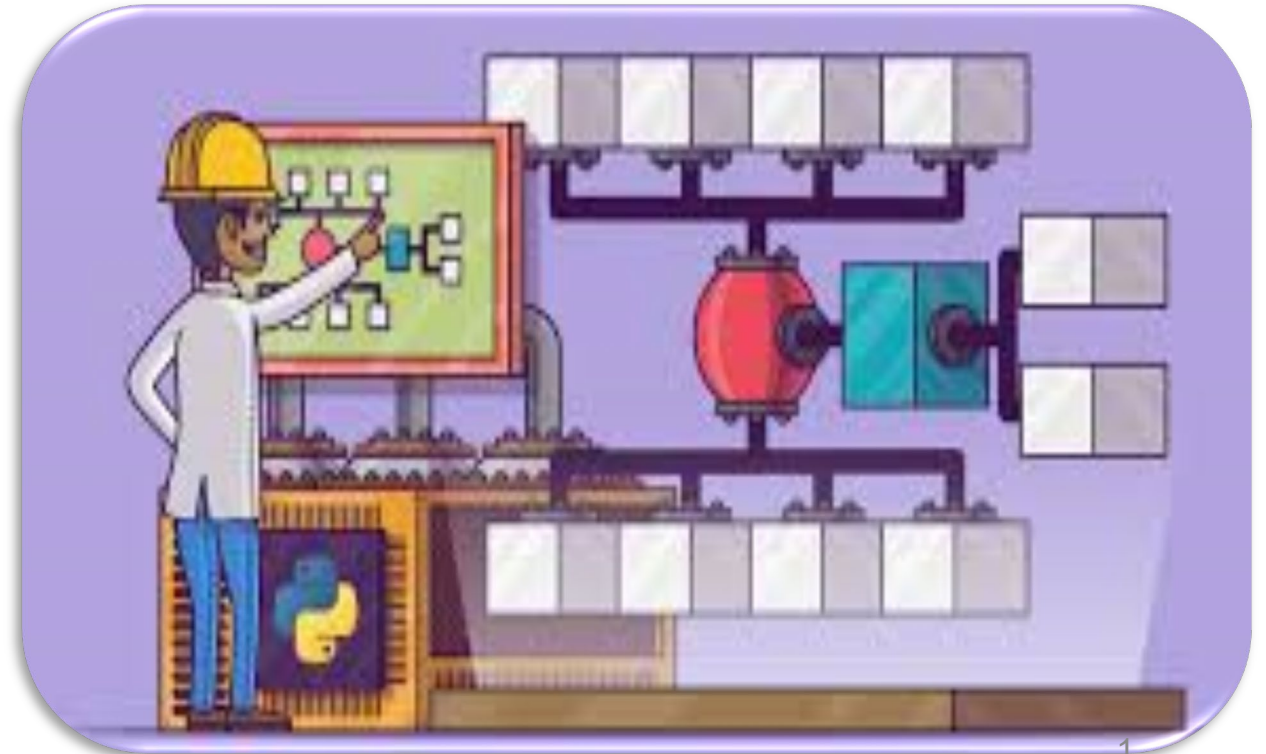




# ساختمان داده ها

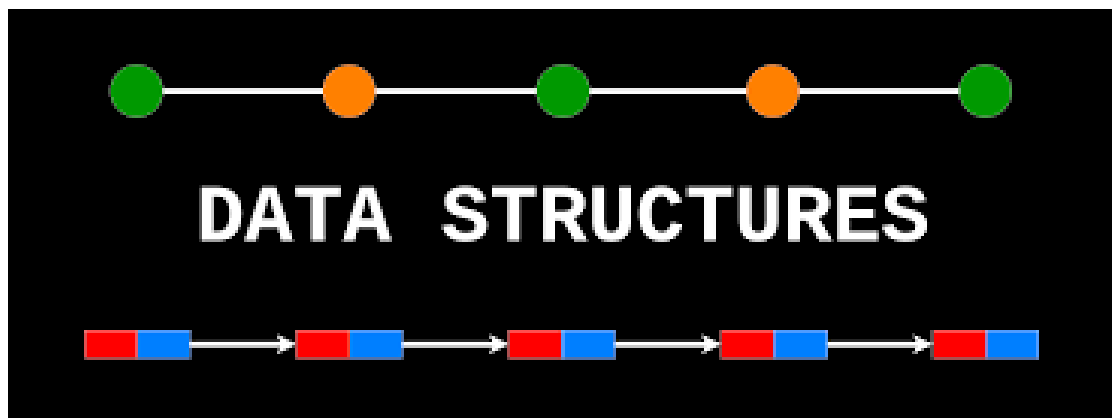
مدرس:  
سمانه حسینی سمنانی

دانشگاه صنعتی اصفهان  
دانشکده برق و کامپیوتر





# ساختمان داده چیست؟



- ظرفی است که داده‌ها در آن در یک قالب خاص ذخیره‌سازی می‌شوند.

- برای هر مسئله ساختمان داده کارآمد و ناکارآمد وجود دارد

- هدف یافتن ساختمان داده بهینه برای ذخیره، نگهداری و بازیابی اطلاعات است



# درس ساختمان داده

- چیزی که این درس به آن می پردازد:
- ← الگوریتم هایی برای حل کارآمد مسئله
- ← ساختمان داده هایی برای ذخیره، دسترسی و اعمال تغییرات به صورت موثرتر در داده ها
- خواهیم دید که هر ساختمان داده مزایا و معایبی دارد
- هیچ یک از ساختمان داده ها از همه لحاظ بهینه نیست
- انتخاب بستگی به نیاز های ما دارد



# چرا به ساختمان داده نیاز است؟

- داده حیاتی‌ترین موجودیت در علم کامپیوتر
- ساختمان داده‌ها برای ذخیره‌سازی داده‌ها به شکل سازمان یافته قابل استفاده هستند.



- مثال‌هایی از داده:
  - لیست خرید
  - مدیریت برنامه‌ها توسط سیستم عامل
  - سلسله مراتب کارمندان یک سازمان
  - راهنمای تلفن ساده



# چرا به ساختمان داده نیاز است؟

- داده حیاتی‌ترین موجودیت در علم کامپیوتر
- ساختمان داده‌ها برای ذخیره‌سازی داده‌ها به شکل سازمان یافته قابل استفاده هستند.

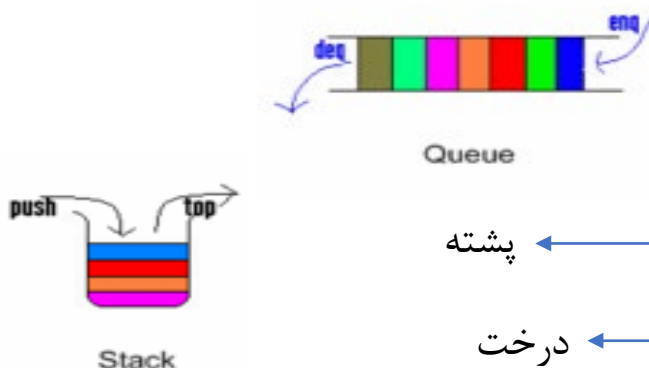
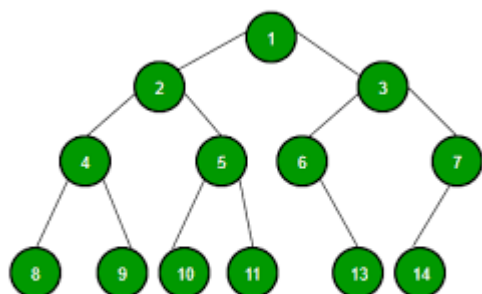
- مثال‌هایی از داده:

لیست خرید ← صف

مدیریت برنامه‌ها توسط سیستم عامل ← پشته

سلسله مراتب کارمندان یک سازمان ← درخت

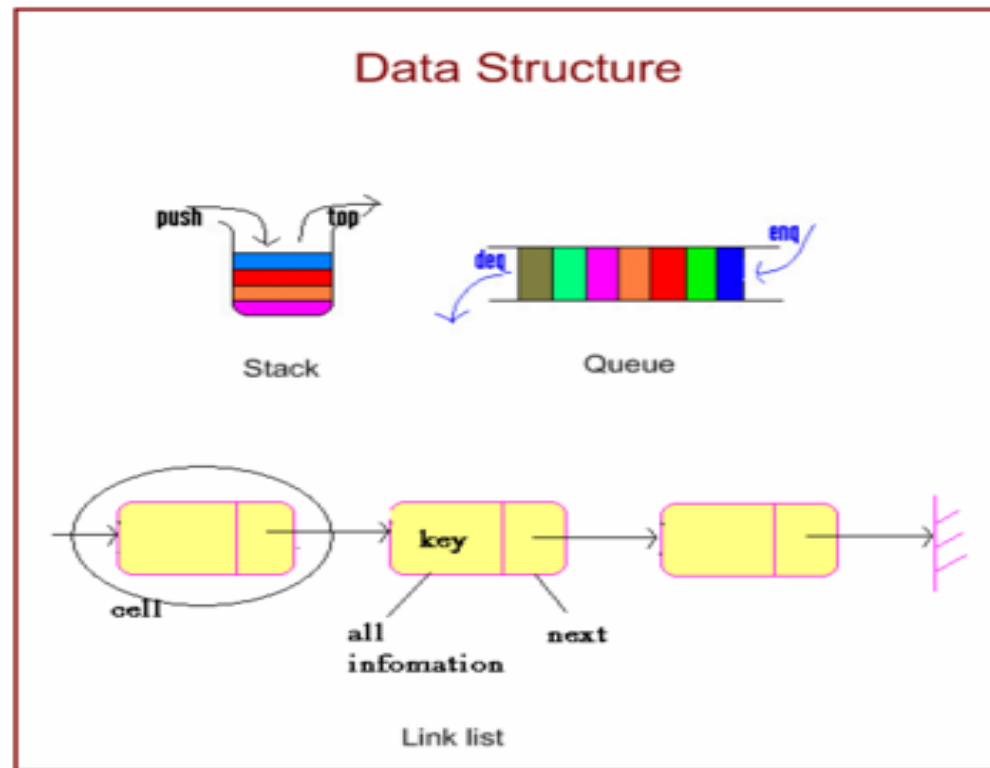
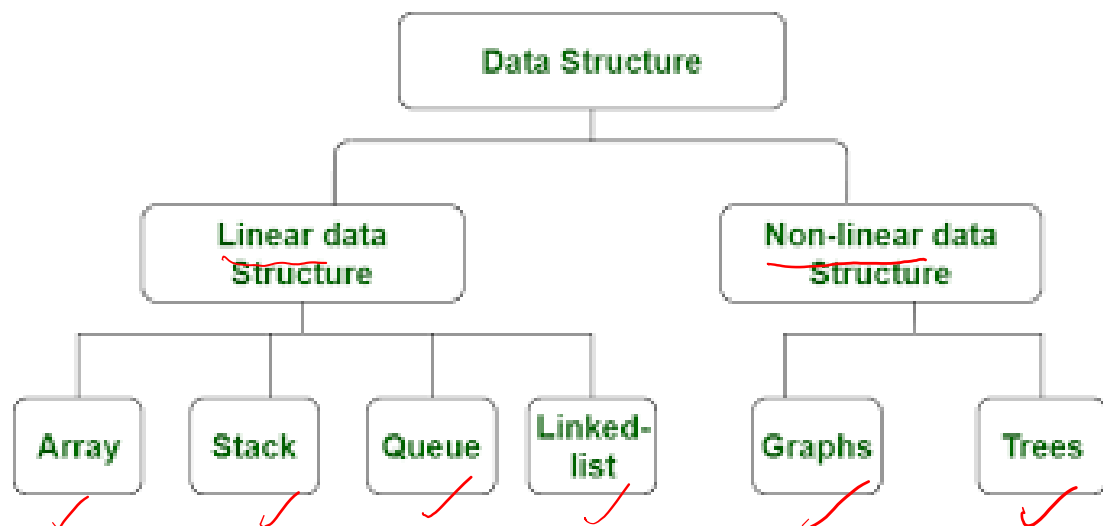
راهنمای تلفن ساده ← hash table



keys	hash function	buckets
		00
		01 521-8976
John Smith		02 521-1234
		03
		:
		13
		14 521-9655
		15



# ساختارهای داده متداول کدامند؟





# مثال هایی از مباحث درس ساختمان داده

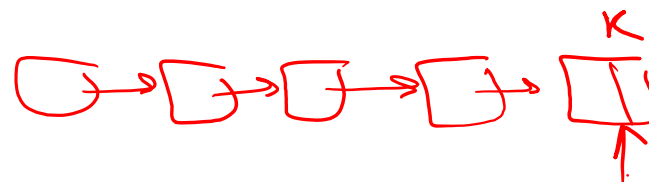
- مسئله دسترسی به  $k^{th}$  یک آرایه یا لیست پیوندی

• آرایه: دسترسی دقیق به  $k$  امین عنصر  $array[k]$  ✓

- در درس ساختمان داده خواهید دید که پیچیدگی این کار از مرتبه ۱ است

$O(1)$

- لیست پیوندی: باید  $k-1$  عنصر قبلی پیموده شوند





## مثال هایی از مباحث درس ساختمان داده

- مسئله جستجوی یک عنصر در یک آرایه مرتب شده یا لیست پیوندی مرتب شده

- آرایه مرتب: جستجوی باینری ✓

- بسیار سریع

- لیست پیوندی مرتب: باید تمام عناصر کوچک تر از عنصر مورد نظر پیموده شوند

- کند



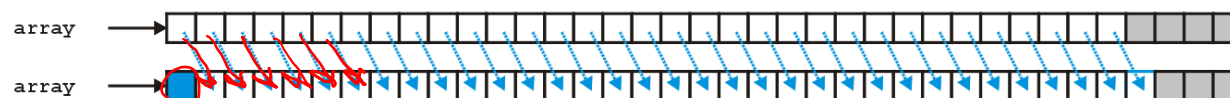


# مثال هایی از مباحث درس ساختمان داده

- درج یک ورودی جدید در ابتدای یک آرایه یا یک لیست پیوندی

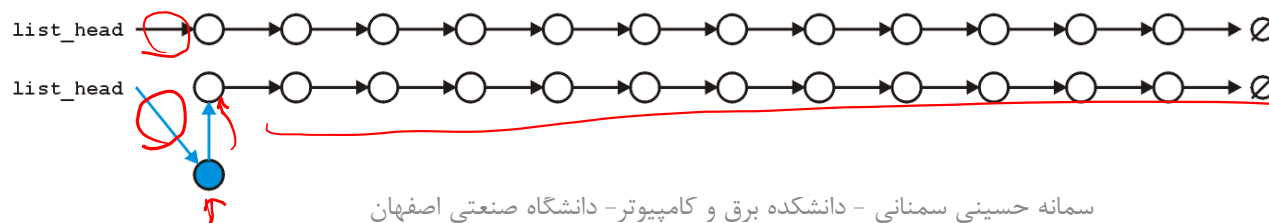
- آرایه : نیاز به کپی کردن تمام عناصر آرایه دارد

- کند خصوصا برای آرایه های بزرگ



- لیست پیوندی: به شما اجازه میدهد به سرعت عملیات درج انجام شود ✓

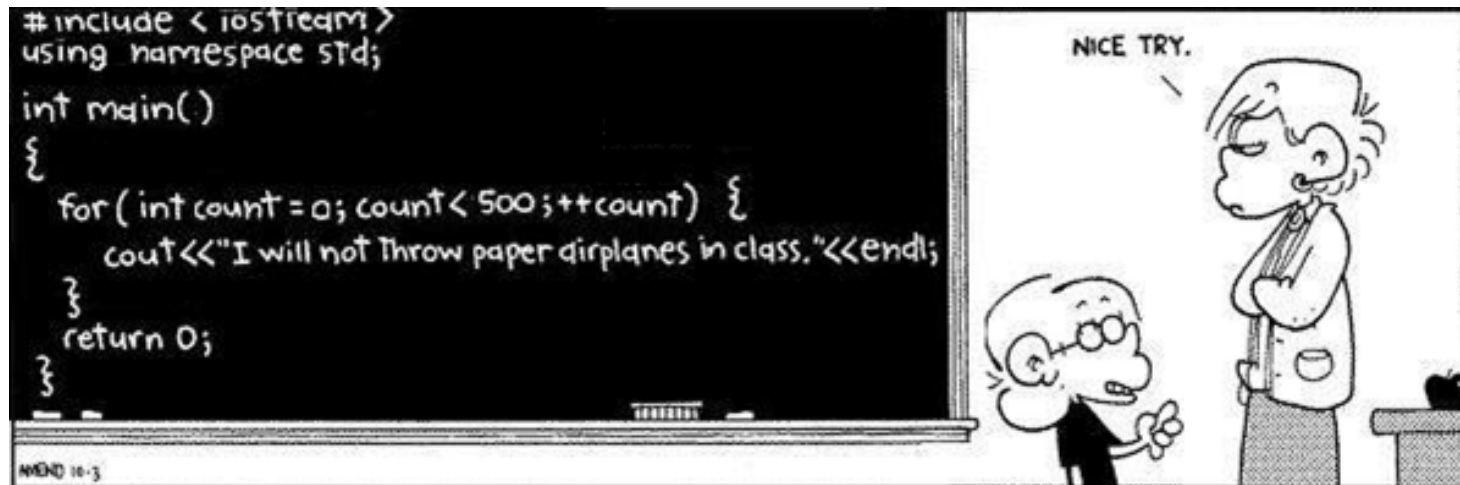
- بسیار سریع و مستقل از سایز





# C++

- زبان برنامه نویسی مورد استفاده برای تدریس و تمرین های عملی: C++





# سرفصل

ردیف	تاریخ	موضوع
1	شنبه، 27 شهریور 1400	L1-Insertion sort
2	دوشنبه، 29 شهریور 1400	L2-Merge sort
3	شنبه، 3 مهر 1400	L3-Complexity
4	دوشنبه، 5 مهر 1400	تعطیل
5	شنبه، 10 مهر 1400	L4-Recursion Complexity
6	دوشنبه، 12 مهر 1400	L5-Recursion Complexity-the master method
7	شنبه، 17 مهر 1400	L6-Recursion Complexity-the master method
8	دوشنبه، 19 مهر 1400	L7-Arrays
9	شنبه، 24 مهر 1400	L8-Arrays
10	دوشنبه، 26 مهر 1400	L9-Arrays
11	شنبه، 1 آبان 1400	L10-Stacks
12	دوشنبه، 3 آبان 1400	L11-Expressions (using stacks)
13	شنبه، 8 آبان 1400	L12-Queue
14	دوشنبه، 10 آبان 1400	L13-Linked list
15	شنبه، 15 آبان 1400	L14-Linked list
16	دوشنبه، 17 آبان 1400	L15-Tree
17	شنبه، 22 آبان 1400	L16-Binary search trees
18	دوشنبه، 24 آبان 1400	L17-Expression tree
19	شنبه، 29 آبان 1400	L18-Heap Tree
20	دوشنبه، 1 آذر 1400	L19-Red-black tree
21	شنبه، 6 آذر 1400	L20-Red-black tree
22	دوشنبه، 8 آذر 1400	L21-AVL tree
23	شنبه، 13 آذر 1400	L22-AVL tree
24	دوشنبه، 15 آذر 1400	L23-B-Tree
25	شنبه، 20 آذر 1400	L24-B-Tree
26	دوشنبه، 22 آذر 1400	L25-Hashing
27	شنبه، 27 آذر 1400	L26-Hashing
28	دوشنبه، 29 آذر 1400	L27-Sorting
29	شنبه، 4 دی 1400	L28-Sorting
30	دوشنبه، 6 دی 1400	L29-Sorting
31	شنبه، 11 دی 1400	L30-Elementary Graph Algorithms
32	دوشنبه، 13 دی 1400	L31-Minimum Spanning trees

طرح کلی  
الگوریتم ها

ساختار داده ها

• الگوریتم (مشخصات، تجزیه، تحلیل پیچیدگی الگوریتم ها)

• آرایه ها

• صف و پشته

• لیست پیوندی

• درخت ها

• مرتب سازی و درهم سازی

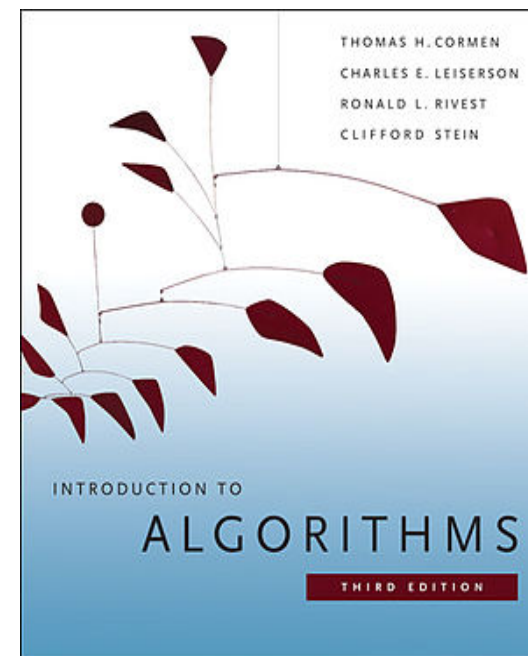
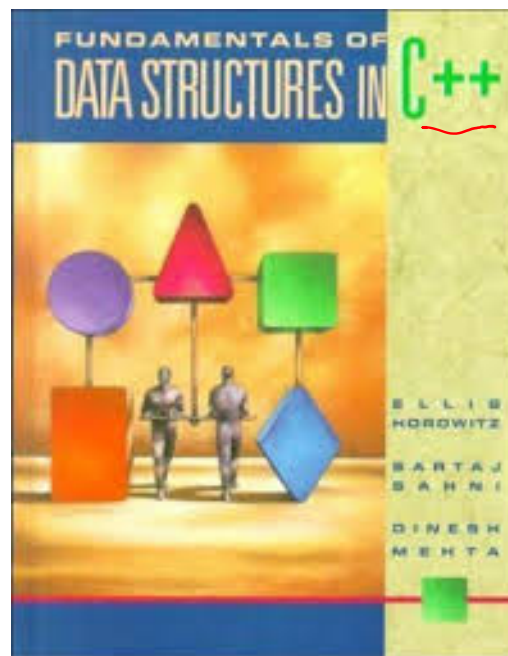
• گراف ها



## مراجع

• کتاب هورویتس - ترجمه ابراهیم زاده قلمز

• کتاب CLRS





# مراجع

ردیف	تاریخ	موضوع	منبع
1	شنبه, 27 شهریور 1400	L1-Insertion sort	CLRS#2
2	دوشنبه, 29 شهریور 1400	L2-Merge sort	CLRS#2
3	شنبه, 3 مهر 1400	L3-Complexity	CLRS#3
4	دوشنبه, 5 مهر 1400	تعطیل	
5	شنبه, 10 مهر 1400	L4-Recursion Complexity	CLRS#4
6	دوشنبه, 12 مهر 1400	L5-Recursion Complexity-the master method	CLRS#4
7	شنبه, 17 مهر 1400	L6-Recursion Complexity-the master method	CLRS#4
8	دوشنبه, 19 مهر 1400	L7-Arrays	Ebrahimzadeh#2
9	شنبه, 24 مهر 1400	L8-Arrays	Ebrahimzadeh#2
10	دوشنبه, 26 مهر 1400	L9-Arrays	Ebrahimzadeh#2
11	شنبه, 1 آبان 1400	L10-Stacks	Ebrahimzadeh#3
12	دوشنبه, 3 آبان 1400	L11-Expressions (using stacks)	Ebrahimzadeh#3
13	شنبه, 8 آبان 1400	L12-Queue	Ebrahimzadeh#3
14	دوشنبه, 10 آبان 1400	L13-Linked list	Ebrahimzadeh#4
15	شنبه, 15 آبان 1400	L14-Linked list	Ebrahimzadeh#4
16	دوشنبه, 17 آبان 1400	L15-Tree	CLRS
17	شنبه, 22 آبان 1400	L16-Binary search trees	CLRS#12
18	دوشنبه, 24 آبان 1400	L17-Expression tree	CLRS
19	شنبه, 29 آبان 1400	L18-Heap Tree	CLRS #II-6
20	دوشنبه, 1 آذر 1400	L19-Red-black tree	CLRS#13
21	شنبه, 6 آذر 1400	L20-Red-black tree	CLRS#13
22	دوشنبه, 8 آذر 1400	L21-AVL tree	CLRS
23	شنبه, 13 آذر 1400	L22-AVL tree	CLRS
24	دوشنبه, 15 آذر 1400	L23-B-Tree	CLRS
25	شنبه, 20 آذر 1400	L24-B-Tree	CLRS
26	دوشنبه, 22 آذر 1400	L25-Hashing	CLRS
27	شنبه, 27 آذر 1400	L26-Hashing	CLRS
28	دوشنبه, 29 آذر 1400	L27-Sorting	CLRS
29	شنبه, 4 دی 1400	L28-Sorting	CLRS
30	دوشنبه, 6 دی 1400	L29-Sorting	CLRS
31	شنبه, 11 دی 1400	L30-Elementary Graph Algorithms	CLRS



# سایت های مفید

منابع رایگان و غیر رایگان زیادی وجود دارد:

- [Khan Academy Algorithms Course](#)
- [Introduction to Data Structures](#)
- [Geek for Geeks Data Structures](#)
- [Data Structures & Algorithms in Python](#)



## ساعات کلاس

- کلاس اصلی (۳ ساعت در هفته):
- به صورت آنلاین / آفلاین (در ساعت رسمی کلاس در iutbox بارگزاری می شود):

• شنبه (آفلاین): ۱:۳۰ تا ۳

• دوشنبه (آنلاین): ۱:۳۰ تا ۳

CQ





# ساعات کلاس

• حل تمرین (۱ ساعت در هفته):

• دوشنبه ۸ تا ۹ شب (قابل تغییر)

• مرصاد حسنجانی، محمدمهدی برقی، نوید نصیری، امیر ارسلان یاوری



• گروه تلگرام





# ارزیابی

- امتحان میان ترم ۶ نمره
- امتحان پایان ترم ۸ نمره
- کوییزهای کوتاه در طول ترم ۱ نمره
- تمرین ۶ نمره

- ۱- چهار تمرین هر کدام ۱.۵ نمره
- ۲- تمرین ها را می توانید با کسر نمره با تاخیر تا یک هفته بعد از مهلت تحویل دهید
- ۳- تا ۸ روز تاخیر در کل تمرین ها مجاز است و بعد از آن به ازای هر روز تاخیر ۱۰٪ نمره را از دست می دهید
- ۴- در صورت مشاهده تکلیف کپی بین دو نفر، به هر دو فرد نمره صفر تعلق می گیرد.

ردیف	تاریخ	موضوع	منبع	زمان تمرین ها	تی ای مسئول هر تمرین	تی ای برگزار کننده کلاس و موضوع کلاس
1	شنبه، 27 شهریور 1400	L1-Insertion sort	CLRS#2			
2	دوشنبه، 29 شهریور 1400	L2-Merge sort	CLRS#2			محمد مهدی برقی: sort
3	شنبه، 3 مهر 1400	L3-Complexity	CLRS#3			نوید نصیری: sort
4	دوشنبه، 5 مهر 1400	تعطیل				
5	شنبه، 10 مهر 1400	L4-Recursion Complexity	CLRS#4			
6	دوشنبه، 12 مهر 1400	L5-Recursion Complexity-the master method	CLRS#4			امیر ارسلان باوری: Complexity
7	شنبه، 17 مهر 1400	L6-Recursion Complexity-the master method	CLRS#4	L6 تا L1 پوشش: Ex 1	مرصاد حسنجانی	
8	دوشنبه، 19 مهر 1400	L7-Arrays	Ebrahimzadeh#2			مرصاد حسنجانی: Arrays
9	شنبه، 24 مهر 1400	L8-Arrays	Ebrahimzadeh#2			
10	دوشنبه، 26 مهر 1400	L9-Arrays	Ebrahimzadeh#2			نوید نصیری: Arrays
11	شنبه، 1 آبان 1400	L10-Stacks	Ebrahimzadeh#3	تحویل: Ex 1		
12	دوشنبه، 3 آبان 1400	L11-Expressions (using stacks)	Ebrahimzadeh#3			حل Ex1: مرصاد حسنجانی
13	شنبه، 8 آبان 1400	L12-Queue	Ebrahimzadeh#3			
14	دوشنبه، 10 آبان 1400	L13-Linked list	Ebrahimzadeh#4			محمد مهدی برقی: Stacks & Queue
15	شنبه، 15 آبان 1400	L14-Linked list	Ebrahimzadeh#4	L14 تا L7 پوشش: Ex 2	امیر ارسلان باوری	
16	دوشنبه، 17 آبان 1400	L15-Tree	CLRS	بازه میان ترم		مرصاد حسنجانی: Linked list
17	شنبه، 22 آبان 1400	L16-Binary search trees	CLRS#12			
18	دوشنبه، 24 آبان 1400	L17-Expression tree	CLRS			امیر ارسلان باوری: Binary search trees
19	شنبه، 29 آبان 1400	L18-Heap Tree	CLRS #II-6			
20	دوشنبه، 1 آذر 1400	L19-Red-black tree	CLRS#13	بازه میان ترم		محمد مهدی برقی: Expression & Heap Tree
21	شنبه، 6 آذر 1400	L20-Red-black tree	CLRS#13			
22	دوشنبه، 8 آذر 1400	L21-AVL tree	CLRS			مرصاد حسنجانی: Red-black tree
23	شنبه، 13 آذر 1400	L22-AVL tree	CLRS			
24	دوشنبه، 15 آذر 1400	L23-B-Tree	CLRS	تحویل: Ex 2		نوید نصیری: AVL tree
25	شنبه، 20 آذر 1400	L24-B-Tree	CLRS	L24 تا L15 پوشش: Ex 3	نوید نصیری	
26	دوشنبه، 22 آذر 1400	L25-Hashing	CLRS			حل Ex2: امیر ارسلان باوری
27	شنبه، 27 آذر 1400	L26-Hashing	CLRS			
28	دوشنبه، 29 آذر 1400	L27-Sorting	CLRS			امیر ارسلان باوری: Hashing
29	شنبه، 4 دی 1400	L28-Sorting	CLRS	تحویل: Ex 3		
30	دوشنبه، 6 دی 1400	L29-Sorting	CLRS	L31 تا L25 پوشش: Ex 4	محمد مهدی برقی	حل Ex 3: نوید نصیری
31	شنبه، 11 دی 1400	L30-Elementary Graph Algorithms	CLRS			
32	دوشنبه، 13 دی 1400	L31-Minimum Spanning trees	CLRS			محمد مهدی برقی: Graph Algorithms
33	جمعه، 17 دی 1400			تحویل: Ex 4		



# فصل اول: تجزیه و تحلیل الگوریتم‌ها

- تعریف:
- الگوریتم مجموعه ای متناهی از دستورالعمل هاست که اگر دنبال و اجرا شوند، هدف خاصی را برآورده می کنند.
- مشخصات الگوریتم:
- ورودی: یک الگوریتم می تواند هیچ یا چندین کمیت ورودی داشته باشد **حجم** - **۰**
- خروجی: الگوریتم بایستی حداقل یک کمیت به عنوان خروجی داشته باشد.
- قطعیت: هر دستورالعمل باید واضح و بدون ابهام باشد.
- محدود بودن: برای تمام حالات ، الگوریتم باید پس از طی مراحل محدودی خاتمه یابد. ← این شرط در برنامه نیست.
- کارایی: هر دستورالعمل باید به قدر کافی ساده و ابتدایی باشد به گونه ای که با استفاده از قلم و کاغذ بتوان آن را با دست نیز اجرا نمود.



# تحلیل الگوریتم‌ها

- انتخاب بین الگوریتم‌های مختلف بر اساس معیار:

1. زمان اجرا ← پیچیدگی زمانی

2. حافظه لازم در زمان اجرای الگوریتم ← پیچیدگی مکانی

- زمان اجرا به چه عواملی وابسته است؟
  - آیا محاسبه زمان اجرا بر حسب s یا ms معیار مناسبی است؟
  - نیازمند معیاری مستقل از جزییات سخت افزار و نرم افزار کامپیوتر اجرا کننده الگوریتم هستیم.
- اندازه ورودی
- پیچیدگی الگوریتم
- کامپایلر
- نوع پردازنده