



# آنالیز الگوریتم‌ها (۲۲۸۹۱)

مدرس: مرتضی علمی

[بهار ۹۹]

اطلاعات درس

## ۱ هدف درس

هدف از درس آنالیز الگوریتم‌ها آشنایی با روش‌ها و مفاهیم بنیادین مرتبط با طراحی الگوریتم‌ها، و برخی الگوریتم‌های کلاسیک و پرکاربرد است. انتظار می‌رود دانشجو در پایان درس بتواند از تکنیک‌های گفته شده برای طراحی الگوریتم‌های جدید استفاده کند.

## ۲ سرفصل تقریبی

### ● مباحث کلاسیک

- آشنایی با مدل‌های محاسباتی، روش‌های تحلیل الگوریتم‌ها، ملاک‌های کارایی الگوریتم‌ها.
- روش تقسیم و حل.
- روش جستجوی همه حالت‌ها.
- روش حریصانه.
- برنامه‌ریزی پویا.
- الگوریتم‌های کلاسیک گراف‌ها: پیمایش گراف‌ها، پیدا کردن مولفه‌های همبندی، الگوریتم‌های کوتاه‌ترین مسیر، شبکه جریان.
- آشنایی با روش‌های نشان دادن سختی مسائل و مفهوم ان‌پی-تمامیت. روش‌های مهم برای حل مسائل سخت.
- برنامه‌ریزی خطی.

### ● مباحث اضافه

- مباحثی در الگوریتم‌های تصادفی.
- الگوریتم‌های جویباری.
- الگوریتم‌های برخط.
- روش به‌روزرسانی ضربی وزن‌ها.

## ۳ بارمبندی و تقویم درس

- میان‌ترم: ۶ نمره.  
پنجشنبه ۴ اردیبهشت صبح یا بعدازظهر.

- پایان‌ترم: ۸ نمره.  
سه‌شنبه ۲۷ خرداد ساعت ۹.

- تمرین‌های نظری: ۳ نمره.  
تمرین‌ها به صورت هفتگی خواهند بود؛ هر سری تمرین سه‌شنبه شب آپلود می‌شود و موعد تحویل آن ۱۲ ظهر سه‌شنبه هفته بعد است. برای هر دانشجو صرفاً ۱۰ سری تمرینی که بیشترین نمره را در آن‌ها کسب کرده لحاظ خواهد شد.

- تمرین‌های عملی: ۳ نمره.

۱. سری اول: از ۲ اسفند تا ۲۳ اسفند.

۲. سری دوم: از ۲۳ اسفند تا ۲۲ فروردین.

۳. سری سوم: از ۲۲ فروردین تا ۱۲ اردیبهشت.

هر دانشجو می‌تواند تمرین‌های عملی خود را در مجموع با ۳ روز تأخیر تحویل دهد.

- جزوه‌نویسی: ۱ نمره اضافه.

جزوه‌ای که می‌نویسید را باید در ۲ مرحله بفرستید – نسخه اولیه: حداکثر ۳۳ ساعت بعد از کلاس، نسخه نهایی: یک هفته بعد از مهلت فرستادن نسخه اولیه. برای جزوه نوشتن از قالب منتشر شده در سایت درس استفاده کنید. نمره بالا به جزوه‌هایی تعلق می‌گیرد که از لحاظ جامعیت و پوشش مطالب گفته شده در کلاس، درستی فنی، نحوه بیان، و اصول صفحه‌بندی کیفیت بالایی داشته باشند. برای نوشتن جزوه یک جلسه، لازم است آن جلسه را در کلاس شرکت کنید. همچنین نوشتن جزوه جلسه‌ای که آن را رزرو کرده‌اید ناپسند است و بی‌احترامی به سایر دانشجویان و تیم ارائه دهنده درس محسوب می‌شود.

تلاش می‌کنیم جزوه‌ها را در اسرع وقت روی سایت درس آپلود کنیم، اما توجه کنید که جزوه‌های آپلود شده توسط مدرس درس بررسی نشده‌اند.

برای جزوه‌نویسی با خانم قاسمی هماهنگ کنید.

- کوئیز از مباحث اضافه: ۱ نمره اضافه.  
چهارشنبه ۱۱ تیر ساعت ۱۱.

توجه کنید که:

- شرط لازم برای گذراندن درس کسب ۷ نمره از میان‌ترم و پایان‌ترم است.
- در صورتی که نمره پایان‌ترمتان بیشتر از نمره میان‌ترمتان باشد، بارم‌های این دو امتحان به ۴ و ۱۰ تغییر خواهد کرد.
- میان‌ترم و پایان‌ترم صرفاً از مباحث کلاسیک خواهد بود (تقریباً تا آخر جلسه ۲۵).

- در روز پنجشنبه ۱۵ اسفند ساعت ۹ تا ۱۲:۳۰ دو جلسه جبرانی برگزار خواهد شد. در مورد کلاس جبرانی جلسه ۲۷ اسفند بعداً اطلاع‌رسانی خواهد شد.
- زمان کلاس تمرین دوشنبه‌ها ساعت ۵ تا ۷ خواهد بود.

## ۴ نقش کلاس و منبع درس

نقش کلاس درس ارائه تصویر کلی از هر مبحث درسی و گشودن گره‌های مربوط به مباحث پیچیده‌تر است. هدف برگزاری کلاس این است که دانشجو بعد از کلاس جهت‌گیری ذهنی خوبی نسبت به مبحث مورد نظر داشته باشد، به طوری که بتواند با مطالعه مبحث مربوطه از منبع درسی، جزئیات را به طور کامل متوجه شود. هدف دیگر، مطرح کردن برخی مطالب است که به صورت سرراست در منابع وجود ندارد. به طور خاص توجه کنید که برخی مباحث استاندارد ممکن است به گونه‌ای متفاوت با چیزی که انتظار دارید در کلاس ارائه شوند. دانشجویان مسئول دانستن مطالب گفته شده در کلاس درس، کلاس حل تمرین، و منابع هر جلسه می‌باشند.

اکیداً توصیه می‌شود دانشجو در جلسات درس شرکت کند. کلاس درس حدود ۱۳:۳۲ شروع می‌شود و حدود ۱۴:۵۲ پایان می‌یابد. همچنین توصیه می‌شود تا ۴۸ ساعت بعد از هر جلسه، حدود ۲ برابر زمان کلاس را صرف مرور و بازنویسی مطالب گفته شده در کلاس کنید.

## ۵ نقش کلاس حل تمرین

مشارکت در کلاس درسی و به طور خاص مطرح کردن و پرسیدن نکات مبهم، بسیار پسندیده است و توصیه می‌شود. اما ماهیت کلاس و سرفصل استاندارد که لازم است پوشش داده شود حجم تعامل را محدود می‌کند. نقش جلسات حل تمرین دادن فرصت بیشتر به دانشجویان برای اندیشیدن و تامل کردن در مورد ایده‌ها و مباحث مطرح شده در کلاس، بررسی روش‌ها و ایده‌های بدیل و احیاناً نادرست برای رسیدن به نتایج یکسان، و دیدن مثال‌ها و تمرین‌های مرتبط است. بنابراین دانشجویان در این جلسات نقش پررنگ‌تر و فعال‌تری نسبت به کلاس درسی دارند.

## ۶ استانداردهای اخلاقی و آکادمیک

تلاش ما در این درس این است که استانداردهای اخلاقی و آکادمیک را تا جای ممکن رعایت کنیم. بنابراین بسیار مهم هست که دانشجویان در همه موارد ادب لازم – به معنای اعم کلمه – را نسبت به درس، سایر دانشجویان درس، و تیم ارائه‌کننده درس رعایت کنند. از مصادیق این امر شرکت در جلسات درس، عدم صحبت کردن سر کلاس با دانشجویان دیگر، عدم استفاده از وسایل الکترونیکی جز برای دسترسی به منابعی که مستقیماً به محتوای فعلی در حال ارائه مرتبط است (یا موارد مطلقاً ضروری)، ورود و خروج به موقع به کلاس، نشستن در جای مناسب و رعایت نظم کلاس است. متقابلاً مدرس و دستیاران درس حداکثر تلاششان را برای رعایت ادب نسبت به درس و دانشجویان درس انجام خواهند داد.

انتظار می‌رود که تمرین‌های تحویل داده شده توسط هر دانشجو کار خود دانشجو باشد. در مورد تمرین‌های عملی، بحث کردن در مورد ایده‌های حل مسئله با سایر دانشجویان درس مجاز است (و حتی توصیه می‌شود)، اما دیدن یا آگاهی پیدا کردن از جزئیات راه‌حل سایر دانشجویان مجاز نیست. بنابراین قبل از موعد تحویل تمرین نباید حتی به بخشی از کد هم‌کلاسیتان نگاه کنید (چه به صورت تایپ شده چه احیاناً به صورت شبکه‌کد روی کاغذ). طبعاً کمک به اشکال‌زدایی برنامه هم‌کلاسی هم مجاز نیست. همچنین نباید جزئیات پیاده‌سازی خود را برای هم‌کلاسیتان بازگو کنید یا امکان دیده شدن کدتان توسط هم‌کلاسی را فراهم کنید. ابزار اصلی ما برای تشخیص تخلف‌ها در تمرین‌های عملی، امکان سایت کوئرا برای پیدا کردن مشابهت کد است. همچنین ممکن است بعد از پایان موعد تمرین‌های عملی، یک آزمون عملی از تمرین‌های داده شده گرفته شود تا تشخیص دهیم آیا تمرین‌ها کار خود دانشجو است یا خیر.

در تمرین‌های نظری نیز می‌توانید در مورد ایده‌های حل سوال با هم‌کلاسی خود مشورت کنید، اما مجاز به نگاه کردن به راه‌حل هم‌کلاسی و نشان دادن راه‌حل خود به هم‌کلاسی نیستید. همچنین لازم است نام هر کدام از دوستانتان را که برای حل تمرین با آنها مشورت کرده‌اید در ابتدای پاسخ تمرینتان بنویسید. این قاعده برای محافظت از شماست و شانس اینکه کار شما تخطی از استانداردهای آکادمیک تشخیص داده شود را کاهش می‌دهد. ممکن است بعد از موعد تحویل هر سری تمرین، یک کوئیز از سوال‌های تمرین سر کلاس گرفته شود. این کوئیزها نمره‌ای ندارد، اما اگر جواب درست را برای تمرینی تحویل داده باشید و نتوانید در کوئیز، جواب درست را برای همان تمرین بنویسید، این موضوع به عنوان شهادی بر تخلف در نگارش تمرین‌ها تلقی خواهد شد.

همچنین استفاده از راه‌حل‌های آماده، مثلاً در اینترنت، مجاز نیست. در صورتی که از منبعی استفاده می‌کنید، لازم است آن را در ابتدای پاسخ تمرینتان ذکر کنید تا از خودتان در برابر تشخیص داده شدن به عنوان متخلف محافظت کنید.

با موارد نقض قوانین گفته شده در مورد تمرین‌ها به طور جدی برخورد خواهد شد. مجازات نقض این قوانین، می‌تواند شامل صفر گرفتن در کل سری تمرین مورد نظر (و نه فقط سوال شامل تخلف)، صفر گرفتن در کل تمرین‌های نظری و عملی، و از دست دادن هرگونه نمره اضافه (چه ۲ نمره اضافه اعلام شده و چه هر نمره احتمالی اعلام نشده دیگر) باشد.

در صورتی که تردید داشتید کار شما تخلف از قواعد درس محسوب می‌شود یا خیر، لازم است در این مورد با تیم ارائه دهنده درس مشورت کنید. همچنین در صورتی که تخلفی کردید، بهترین کار این است که داوطلبانه این موضوع را به ما اعلام کنید؛ در این صورت نسبت به حالتی که ما تخلف شما را کشف کنیم برخورد بسیار نرم‌تری با شما خواهد شد.

توجه کنید که بررسی تخلف‌ها احتمالاً به آخر ترم موکول خواهد شد. بنابراین در صورت تخلف ممکن است نمره اولیه‌ای که دریافت می‌کنید نمره کامل باشد و حتی در اواخر ترم هم نمره کاملی برای شما توسط دستیاران درس اعلام شود و ناگهان تخلف شما اعلام شود و کل نمره تمرین‌ها و نمره‌های اضافه را از دست بدهید.

## ۷ در مورد آزمون‌ها

هدف کلاسیک آزمون‌ها سنجش میزان توانایی فکری دانشجو در مورد مبحث درس است. این موضوع شامل دانستن مطالب درس و توانایی به کار بستن آنها برای حل مسائل جدید است.

اما آزمون‌ها می‌توانند علاوه بر ارزشیابی، ادامه فرایند یادگیری مطالب درس هم باشند. به همین منظور تلاش خواهیم کرد که بعد از میان‌ترم و پایان‌ترم پاسخ یا حداقل راهنمایی برای سوال‌ها را منتشر کنیم.

همچنین تلاش می‌کنیم که تصحیح برگه‌ها تا حد امکان دقیق باشد. برای راه‌حل‌های نوشته شده، علاوه بر دانستن ایده درست، نحوه نوشتن راه‌حل هم نقش مهمی در میزان نمره‌ای که می‌گیرید دارد. اگر ایده درستی برای راه‌حل داشته باشید، اما به طور ناقص یا گنگ بیانش کنید، نمره کامل نخواهید گرفت.

این موضوع هم به خاطر آگاه کردن دانشجویان از اشتباهات و نواقص احتمالی راه‌حل‌هایشان و کمک به پرورش ذهن دقیق‌تر و بیان شفاف‌تر است و هم به خاطر رعایت عدالت و افتراق با دانشجویانی که راه‌حلشان را دقیق‌تر و کامل‌تر نوشته‌اند.

در همین راستا راه‌حل‌هایی که ایده‌شان از اساس نادرست باشد و به راه‌حل درست سوال منجر نشود نمره‌ای نخواهند گرفت. به عبارت دیگر نمره‌دهی بر اساس میزان درستی راه‌حل و درجه وضوح و دقت بیان آن انجام می‌شود، و نه حجم راه‌حل.

## ۸ نکاتی برای موفقیت در درس

کلیدی‌ترین نکته برای موفقیت در درس، وقت گذاشتن و تلاش مداوم در طول ترم است. به درست آوردن توانایی طراحی الگوریتم‌ها و پرورش یافتن تفکر الگوریتمی پروسه‌ای زمان‌بر است، و بنابراین استراتژی وقت گذاشتن زیاد مقطعی (مثلاً در بازه نزدیک به امتحان‌ها) نتایج درخشانی تولید نخواهد کرد.

نکته مهم دیگر جدی گرفتن تأثیر «نوشتن» است. نوشتن مطالبی که یاد می‌گیرید به تحکیم و تعمیق مطالب کمک شایانی می‌کند. همچنین زمانی که تمرین حل می‌کنید، تلاش به نوشتن راه‌حل‌تان به دقیق‌تر کردن و فهمیدن ایرادهای احتمالی آن کمک می‌کند.

گرفتن بازخورد از دیگران نیز برای یادگیری مطالب بسیار مفید است. به همین دلیل توصیه می‌شود که حداقل بخشی از درس خواندنتان را به همراه دوستانتان انجام دهید. همچنین از زمان‌های تعیین شده برای حل تمرین و رفع اشکال استفاده کنید.

هنگام توجه به هرگونه راهنما و توصیه برای نحوه یادگیری درس (یا هر کار دیگر)، در نظر گرفتن تفاوت‌های فردی اهمیت بسیار دارد. مثلاً بعضی از دانشجویان هستند که در حضور دیگران و در یک محیط تعاملی و گروهی یادگیری بهتری دارند و برخی دیگر در تنهایی بهتر یاد می‌گیرند. به طور خاص بعضی، سر کلاس بهتر مطالب را یاد می‌گیرند و بعضی ارتباط کمتری برقرار می‌کنند و نیاز بیشتری دارند که مطالب را خودشان بخوانند (بخشی از این مسئله به خاطر شخصیت متفاوت دانشجویان، و بخشی به خاطر شخصیت متفاوت اساتید است). فعال‌تر بودن در جمع هرچند مثبت است، لزوماً به معنی باهوش‌تر بودن یا دانشمندتر بودن نیست.

سعی کنید روش‌هایی که برای شخص شما بهتر کار می‌کنند را بشناسید و از آن‌ها بیشتر استفاده کنید و در عین حال از سایر روش‌ها هم غافل نشوید. برای مثال اگر از زمره دانشجویانی هستید که از کلاس استفاده کمتری می‌برند، تمرکز بیشتری روی مطالعه شخصی خودتان بگذارید، ولی حضور در کلاس را به هیچ عنوان ترک نکنید. طبعاً این موضوع جدای از دادن بازخورد به تیم ارائه دهنده درس برای اصلاح نواقصشان است.

شاید بتوان گفت بهترین معیار برای سنجش میزان پیشرفت خودتان در درس، انرژی ذهنی‌ای است که مصرف می‌کنید. به این دلیل فکر کردن روی مسائل مختلف (چه نکات پوشش داده شده در کلاس و چه مسائل جدید)، لازمه یادگیری است. مطالعه کتاب درسی و توجه به حرف‌های مدرس لازم است و جهت‌دهی ذهنی لازم برای استفاده مفید از زمانی که برای فکر کردن می‌گذارید را به شما می‌دهد، اما مواجهه انفعالی با مطالب صرفاً می‌تواند پیش‌زمینه یادگیری مطالب باشد و یادگیری عمیق نیازمند درگیر شدن با مباحث و صرف انرژی فکری است.

آخرین نکته که اهمیتش از بقیه نکات کمتر نیست: سعی کنید از درس لذت ببرید! ما در حد توانمان تلاش خواهیم کرد که درس برای افراد علاقمند جذاب باشد و فرصت خوبی برای یادگیری مطالب جالب فراهم شود، اما محدودیت‌ها و ضعف‌های جدی‌ای که لاجرم در دانش، تجربه، شخصیت و وقت مدرس درس وجود دارد باعث می‌شود که بخش مهمی از وظیفه ایجاد تجربه لذت‌بخش آموزش به عهده خود دانشجویان باشد.

## برخی منابع درس

[CLRS] Cormen, Liserson, Rivest, Stein “Introduction to Algorithms”, 3rd edition, 2009.

[KT] Kleinberg, Tardos, “Algorithm Design”, 2005.

[DPV] Dasgupta, Papadimitriou, Vazirani, “Algorithms”, 2006.

[Erickson] Jeff Erickson, “Algorithms”, 2019.

[Creative] Udi Manber, “Introduction to Algorithms, A Creative Approach”, 1989.

[Berkeley] <https://cs170.org/>

[MIT1] <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-006-introduction-to-a>

[MIT2] <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-046j-design-and-analy>

[CMU] <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/academic/class/15451-f19/www/index.html>