار داشتن یک دانای کل جداکننده<sup>۱</sup> می‌تواند جواب بهینه‌ی برنامه‌ریزی خطی را در زمان چندجمله‌ای بدست آورد. دانای کل جداکننده رویه‌ای است که با گرفتن بردار  $x$  به عنوان ورودی مشخص می‌کند که آیا  $x$  همه‌ی محدودیت‌های برنامه‌ریزی خطی را برآورده می‌سازد یا خیر، در حالت دوم دانای کل جداکننده حداقل یک محدودیت نقض شده را گزارش می‌دهد. این مسئله زمانی کمک کننده خواهد بود که برنامه‌ریزی خطی دارای تعداد نمایی محدودیت باشد اما ساختار ترکیبیاتی محدودیت‌ها امکان ارزیابی امکان‌پذیر بودن جواب مورد نظر را فراهم آورد.

برای هر برنامه‌ریزی خطی می‌توان شکل دوگان آن را نوشت. به برنامه‌ی اصلی، برنامه‌ی اولیه گفته می‌شود. دوگان رابطه‌ی (۲-۱) به صورت زیر می‌باشد:

$$\begin{aligned} \text{maximize} \quad & b^T y \\ \text{s.t.} \quad & A^T y \leq c \\ & y \geq 0 \end{aligned} \quad (2-2)$$

برنامه‌های اولیه و دوگان به کمک قضایای دوگانی زیر با هم ارتباط دارند.

**قضیه‌ی ۱-۲ (قضیه‌ی دوگانی ضعیف)** یک برنامه‌ریزی خطی کمینه‌سازی با تابع هدف  $c^T x$  و صورت دوگان آن با تابع هدف  $b^T y$  را در نظر بگیرید. برای هر جواب ممکن  $x$  برای برنامه‌ی اولیه و جواب ممکن  $y$  برای برنامه‌ی دوگان، رابطه‌ی  $b^T y \leq c^T x$  برقرار است.

درستی قضیه‌ی بالا به راحتی قابل تصدیق است زیرا  $b^T y \leq (Ax)^T y = x^T A^T y \leq x^T c = c^T x$ ، برقراری نامساوی‌ها از نامساوی‌های برنامه‌ی اولیه و دوگان حاصل می‌شود. قضیه‌ی قوی دوگانی در [۴] به صورت زیر بیان شده است.

**قضیه‌ی ۲-۲ (قضیه‌ی دوگانی قوی)** یک برنامه‌ریزی خطی کمینه‌سازی با تابع هدف  $c^T x$  و صورت دوگان آن با تابع هدف  $b^T y$  را در نظر بگیرید. اگر برنامه‌ی اولیه یا دوگان دارای جواب بهینه‌ی نامحدود

<sup>۱</sup>Separation Oracle

باشد، برنامه‌ی متقابل فاقد جواب ممکن است. در غیر این صورت مقدار بهینه‌ی توابع هدف دو برنامه مساوی خواهد بود، به عبارت دیگر جواب  $x^*$  برای برنامه‌ی اولیه و جواب  $y^*$  برای برنامه‌ی دوگان وجود خواهد داشت که  $c^T x^* = b^T y^*$ .

در صورتی مقادیر متغیرها محدود به اعداد صحیح شود به عنوان مثال  $x \in \{0, 1\}^n$  به این شکل از برنامه‌ریزی، برنامه‌ریزی صحیح می‌گوییم. این شکل از برنامه‌ریزی به سادگی قابل بهینه‌سازی نیستند. برداشتن محدودیت صحیح بودن متغیرها، برنامه‌ریزی خطی تعدیل شده را نتیجه می‌دهد. بهترین الگوریتم‌ها برای بسیاری از مسائل با گرد کردن جواب برنامه‌ریزی خطی تعدیل شده به مقادیر صحیح یا با بهره‌گیری از ویژگی‌های برنامه‌ریزی خطی (نظیر روش اولیه-دوگان [۵]) حاصل شده است. دقت کنید که جواب برنامه‌ریزی خطی تعدیل شده برای یک مسئله، به عنوان حد پایینی برای جواب بهینه‌ی آن مسئله محسوب می‌گردد.

زمانی که از برنامه‌ریزی خطی تعدیل شده برای حل یا تقریب زدن یک مسئله استفاده می‌شود، گپ صحیح<sup>۲</sup> برنامه‌ریزی خطی معمولاً بیانگر این است که جواب ما تا چه حد می‌تواند مناسب باشد. برای یک مسئله‌ی کمینه‌سازی، گپ صحیح به صورت کوچک‌ترین کران بالای مقدار برنامه‌ریزی خطی تعدیل شده برای نمونه‌ی  $I$  تقسیم بر مقدار بهینه برای نمونه‌ی  $I$  تعریف می‌شود. گپ صحیح برای مسئله‌ی بیشینه‌سازی به صورت معکوس تقسیم مطرح شده بیان می‌گردد.

## ۲-۲ الگوریتم‌های تقریبی

بسیاری از مسائل بهینه‌سازی مهم و پایه‌ای ان‌پی-سخت هستند. بنابراین، با فرض  $P \neq NP$  نمی‌توان الگوریتم‌هایی با زمان چندجمله‌ای برای این مسائل ارائه کرد. روش‌های متداول برای برخورد با این مسائل عبارت‌اند از:

- مسئله را فقط برای حالات خاص حل نمود.
- با استفاده از روش‌های جست‌وجوی تمام حالات، مسئله را در زمان غیرچندجمله‌ای حل نمود.
- در زمان چندجمله‌ای، تقریبی از جواب بهینه را به دست آورد.

ضریب تقریب	مسئله
$1 + \varepsilon \ (\varepsilon > 0)$	Euclidian TSP
$\text{const } c$	Vertex Cover
$\log n$	Set Cover
$n^\delta \ (\delta < 1)$	Coloring
$\infty$	TSP

جدول ۲-۱: نمونه‌هایی از ضرایب تقریب برای مسائل بهینه‌سازی

در این پایان‌نامه تمرکز بر روی روش سوم یعنی استفاده از الگوریتم‌های تقریبی است. الگوریتم‌های تقریبی قادرند جوابی نزدیک به جواب بهینه را در زمان چندجمله‌ای پیدا کنند.

مسئله‌ی بهینه‌سازی (کمینه‌سازی یا بیشینه‌سازی)  $P$  را در نظر بگیرید. فرض کنید هر نمونه از مسئله‌ی  $P$  دارای یک مجموعه‌ی ناتهی از جواب‌های ممکن<sup>۳</sup> است. به هر جواب ممکن، یک عدد مثبت به عنوان هزینه (یا وزن) آن نسبت داده شده است. مسئله‌ی  $P$  با شرایط فوق یک مسئله‌ی *ان‌پی*-بهینه‌سازی (NP-Optimization) است،

به ازای هر نمونه‌ی  $I$  از یک مسئله‌ی *ان‌پی*-بهینه‌سازی  $P$ ، هزینه‌ی جواب بهینه برای  $I$  را با  $OPT(I)$  نشان می‌دهیم. همچنین، هزینه‌ی جواب تولیدشده توسط الگوریتم تقریبی بر روی  $I$  را با  $ALG(I)$  نشان می‌دهیم.

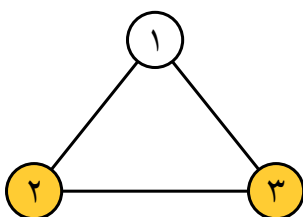
**تعریف ۲-۱** یک الگوریتم تقریبی برای مسئله‌ی  $P$  دارای ضریب تقریب  $\alpha$  است اگر برای هر نمونه‌ی  $I$  از  $P$ :

$$\max \left\{ \frac{ALG(I)}{OPT(I)}, \frac{OPT(I)}{ALG(I)} \right\} \leq \alpha.$$

یک الگوریتم تقریبی با ضریب تقریب  $\alpha$ ، یک الگوریتم  $\alpha$ -تقریبی نامیده می‌شود. نمونه‌هایی از ضرایب تقریب متداول برای مسائل بهینه‌سازی در جدول ۲-۱ آمده است.

<sup>۳</sup>feasible





شکل ۲-۱: گراف  $G$  و یک پوشش رأسی برای آن

## ۲-۳ پوشش رأسی

به عنوان اولین مسئله از مجموعه مسائل بهینه‌سازی، در این بخش به بررسی مسئله پوشش رأسی می‌پردازیم. این مسئله به صورت زیر تعریف می‌شود.

مسئله ۲-۱ (پوشش رأسی) گراف  $G = (V, E)$  و تابع هزینه  $w : V \rightarrow \mathbb{R}^+$  داده شده است. زیرمجموعه‌ی  $C \subseteq V$  با حداقل هزینه را بیابید طوری که به ازای هر یال  $uv \in E$ ، حداقل یکی از دو رأس  $u$  و  $v$  در مجموعه‌ی  $C$  باشد.

شکل ۲-۱ نمونه‌ای از یک پوشش رأسی را نشان می‌دهد. در زیر یک الگوریتم حریصانه برای مسئله پوشش رأسی غیروزن‌دار ارائه شده است.

---

### الگوریتم ۱ پوشش رأسی حریصانه

---

۱: قرار بده  $C = \emptyset$

۲: تا وقتی  $E$  تهی نیست:

۳: یال دل‌خواه  $uv \in E$  را انتخاب کن

۴:  $C \leftarrow C \cup \{u, v\}$

۵: تمام یال‌های واقع بر  $u$  یا  $v$  را از  $E$  حذف کن

۶:  $C$  را برگردان

---

به سادگی می‌توان مشاهده نمود که خروجی الگوریتم ۲ یک پوشش رأسی است. در ادامه نشان خواهیم داد که اندازه‌ی پوشش رأسی تولیدشده توسط الگوریتم حداکثر دو برابر اندازه‌ی پوشش رأسی کمینه است.

قضیه ۲-۳.  $\text{OPT} \leq |C| \leq 2 \text{OPT}$ .

اثبات. از آن جایی که  $C$  یک پوشش رأسی است، نامساوی سمت چپ بدیهی است. فرض کنید  $M$  مجموعه‌ی تمام یال‌هایی باشد که توسط الگوریتم انتخاب شده‌اند. از آن جایی که هیچ دو یالی در  $M$  دارای رأس مشترک نیستند، هر پوشش رأسی (از جمله پوشش رأسی بهینه) باید حداقل یک رأس از هر یال موجود در  $M$  را بپوشاند. بنابراین

$$|M| \leq \text{OPT}.$$

از طرفی می‌دانیم  $|C| = 2|M|$ . در نتیجه

$$|C| = 2|M| \leq 2 \text{OPT}.$$

□

بنا بر قضیه ۲-۳، الگوریتم ۲ یک الگوریتم ۲-تقریبی است. مثال زیر نشان می‌دهد که ضریب تقریب ۲ برای این الگوریتم محکم است. گراف دو بخشی کامل  $K_{n,n}$  را در نظر بگیرید. پوشش رأسی تولیدشده توسط الگوریتم حریصانه بر روی این گراف شامل تمامی  $2n$  رأس گراف خواهد بود، در صورتی که پوشش رأسی بهینه شامل نصف این تعداد، یعنی  $n$  رأس است.

## فصل ۳

# کارهای پیشین

در این فصل کارهای پیشین انجام شده روی مسئله به تفصیل توضیح داده می شود.

## فصل ۴

### نتایج جدید

در این فصل نتایج جدید به دست آمده در پایان نامه توضیح داده می شود. در صورت نیاز می توان نتایج جدید را در قالب چند فصل ارائه نمود. همچنین در صورت وجود پیاده سازی، بهتر است نتایج پیاده سازی را در فصل مستقلی پس از این فصل قرار داد.

## فصل ۵

### نتیجه‌گیری

در این فصل، ضمن جمع‌بندی نتایج جدید ارائه‌شده در پایان‌نامه، مسائل باز باقی‌مانده و همچنین پیشنهادهایی برای ادامه‌ی کار ارائه می‌شوند.

## فصل ۶

### نحوه‌ی نگارش

در این فصل نکات کلی در مورد نگارش پایان‌نامه به اختصار توضیح داده می‌شود.

#### ۱-۶ پرونده‌ها

پرونده‌ی اصلی پایان‌نامه‌ی شما `thesis.tex` نام دارد. به ازای هر فصل از پایان‌نامه، یک پرونده در شاخه‌ی `chapters` ایجاد نموده و نام آن را در پرونده‌ی `thesis.tex` (در قسمت فصل‌ها) درج نمایید. پیش از شروع به نگارش پایان‌نامه، بهتر است پرونده‌ی `front/info.tex` را باز نموده و مشخصات پایان‌نامه را در آن تغییر دهید.

#### ۲-۶ عبارات ریاضی

برای درج عبارات ریاضی در داخل متن از `$...$` و برای درج عبارات ریاضی در یک خط مجزا از `$$...$$` استفاده کنید. برای مثال  $\sum_{k=0}^n \binom{n}{k} = 2^n$  در داخل متن و عبارت زیر

$$\sum_{k=0}^n \binom{n}{k} = 2^n$$

در یک خط مجزا درج شده است. همان‌طور که در بالا می‌بینید، نمایش یک عبارت یکسان در دو حالت درون‌خط و بیرون‌خط می‌تواند متفاوت باشد. دقت کنید که تمامی عبارات ریاضی، از جمله متغیرهای

تک‌حرفی مانند  $x$  و  $y$  باید در محیط ریاضی یعنی محصور درون علامت  $\$$  باشند.

## ۳-۶ علائم ریاضی پرکاربرد

برخی علائم ریاضی پرکاربرد در زیر فهرست شده‌اند.

- مجموعه‌های اعداد:  $\mathbb{N}, \mathbb{Z}, \mathbb{Z}^+, \mathbb{Q}, \mathbb{R}, \mathbb{C}$
- مجموعه:  $\{1, 2, 3\}$
- دنباله:  $\langle 1, 2, 3 \rangle$
- سقف و کف:  $\lceil x \rceil, \lfloor x \rfloor$
- اندازه و متمم:  $|A|, \bar{A}$
- همنهشتی:  $a \equiv 1$  یا  $a \equiv 1^n$  (پیمانه‌ی  $n$ )
- ضرب و تقسیم:  $\times, \cdot, \div$
- سه‌نقطه بین کاما:  $1, 2, \dots, n$
- سه‌نقطه بین عملگر:  $1 + 2 + \dots + n$
- کسر و ترکیب:  $\frac{n}{k}, \binom{n}{k}$
- اجتماع و اشتراک:  $A \cup (B \cap C)$
- عملگرهای منطقی:  $\neg p \vee (q \wedge r)$
- پیکان‌ها:  $\rightarrow, \Rightarrow, \leftarrow, \Leftarrow, \leftrightarrow, \Leftrightarrow$
- عملگرهای مقایسه‌ای:  $\neq, \leq, \not\leq, \geq, \not\geq$
- عملگرهای مجموعه‌ای:  $\in, \notin, \setminus, \subset, \subseteq, \subsetneq, \supset, \supseteq, \supsetneq$
- جمع و ضرب چندتایی:  $\sum_{i=1}^n a_i, \prod_{i=1}^n a_i$

• اجتماع و اشتراک چندتایی:  $\bigcup_{i=1}^n A_i, \bigcap_{i=1}^n A_i$

• برخی نمادها:  $\infty, \emptyset, \forall, \exists, \triangle, \angle, \ell, \equiv, \therefore$

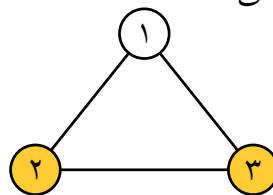
## ۴-۶ لیست‌ها

برای ایجاد یک لیست می‌توانید از محیط‌های «فقرات» و «شمارش» همانند زیر استفاده کنید.

- |            |             |
|------------|-------------|
| • مورد اول | ۱. مورد اول |
| • مورد دوم | ۲. مورد دوم |
| • مورد سوم | ۳. مورد سوم |

## ۵-۶ درج شکل

یکی از روش‌های مناسب برای ایجاد شکل استفاده از نرم‌افزار LaTeX Draw و سپس درج خروجی آن به صورت یک فایل tex درون متن با استفاده از دستور fig یا centerfig است. شکل ۶-۱ نمونه‌ای از اشکال ایجادشده با این ابزار را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱: یک گراف و پوشش رأسی آن

همچنین می‌توانید با استفاده از نرم‌افزار Ipe شکل‌های خود را مستقیماً به صورت pdf ایجاد نموده و آن‌ها را با دستورات img یا centering درون متن درج کنید. برای نمونه، شکل ۶-۲ را ببینید.



عملیات	عملگر
کوچک‌تر	<
بزرگ‌تر	>
مساوی	==
نامساوی	<>

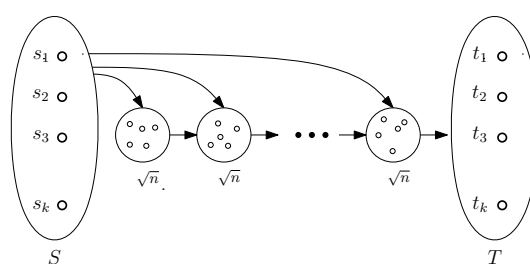
جدول ۶-۱: عملگرهای مقایسه‌ای

## ۶-۶ درج جدول

برای درج جدول می‌توانید با استفاده از دستور «جدول» جدول را ایجاد کرده و سپس با دستور «لوح» آن را درون متن درج کنید. برای نمونه جدول ۶-۱ را ببینید.

## ۶-۷ درج الگوریتم

برای درج الگوریتم می‌توانید از محیط «الگوریتم» همانند زیر استفاده کنید.



شکل ۶-۲: یک گراف جهت‌دار بدون دور

---

**الگوریتم ۲ پوشش رأسی حریصانه**


---

**ورودی:** گراف  $G = (V, E)$

**خروجی:** یک پوشش رأسی از  $G$

۱: قرار بده  $C = \emptyset$

۲: تا وقتی  $E$  تهی نیست:

۳: یال دلخواه  $uv \in E$  را انتخاب کن

۴: رأس‌های  $u$  و  $v$  را به  $C$  اضافه کن

۵: تمام یال‌های واقع بر  $u$  یا  $v$  را از  $E$  حذف کن

۶:  $C$  را برگردان

---

## ۶-۸ محیط‌های ویژه

برای درج مثال‌ها، قضیه‌ها، لم‌ها و نتیجه‌ها به ترتیب از محیط‌های «مثال»، «قضیه»، «لم» و «نتیجه» استفاده کنید. برای درج اثبات قضیه‌ها و لم‌ها از محیط «اثبات» استفاده کنید.

تعریف‌های داخل متن را با استفاده از دستور «مهم» به صورت تیره نشان دهید. تعریف‌های پایه‌ای‌تر را درون محیط «تعریف» قرار دهید.

**تعریف ۶-۱ (اصل لانه‌کبوتری)** اگر  $n+1$  یا بیش‌تر کبوتر درون  $n$  لانه قرار گیرند، آنگاه لانه‌ای وجود دارد که شامل حداقل دو کبوتر است.

## فصل ۷

### برخی نکات نگارشی

این فصل حاوی برخی نکات ابتدایی ولی بسیار مهم در نگارش متون فارسی است. نکات گردآوری شده در این فصل به هیچ وجه کامل نیست، ولی دربردارنده‌ی حداقل مواردی است که رعایت آن‌ها در نگارش پایان‌نامه ضروری به نظر می‌رسد.

#### ۱-۷ فاصله‌گذاری

۱. علائم سجاوندی مانند نقطه، ویرگول، دونقطه، نقطه‌ویرگول، علامت سؤال، و علامت تعجب (. ، : ؛ ؟ !) بدون فاصله از کلمه‌ی پیشین خود نوشته می‌شوند، ولی بعد از آن‌ها باید یک فاصله قرار گیرد. مانند: من، تو، او.

۲. علامت‌های پرانتز، آکولاد، کروشه، نقل قول و نظایر آن‌ها بدون فاصله با عبارات داخل خود نوشته می‌شوند، ولی با عبارات اطراف خود یک فاصله دارند. مانند: (این عبارت) یا آن عبارت.

۳. دو کلمه‌ی متوالی در یک جمله همواره با یک فاصله از هم جدا می‌شوند، ولی اجزای یک کلمه‌ی مرکب باید با نیم‌فاصله<sup>۱</sup> از هم جدا شوند. مانند: کلاسِ درس، محبت‌آمیز، دوبخشی.

<sup>۱</sup> «نیم‌فاصله» فاصله‌ای مجازی است که در عین جدا کردن اجزای یک کلمه‌ی مرکب از یک‌دیگر، آن‌ها را نزدیک به هم نگه می‌دارد. معمولاً برای تولید این نوع فاصله در صفحه‌کلیدهای استاندارد از ترکیب Shift+Space استفاده می‌شود.

## ۲-۷ شکل حروف

۱. در متون فارسی به جای حروف «ك» و «ي» عربی باید از حروف «ک» و «ی» فارسی استفاده شود. همچنین به جای اعداد عربی مانند ۵ و ۶ باید از اعداد فارسی مانند ۵ و ۶ استفاده نمود. برای این کار، توصیه می‌شود صفحه‌کلید فارسی استاندارد<sup>۲</sup> را بر روی سیستم خود نصب کنید.
۲. عبارات نقل قول شده یا مؤکد باید درون علامت نقل قول «» قرار گیرند، نه «». مانند: «کشور ایران».
۳. کسره‌ی اضافی بعد از «ه» غیرملفوظ به صورت «ه‌ی» نوشته می‌شود، نه «ه‌ة». مانند: خانه‌ی علی، دنباله‌ی فیوناچی.
- تبصره: اگر «ه» ملفوظ باشد، نیاز به «ی» ندارد. مانند: فرمانده دلیر، پادشه خوبان.
۴. پایه‌های همزه در کلمات، همیشه «ئ» است، مانند: مسئله و مسئول، مگر در مواردی که همزه ساکن است که در این صورت باید متناسب با اعراب حرف پیش از خود نوشته شود. مانند: رأس، مؤمن.

## ۳-۷ جدانویسی

۱. اجزای فعل‌های مرکب با فاصله از یک‌دیگر نوشته می‌شوند، مانند: تحریر کردن، به سر آمدن.
۲. علامت استمرار، «می»، توسط نیم‌فاصله از جزء بعدی فعل جدا می‌شود. مانند: می‌رود، می‌توانیم.
۳. شناسه‌های «ام»، «ای»، «ایم»، «اید» و «اند» توسط نیم‌فاصله، و شناسه‌ی «است» توسط فاصله از کلمه‌ی پیش از خود جدا می‌شوند. مانند: گفته‌ام، گفته‌ای، گفته است.
۴. علامت جمع «ها» توسط نیم‌فاصله از کلمه‌ی پیش از خود جدا می‌شود. مانند: این‌ها، کتاب‌ها.
۵. «به» همیشه جدا از کلمه‌ی بعد از خود نوشته می‌شود، مانند: به نام و به آن‌ها، مگر در مواردی که «ب» صفت یا فعل ساخته است. مانند: بسزا، ببینم.

<sup>۲</sup> صفحه‌کلید فارسی استاندارد برای ویندوز، تهیه شده توسط بهنام اسفهد

۶. «به» همواره با فاصله از کلمه‌ی بعد از خود نوشته می‌شود، مگر در مواردی که «به» جزئی از یک اسم یا صفت مرکب است. مانند: تناظر یک‌به‌یک، سفر به تاریخ.

## ۴-۷ جدا نویسی مرجع

۱. اجزای اسم‌ها، صفت‌ها، و قیده‌ای مرکب توسط نیم‌فاصله از یک‌دیگر جدا می‌شوند. مانند: دانش‌جو، کتاب‌خانه، گفت‌وگو، آنگاه، دل‌پذیر.

تبصره: اجزای منتهی به «هـاء ملفوظ» را می‌توان از این قانون مستثنی کرد. مانند: راهنما، رهبر.

۲. علامت صفت برتری، «تر»، و علامت صفت برترین، «ترین»، توسط نیم‌فاصله از کلمه‌ی پیش از خود جدا می‌شوند. مانند: بیش‌تر، کم‌ترین.

تبصره: کلمات «بهتر» و «بهترین» را می‌توان از این قاعده مستثنی نمود.

۳. پیشوندها و پسوندهای جامد، چسبیده به کلمه‌ی پیش یا پس از خود نوشته می‌شوند. مانند: همسر، دانشکده، دانشگاه.

تبصره: در مواردی که خواندن کلمه دچار اشکال می‌شود، می‌توان پسوند یا پیشوند را جدا کرد. مانند: هم‌میهن، هم‌ارزی.

۴. ضمیرهای متصل چسبیده به کلمه‌ی پیش از خود نوشته می‌شوند. مانند: کتابم، نامت، کلامشان.

پیوست آ

مطالب تکمیلی

پیوست‌های خود را در صورت وجود می‌توانید در این قسمت قرار دهید.

## مراجع

- [1] A. Schrijver. *Theory of linear and integer programming*. John Wiley and Sons, Inc. New York, NY, USA, 1986.
- [2] L. G. Khachiyan. A polynomial algorithm in linear programming. *Doklady Akademii Nauk SSSR*, 244:1093–1096, 1979.
- [3] N. Karmarkar. A new polynomial-time algorithm for linear programming. *Combinatorica*, 4:373–395, 1984.
- [4] J. von Neumann. On a maximization problem. Manuscript, Institute for Advanced Studies, Princeton University, Princeton, NJ 08544, USA, 1947.
- [5] S. Assadi, E. Emamjomeh-Zadeh, A. Norouzi-Fard, S. Yazdanbod, and H. Zarrabi-Zadeh. The minimum vulnerability problem. In *Proceedings of the 23rd International Symposium on Algorithms and Computation*, volume 7676 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 382–391, 2012.

# واژه‌نامه

## الف

pallet	پالت	heuristic	ابتکاری
robustness	پایداری	worth	ارزش
support	پشتیان	satisfiability	ارضاپذیری
convex hull	پوسته‌ی محدب	strategy	استراتژی
upper envelope	پوش بالایی	coalition	ائتلاف
covering	پوششی		

## ب

projective transformation	تبدیل تصویری	loading	بارگذاری
equilibrium	تبادل	game	بازی
relaxation	تعدیل	label	برچسب
intersection	تقاطع	linear programming	برنامه‌ریزی خطی
partition	تقسیم‌بندی	integer programming	برنامه‌ریزی صحیح
evolutionary	تکاملی	packing	بسته‌بندی
distributed	توزیع‌شده	best response	بهترین پاسخ
		maximum	بیشینه

## ج

brute-force	جست‌وجوی جامع
Depth-First Search	جست‌وجوی عمق‌اول

## پ



س	bin ..... جعبه
constructive ..... ساختی	
pay off, utility ..... سود	چ
	sink ..... چاله
ش	
quasi-polynomial ..... شبه‌چندجمله‌ای	ح
quasi-concave ..... شبه‌مقعر	action ..... حرکت
ص	خ
formal ..... صوری	selfish ..... خودخواهانه
	clique ..... خوشه
ع	د
rational ..... عاقل	binary ..... دودویی
agent-based ..... عامل-محور	dual ..... دوگان
action ..... عمل	bimatrix ..... دو ماتریسی
غ	ر
missing ..... غائب	vertex ..... رأس
decentralized ..... غیرمتمرکز	behaviour ..... رفتار
degenerate ..... غیرمعمول	coloring ..... رنگ‌آمیزی
ق	ز
transferable ..... قابل انتقال	scheduling ..... زمان‌بندی
lexicographically ..... قاموسی	biology ..... زیست‌شناسی
strong ..... قوی	

art gallery ..... نگارخانه‌ی هنر

gaurd ..... نگهبان

profile ..... نمایه

round-robin ..... نوبتی

## ک

minimum ..... کمینه

## م

subset sum ..... مجموع زیرمجموعه‌ها

set ..... مجموعه

pivot ..... محور

mixed ..... مختلط

hidden ..... مخفی

affine ..... مستوی

planar ..... مسطح

reasonable ..... منطقی

parallel ..... موازی

## و

facet ..... وجه

## ه

price of anarchy (POA) ..... هزینه‌ی آشوب

social cost ..... هزینه‌ی اجتماعی

price of stability (POS) ..... هزینه‌ی پایداری

## ی

edge ..... یال

isomorphism ..... یکرختی

## ن

outcome ..... نتیجه‌ی نهایی

Nash ..... نش

fixed point ..... نقطه ثابت

## **Abstract**

We present a standard template for typesetting theses in Persian. The template is based on the X<sub>Y</sub>TeX Persian package for the L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X typesetting system. This write-up shows a sample usage of this template.

**Keywords:** Thesis, Typesetting, Template, X<sub>Y</sub>TeX Persian



Sharif University of Technology  
Department of Computer Engineering

B.Sc. Thesis

# **Trading Training System Based on Gamification and Blockchain**

By:

**Parsa Alian**

Supervisor:

**Dr. MohammadAmin Fazli**

June 2021