



- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت ۱۳:۲۹ روز مشخص شده است.
- در طول ترم امکان ارسال با تاخیر پاسخ همه‌ی تمارین (به استثنای هفته‌ی امتحان میانترم) تا سقف پنج روز و در مجموع ۱۵ روز، وجود دارد. پس از گذشت این مدت، پاسخ‌های ارسال شده پذیرفته نخواهند بود.
- هم‌کاری و هم‌فکری شما در انجام تمرین مانعی ندارد اما پاسخ ارسالی هر کس حتما 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.
- لطفا تصویری واضح از پاسخ سوالات نظری بارگذاری کنید. در غیر این صورت پاسخ شما تصحیح نخواهد شد.

### سوالات نظری (۳۰ نمره)

۱. (۸ نمره) در مبحث جست‌وجوی محلی با روش‌هایی از جست‌وجو آشنا شدید، هر یک از موارد زیر معادل کدام الگوریتم جست‌وجوی کلاسیک می‌باشد؟

(آ) الگوریتم ژنتیک با اندازه‌ی جمعیت  $N = 1$

(ب) الگوریتم Local Beam Search با یک حالت اولیه و بدون محدودیت در تعداد حالات یادگیری

(ج) الگوریتم الگوریتم Simulated Annealing با دمای صفر در هر زمان

(د) الگوریتم Local Beam Search با مقدار  $K = 1$

۲. (۱۲ نمره)

(آ) (۵ نمره) جدول زیر نمایانگر شش حالت ممکن از الگوریتم Simulated annealing است. سعی کنید

برای هر حالت احتمال قبول شدن حرکت به سمت حالت همسایه را به دست آورید، فرض را بر این بگذارید که تابع شما باید کمینه شود.

دما	حالت همسایه	حالت فعلی
۲۵	۶۵	۷۵
۲۵	۵۵	۷۵
۵۰	۶۵	۷۵
۵۰	۵۵	۷۵
۲۵	۷۵	۶۵
۵۰	۷۵	۶۵

فرمولی را که برای محاسبه استفاده کردید را شرح دهید و پارامترهای آن را معرفی کنید.

(ب) (۲ نمره) به نظر شما چه ایده‌ای پشت ابداع و استفاده از Simulated annealing است؟

(ج) (۵ نمره) با توجه به این که یک پارامتر اساسی در این الگوریتم، دما است، به سوالات زیر پاسخ دهید:

- i. (۱ نمره) تاثیر دمای شروع بسیار بالا یا بسیار پایین روی عملکرد الگوریتم چیست؟
- ii. (۲ نمره) نحوه‌ی تصمیم‌گیری روی دمای شروع مناسب به چه حالتی است؟
- iii. (۲ نمره) چگونه روی دمای نهایی تصمیم می‌گیریم؟

۳. (۱۰ نمره) قباد تصمیم دارد دوری در طول گراف پیدا کند تا از تمام راس‌ها بگذرد و در نهایت به خانه برگردد (دور همیلتونی). او مصر است که این سوال را با الگوریتم ژنتیک حل کند. یک تابع برازش (Fitness) ارائه دهید و به او بگویید کدام امتیاز حاصل از این تابع به معنی پیدا کردن دور مذکور است. سه مرحله‌ی الگوریتم ژنتیک (mutation - cross-over, selection) را در این سوال به او توضیح دهید و ذکر کنید این مراحل چه تعبیری در دنیای او (گراف) دارد.

## سوالات عملی (۲۰ نمره)

۱. (۲۰ نمره) انسان‌ها همواره علاقه دارند چیزی که تحت تملک آن‌هاست از بقیه بزرگتر و بیشتر باشد، قباد هم از این قضیه مستثنی نیست اما دیگر شور این قضیه را درآورده و می‌خواهد همه‌چیز را بیشینه کند! احمد که از این قضیه باخبر است همواره سعی می‌کند قباد را اذیت کند. او برای این کار روشی کشف کرده: احمد هر روز یک معادله به قباد می‌دهد که در آن مقدار پارامترها مشخص و اندازه وزن ضرایب غیرمشخص است. قباد که وسواس بیشینه کردن دارد سعی می‌کند مقادیری را برای وزن هر پارامتر مشخص کند که اندازه بیشینه شود. برای مثال احمد در دو خط ورودی‌های زیر را به قباد می‌دهد:

• ورودی:

$$y = w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + w_4x_4$$

$$4, -2, 3/5, 5$$

• خروجی: مقادیر  $w_i$  ها (به ترتیب افزایشی  $i$ ) تا مقدار  $y$  بیشینه شود.

به قباد کمک کنید تا با الگوریتم ژنتیک و با فرض برقراری محدودیت  $w_i \in [-10, 10]$  این مسئله را حل کند. توجه داشته باشید تعداد جملات ورودی محدودیتی ندارد (همیشه ۴ متغیر ندارید ممکن است کمتر یا بیشتر شود) و خروجی شما باید به ترتیب  $w$  ها باشد.