



- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت ۲۹:۱۳ روز مشخص شده است.
- در طول ترم امکان ارسال با تاخیر پاسخ همه‌ی تمارین (به استثنای هفته‌ی امتحان میانترم) تا سقف سه روز و در مجموع ۱۰ روز، وجود دارد. پس از گذشت این مدت، پاسخ‌های ارسال‌شده پذیرفته نخواهند بود.
- همکاری و هم‌فکری شما در انجام تمرین مانعی ندارد اما پاسخ‌های ارسال‌شده هر کس حتماً باید توسط خود او نوشته شده باشد.
- در صورت هم‌فکری و یا استفاده از هر منبع خارج از کتاب و اسلایدهای درس، نام هم‌فکران و آدرس منابع مورد استفاده برای حل سوال مورد نظر را ذکر کنید.
- لطفاً تصویری واضح از پاسخ‌های سوالات نظری بارگذاری کنید. در غیر این صورت پاسخ شما تصحیح نخواهد شد.

### سوالات نظری (۴۰ نمره)

۱. (۱۵ نمره) یک مکعب روبیک دوبعدی! جدولی  $n \times n$  از اعداد ۱ تا  $n^2$  می‌باشد که در نسخه‌ی به هم نخورده‌ی آن چینش اعداد از بالا به پایین و از چپ به راست مرتب شده‌است. در این نوع نادر از مکعب روبیک، می‌توان یکی از سطرها یا ستون‌های جدول را به صورت دوری shift داد. می‌توانید برای درک بهتر به [این لینک](#) مراجعه کنید. به عنوان یک اصل کلی می‌توان گفت که توابع heuristic که تعداد مقادیر متمایز بالاتری داشته باشند زمان جستجو را بیشتر کاهش می‌دهند. در صورتی که هدف بازگرداندن این مکعب به حالت مرتب‌شده‌اش با کمترین تعداد حرکت لازم به کمک الگوریتم‌های جست‌وجو باشد،

(آ) یک تابع heuristic با  $O(n)$  مقدار متمایز ارائه دهید.

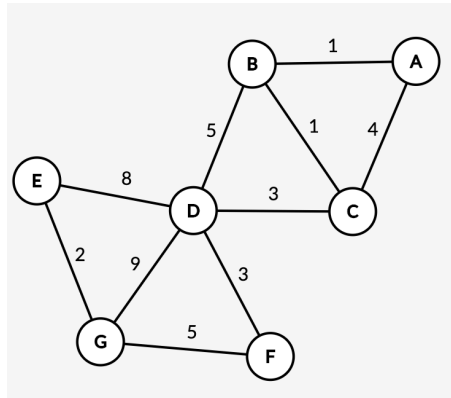
(ب) یک تابع heuristic با  $O(n^2)$  مقدار متمایز ارائه دهید.

۲. (۵ نمره)

بین دو مسئله فروشنده دوره‌گرد و 8-puzzle کدام یک برای استفاده از IDA\* مناسب‌تر است؟ چرا؟

۳. (۸ نمره) گزاره‌ی «زمان اجرای الگوریتم dijstra برای پیدا کردن کوتاه‌ترین مسیر بر حسب  $n$  و  $m$  چند جمله‌ای است» را در مورد گرافی وزن دار با  $n$  راس و  $m$  یال و بدون محدودیت در علامت وزن یال‌ها، اثبات یا رد کنید.

۴. (۱۲ نمره) گراف زیر مجموعه حالات یک مسئله فرضی است. راس A راس شروع و راس G راس هدف می‌باشد.



هزینه جابه‌جایی بین حالات با وزن روی بال‌ها مشخص شده. با توجه به دو تابع heuristic زیر به سوالات پاسخ دهید.

۳h	۲h	۱h	راس
۱۰	۱۰	۹.۵	A
?	۱۲	۹	B
۹	۱۰	۸	C
۷	۸	۷	D
۱.۵	۱	۱.۵	E
۵.۴	۴.۵	۴	F
۰	۰	۰	G

- درمورد توابع  $h_1$  و  $h_2$ 
  - (آ) consistency توابع را بررسی کنید.
  - (ب) خروجی الگوریتم حریصانه برای آنها چگونه خواهد بود؟
  - (ج) خروجی الگوریتم  $A^*$  برای آنها چگونه خواهد بود؟
- برای  $h_3$  بزرگترین بازه عددی برای راس B را طوری تعیین کنید که:
  - (آ) consistency تابع admissible باشد.
  - (ب) تابع consistent باشد.
  - (ج) در الگوریتم  $A^*$  به ترتیب  $A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D$  راس‌ها گسترش داده شوند؟

### سوالات عملی (۴۰ نمره)

۱. (۴۰ نمره) مسئله روییک دو بعدی که در سوال اول نظری توضیح داده شده را حل کنید.

- ورودی: درخت اول  $n$  و در  $n$  خط بعدی اعداد حالت اولیه داده می‌شوند.
  - خروجی: در خط اول تعداد عدد  $m$  که برابر با کمترین تعداد حرکات لازم برای مرتب‌سازی جدول است را چاپ کنید.
- جهت اطلاع شما ورودی‌های تست دیتا جداول ۳ در ۳ و ۴ در ۴ هستند.

```

۱ # sample input
۲ 3
۳ 3 1 9
۴ 4 5 2
۵ 7 8 6

```

```

۱ # sample output
۲ 2

```