



بنام خدا  
دانشگاه تهران  
پردیس دانشکده‌های فنی  
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

درس تحقیق در عملیات

**تمرین شماره 2**

آبان 1401

## فهرست سوالات

- سوال 1- ..... 3
- سوال 2- ..... 3
- سوال 3- ..... 4
- سوال 4- (تمرین کامپیوتری) ..... 4
- نکات تحویل ..... 6

سوال 1- برای هر مورد از مسائل برنامه سازی خطی زیر، دوگان مسئله داده شده را بنویسید. همچنین پیش بینی کنید که در هر مورد، حل کدام مسئله (اولیه یا دوگان) ساده تر است.

$$\max y = 24x_1 + 13x_2 - 18x_3 + 21x_4$$

$$\text{subject to } \begin{cases} 6x_1 + 7x_2 - 5x_3 \leq 40 \\ 5x_2 + 6x_3 + 7x_4 \leq 53 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{cases}$$

$$\min y = 2x_1 + x_2$$

$$\text{subject to } \begin{cases} x_1 + 3x_2 \geq 5 \\ x_1 + x_2 \leq 4 \\ 2x_1 + 5x_2 \geq 7 \\ x_2 \leq 2 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

سوال 2- مسئله ی برنامه سازی خطی داده شده را در قالب سیمپلکس استاندارد (قیود تساوی و متغیرهای غیرمنفی) بازنویسی کرده و حل کنید. سپس دوگان مسئله بازنویسی شده را نیز بیابید.

$$\max y = x_1 + 3x_2 - 2x_3 + 5x_4$$

$$\text{subject to } \begin{cases} x_2 - x_3 + 3x_4 \leq 9 \\ 2x_1 - x_2 + x_3 = -2 \\ x_1 - x_3 + x_4 \geq 1 \\ x_1, x_4 \rightarrow \text{unbounded} \\ x_2, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

سوال 3- مسئله برنامه سازی خطی داده شده را با استفاده از سیمپلکس دوگان حل کنید.

$$\begin{aligned} \min y &= 3x_1 + 4x_2 + 5x_3 + 6x_4 \\ \text{subject to } &\begin{cases} 3x_2 + 4x_3 - 5x_4 \geq 16 \\ 4x_1 + 5x_2 - 6x_3 + 7x_4 \geq 21 \\ x_1 - x_2 + x_3 - x_4 \geq 20 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

سوال 4- (تمرین کامپیوتری) مسئله بهینه سازی زیر را با استفاده از زبان پایتون و به کمک کتابخانه های معرفی شده در درس حل نمایید.

### شرح مسئله

یک فروشگاه اینترنتی می خواهد مرکزی برای تحویل حضوری سفارشات درون شهر تاسیس کند. به همین جهت، این فروشگاه یک لیست از آدرس مشتریان خود تهیه می کند. از شما خواسته شده بهترین مکان را برای احداث این مرکز به گونه ای پیدا کنید که مجموع فاصله مشتریان تا این مرکز تحویل حضوری، مینیمم شود.

جهت ساده سازی فرض می کنیم مختصات هر نقطه از شهر به صورت  $(x, y)$  نمایش داده می شود که در آن  $x$  و  $y$  اعداد صحیح و نامنفی هستند. همچنین فاصله دو نقطه  $(x_1, y_1)$  و  $(x_2, y_2)$  به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\text{distance}((x_1, y_1), (x_2, y_2)) = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$$

برای مثال اگر مشتری در نقطه  $(2, 5)$  و مرکز در نقطه  $(3, 3)$  باشد، فاصله ای که مشتری تا مرکز تحویل حضوری باید طی کند برابر  $3 = |3 - 5| + |3 - 2|$  خواهد بود.

## ورودی های برنامه

ابتدا در خط اول تعداد مشتریان ( $n$ )، به برنامه داده می شود. سپس در  $n$  خط بعدی مختصات  $(x, y)$  هر مشتری وارد می شود.

## خروجی برنامه

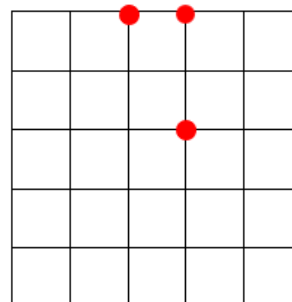
برنامه شما باید مقدار بهینه (مجموع فواصل مشتریان تا مرکز) و همچنین مختصات بهینه مرکز تحویل حضوری را به عنوان خروجی برنامه چاپ کند.

Example input:

```
3
2 5
3 3
3 5
```

Example output:

```
optimal cost: 3
3 5
```



Example Question

## نکات مهم:

- ابتدا جست و جو کنید و روشی را برای مدل سازی قدر مطلق در قالب مسائل برنامه ریزی خطی ارائه دهید. سپس از این مدل سازی در پیاده سازی برنامه خود استفاده کنید.

- دقت کنید که مختصات نقاط با اعداد صحیح نمایش داده می شوند و شما باید مسئله را به صورت integer programming پیاده سازی کنید و خروجی های برنامه نیز باید به صورت اعداد صحیح باشند.

### نکات تحویل:

- مهلت تحویل این تمرین ... میباشد.
- انجام این تمرین به صورت یک نفره است.
- برای انجام این تمرین تنها مجاز به استفاده از زبان برنامه نویسی پایتون هستید.
- در صورت وجود تقلب نمره تمامی افراد شرکت کننده در آن **0** لحاظ میشود.
- لطفا پاسخ تمرین خود را (به همراه کد/گزارش سوال کامپیوتری) به صورت زیر در صفحه درس آپلود نمایید:

HW2\_[Last name]\_[Student number].zip

- در صورت وجود هر گونه ابهام یا مشکل میتوانید از طریق ایمیل (erfan.b.soula@ut.ac.ir) یا آی دی تلگرام (@imerfan\_b) با مسئول تمرین در تماس باشید.