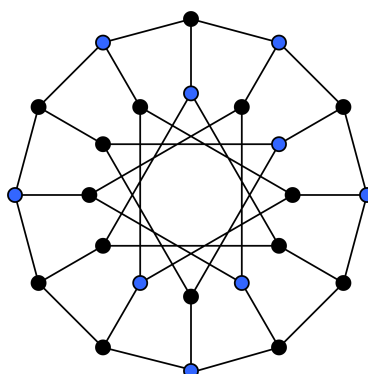




- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت ۱۳:۰۰ پنج‌شنبه ۱۵ آبان‌ماه است. هیچ ارسالی پس از این زمان پذیرفته نخواهد شد.
- هرگونه هم‌فکری ممنوع بوده و پاسخ شما باید کاملاً حاصل تفکر و به نگارش خودتان باشد.
- امتحان به صورت کتاب و اینترنت باز است، با این حال جواب همه‌ی سوالات باید به بیان خودتان بوده و مشاهده‌ی مشابهت‌های غیر عادی به منظری تقلب در نظر گرفته خواهد شد. همچنین منابع استفاده‌شده برای پاسخ‌دهی به هر یک از سوالات (در صورت وجود) باید مشخصاً ذکر شوند.
- لطفاً تصویری واضح از پاسخ سوالات خود بارگذاری کنید، در غیر این صورت پاسخ شما تصحیح نخواهد شد.
- امتحان در مجموع شامل ۵ نمره‌ی امتیازی بوده و دریافت ۵۰ نمره از ۵۵ نمره‌ی آن کفایت می‌کند.

### مسائل (۵۰ + ۵ نمره)

۱. (۱۰ نمره) در یک گراف ساده‌ی  $n$  راسی به دنبال یافتن بزرگترین زیر مجموعه از راس‌هایی هستیم که دو به دو به یکدیگر یال ندارند (بزرگترین مجموعه مستقل)، به عنوان مثال در گراف زیر یک پاسخ ممکن با اندازه‌ی ۹، به رنگ آبی مشخص شده است.



- (۶ نمره) این مسئله را در قالب یک مسئله‌ی جست‌وجو مدل‌سازی کرده و ضمن معرفی حالات و نحوه‌ی همسایگی‌شان، حالت شروع و پایان را در آن مشخص کنید.
- (۴ نمره) می‌خواهیم برای یافتن جواب از الگوریتم  $A^*$  استفاده کنیم، به این منظور یک تابع اکتشافی مناسب برای کم‌کردن زمان این جست‌وجو ارائه دهید و مختصراً سازگاری آن را توجیه کنید.

۲. (۱۰ نمره) در زبانی ناشناخته، به شما یک جمله‌ی بهم‌ریخته داده می‌شود و از شما خواسته می‌شود تا آن‌ها را به حالتی بچینید که طبق قواعد زبان معنادار باشد. برای مثال فرض کنید در زبان فارسی دسته کلمات {است، مجازی، ترم، این، هوش مصنوعی} به شما داده شده، در این صورت یک پاسخ مسئله می‌تواند جمله‌ی «هوش مصنوعی این ترم مجازی است» باشد.

تصور کنید برای حل این مسئله ابزاری در اختیار داریم که با دریافت ترتیبی از قرارگیری از کلمات، میزان بامعنا بودن عبارت متشکل از آنها را مشخص می‌کند؛ مثلاً به کمک این ابزار می‌توان در زبان فارسی متوجه شد که که

عبارت «مجازی هوش مصنوعی این ترم است» از «این ترم مجازی هوش مصنوعی است» پرمعناتر است. با این فرض به هر یک از سوالات زیر به مختصرترین نحو پاسخ دهید.

- (آ) (۱ نمره) با دریافت  $n$  کلمه به عنوان ورودی، اندازه‌ی فضای جست‌وجو چقدر خواهد بود؟  
 (ب) (۳ نمره) همسایگی را در این مسئله تعریف کرده (منظور از همسایگی مجموعه‌ی حالاتی است که با یک حرکت از حالت فعلی به آنها می‌رسیم) و سپس برای رشته‌ی «مجازی است این ترم هوش مصنوعی» دو همسایه ارائه دهید.  
 (ج) (۲ نمره) آیا با استفاده از الگوریتم Hill-Climbing در این مسئله، همواره به جواب درستی می‌رسیم؟  
 (د) (۴ نمره) یک نوع Cross-Over برای دو حالت از پاسخ‌های این مسئله در الگوریتم ژنتیک ارائه دهید.  
 ۳. (۱۲ نمره) الگوریتم Gradient Decent را بر تابع مشتق‌پذیر  $f(x)$  که بر دامنه‌ی اعداد حقیقی تعریف شده است، با شروع از دو نقطه‌ی متفاوت اجرا می‌کنیم، در جداول زیر به ازای هر نقطه‌شروع مقدار  $x$  و  $\frac{\partial}{\partial x}f(x)$  در هر مرحله داده شده است. با توجه به این جداول به سوالات زیر پاسخ دهید.

(ب) نقطه شروع دوم

$x$	$\frac{\partial f(x)}{\partial x}$
4	24
2.5	-1.5
2.59	-1.53
2.68	-1.44
2.78	-1.22
2.85	-0.91

(آ) نقطه شروع اول

$x$	$\frac{\partial f(x)}{\partial x}$
0	-24
1.2	1.152
1.142	0.905
1.097	0.66

- (آ) (۶ نمره) برای هر نقطه‌ی شروع،  $\alpha$  به کار گرفته شده در الگوریتم را محاسبه کنید.  
 (ب) (۶ نمره) با توجه به مقادیر موجود در جداول نشان دهید این تابع محدب نیست.  
 ۴. (۱۰ نمره) به سوالات زیر در رابطه با Consistency پاسخ دهید.  
 (آ) (۴ نمره) آیا وجود Strong n-Consistency وجود جواب برای مسئله CSP با  $n$  متغیر را نتیجه می‌دهد؟ اثبات کنید یا مثال نقض بزنید.  
 (ب) (۶ نمره) با حداقل حذف، دامنه متغیرها را به گونه‌ای تغییر دهید که Arc-Consistency برقرار شود.

$$A \in \{1, 3, 5, 7, 9\}$$

$$B \in \{5, 6, 7\}$$

$$C \in \{0, 3\}$$

$$B - C < A$$

$$A < B$$

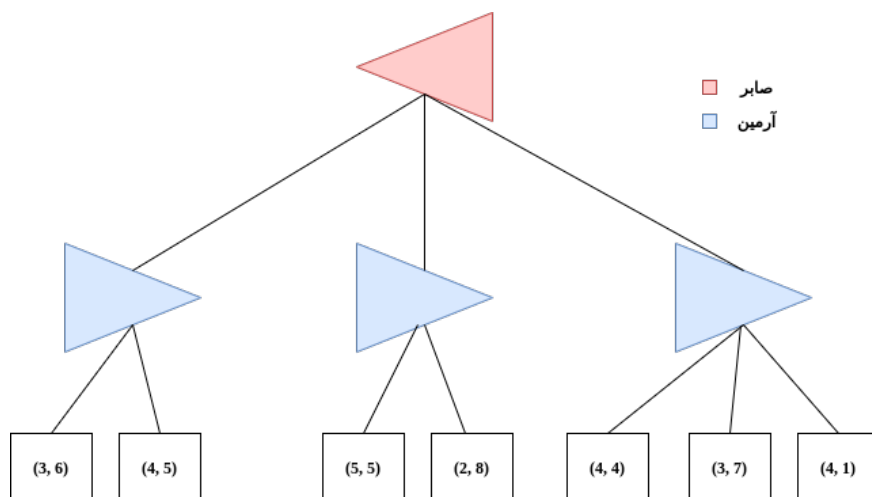
$$B > 2C$$

۵. (۱۳ نمره) صابر و آرمین در شرایط عجیبی قرار گرفته اند؛ یک آقای مهربان (!) در برابر آنها چند دسته انتخاب مختلف قرار داده است که در هر حالت تعدادی شکلات (نهایتاً ۱۰ عدد) به آنها پیشنهاد کرده و به نحوی شکلات‌ها را میانشان تقسیم می‌کند. وی به نوبت از آرمین و صابر می‌خواهد که از میان هر دسته حالت، گزینه‌ی مورد نظرشان را برگزینند. از طرفی هر یک از آنها بر اساس روحیه‌ی رقابتی خود بر اساس تعداد شکلات‌ها و نحوه‌ی تقسیم‌بندی‌شان به این شیوه عمل می‌کنند که:

- اگر در یکی از حالت‌ها شکلات‌های شخص از حریفش بیشتر مساوی باشد ولی در حالت دوم، شکلات‌های خودش از شکلات‌های حریف کمتر باشد، حالت اول را ترجیح می‌دهد.

- اگر در هر دو حالت شکلات‌های شخص از حریف بیشتر مساوی باشد، حالتی را ترجیح می‌دهد که در آن تعداد شکلات‌های حریف بیشتر باشد (به دلیل سخاوتمندی!).
- اگر در هر دو حالت شکلات‌های خودش از شکلات‌های حریف کمتر باشد، حالتی را ترجیح می‌دهد که در آن تعداد شکلات‌های خودش بیشتر باشد.

(آ) (۶ نمره) درخت داده شده را با فرض اینکه هر کس میزان رضایت خود را بیشینه می‌کند، تکمیل کنید. در هر کدام از برگ‌های درخت، عدد سمت راست نشان‌دهنده‌ی تعداد شکلات‌هایی است که به آرمین و عدد سمت چپ نشان‌دهنده‌ی تعداد شکلات‌هایی است که به صابر می‌رسد. (راهنمایی: راس‌ها در اینجا به جای یک عدد با استفاده از دوتایی‌ها پر می‌شوند.)



(ب) (۷ نمره) در صورتی که این دو نفر بدانند که جمع تعداد شکلات‌ها بیش از ۱۰ نمی‌باشد، شاخه‌های قابل هرس را مشخص کنید و دلیل مختصری برای هر یک بیاورید. (منظور از شاخه‌ی قابل هرس، شاخه‌ای است که بتوان قبل از بررسی شاخه، از غیرممکن بودن انتخاب آن، مطمئن بود.)