



دانشکده مهندسی صنایع

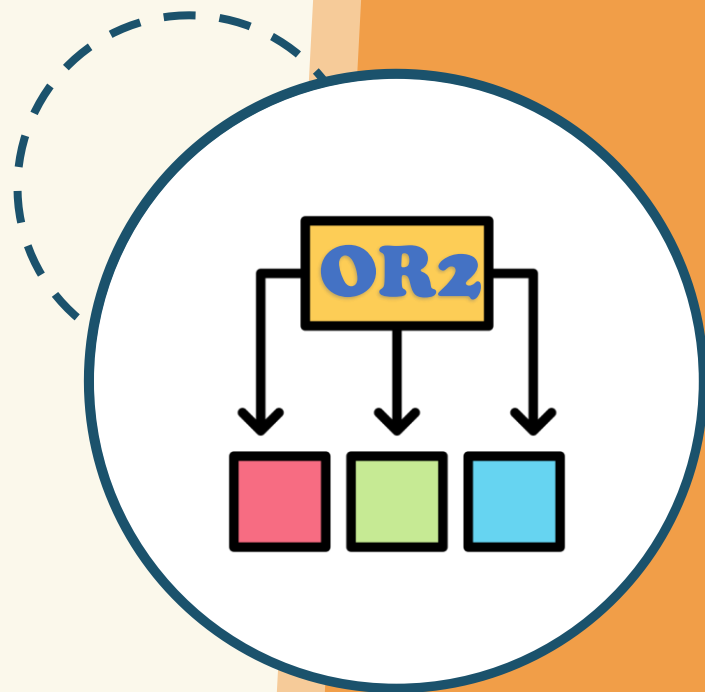
پروژه درس

"تحقیق در عملیات ۲"

مدلسازی و کدنویسی در پایتون و گمز

• استاد درس:

دکتر مریم رادمان



دانشجویان گرامی درس تحقیق در عملیات ۲ در رابطه با پروژه درس در نیمسال دوم سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ به نکات زیر توجه داشته باشید:

پروژه درس شامل ۳ فاز است:

۱. مدلسازی مساله ← آخرین زمان برای تحویل: ۱۴۰۴/۰۱/۳۱
۲. کدنویسی و حل مدل توسط پایتون ← آخرین زمان برای تحویل: ۱۴۰۴/۰۲/۳۱
۳. کدنویسی و حل مدل توسط گمز ← آخرین زمان برای تحویل: ۱۴۰۴/۰۳/۳۱

پروژه باید در قالب گروه‌های یک الی پنج نفره تحویل داده شود. در صورتی که تعداد اعضای گروه پنج نفر باشد، تحویل بخش‌های "تشویقی" اجباری است و در صورت عدم تحویل بخش‌های تشویقی، ۰.۵ نمره از نمره اعضای گروه کسر می‌شود. امکان تغییر اعضای گروه در فازهای مختلف وجود ندارد.

پاسخنامه فاز مدل‌سازی در اختیار دانشجویان قرار نمی‌گیرد و لازم است هر گروه، کدنویسی فازهای دوم و سوم را بر اساس همان مدلی که در فاز اول تحویل داده است انجام دهد. چنانچه بعد از تحویل گزارش فاز ۱ متوجه نادرستی مدل خود شدید، می‌توانید در ابتدای گزارش فازهای ۲ و ۳ اصلاحیه بزنید و مدل جدید را همراه با توضیحات لازم بیاورید و سپس موارد خواسته‌شده برای آن فازها (کده، نتایج و...) را گزارش کنید. در صورت تغییر مدل، نیازی به ارائه کد و نتایج مدل قبلی نیست و ارائه کد و نتایج مدل اصلاح‌شده کفایت می‌کند.

❖ فاز ۱ - مدلسازی

در این قسمت دانشجویان می‌بایست برای مساله بیان‌شده یک مدل ریاضی معتبر تشکیل دهند. بدین منظور باید تمامی مراحل اعم از: تعریف متغیر تصمیم، تعریف پارامترها، تعریف تابع هدف، تعریف هر محدودیت و اثری که بر روی مدلسازی دارد و... توضیح داده شود. در فایل تحویلی مشخصات تمام اعضای گروه ذکر شود.

❖ فاز ۲ - کدنویسی و حل مدل توسط پایتون

کدنویسی مساله با استفاده از کتابخانه "Pyomo" جزء نمره اصلی پروژه محسوب می‌شود و کدنویسی با استفاده از کتابخانه "Gurobipy" مشمول نمره مازاد (تشویقی) خواهد بود. دقت شود نحوه کدنویسی و خوانا بودن کد در

نمره‌دهی تاثیر دارد. بنابراین بهتر است در قسمت‌های مختلف کد خود از کامنت‌های مناسب استفاده کنید. در فایل تحویلی مشخصات تمام اعضای گروه ذکر شود.

فایل تحویلی در این فاز شامل موارد زیر باشد:

❖ فایل کد با فرمت‌های: "Student_ID".py , "Student_ID".json , "Student_ID".ipynb

❖ "Student_ID": شماره دانشجویی شخص بارگذاری کننده

❖ گزارش کدنویسی (تفسیر کد، نحوه تعریف متغیرها، کلاس‌ها، توابع و...)

❖ نتایج تحلیل حساسیت (شامل نمودارها، نتایج و نظرات شما در مورد تحلیل انجام شده)

❖ فایل نهایی به صورت یک فایل فشرده (zip,rar) و توسط یکی از اعضای گروه بارگذاری شود

❖ فاز ۳ - کدنویسی و حل مدل توسط نرم‌افزار گمز

در فایل تحویلی مشخصات تمام اعضای گروه ذکر شود.

فایل تحویلی در این فاز شامل موارد زیر باشد:

❖ فایل کد

❖ گزارش کدنویسی (تفسیر کد و...)

❖ نتایج تحلیل حساسیت شامل نمودارها، نتایج و نظرات شما در مورد تحلیل انجام شده (بخش تشویقی)

❖ فایل نهایی به صورت یک فایل فشرده (zip,rar) و توسط یکی از اعضای گروه بارگذاری شود

❖ بارمبندی

بخش‌های اجباری:

❖ مدل‌سازی: ۰.۶ نمره

❖ حل مدل در پایتون با استفاده از کتابخانه "Pyomo": ۰.۶ نمره

❖ تحلیل حساسیت در پایتون با استفاده از کتابخانه "Pyomo": ۰.۲ نمره

❖ حل مدل با استفاده از نرم‌افزار گمز: ۰.۶ نمره

بخش‌های تشویقی (نمره مازاد):

❖ حل مدل در پایتون با استفاده از کتابخانه "Gurobipy": ۰.۶ نمره (در فاز ۲ تحویل داده شود)

❖ تحلیل حساسیت در گمز: ۰.۲ نمره (در فاز ۳ تحویل داده شود)

❖ بیان مساله

یک بندر دارای چهار اسکله تخلیه است که برای پذیرش و تخلیه کشتی‌های ورودی استفاده می‌شوند. هشت کشتی به بندر وارد می‌شوند که هر کدام دارای مقدار مشخصی بار (کانتینر) هستند و برای تخلیه نیاز به اختصاص یک اسکله دارند. اسکله شماره ۱ و ۲ و ۴ هر کدام دارای ۲ لنگرگاه و اسکله شماره ۳ دارای ۳ لنگرگاه است، بدین معنی که به اسکله‌های ۱ و ۲ و ۴ حداکثر می‌توان ۲ کشتی تخصیص داد اما مطابق با سیاست‌های بندر، به اسکله شماره ۳ باید ۳ کشتی تخصیص داد و با تمام ظرفیت کار کند. زمان تخلیه هر کشتی در هر اسکله متفاوت است و هر اسکله دارای ظرفیت محدودی برای پذیرش بار کشتی‌های تخصیص یافته به آن می‌باشد. هر کشتی دارای طول مشخصی می‌باشد و هر اسکله نیز دارای طول مشخصی برای قرار گرفتن کشتی است که کشتی‌های با طول بیشتر از طول اسکله، نمی‌توانند به آن راه پیدا کنند. بین هر دو تخلیه در هر اسکله باید مدت زمانی برای آماده‌سازی تخلیه کشتی بعدی لحاظ شود. برای تمام کشتی‌ها یک زمان ورود به بندر وجود دارد و زمان شروع تخلیه بعد از آن خواهد بود. هر کشتی با توجه به نوع بار آن دارای اولویت تخلیه است (عددی بین ۰ و ۱ که هر چه میزان آن به ۱ نزدیک‌تر باشد، اولویت بیشتری برای تخلیه دارد). بنابراین هنگام تخصیص دو کشتی به یک اسکله باید زمان شروع تخلیه بار برای هر کدام مشخص شود و کشتی با اولویت بالاتر، زودتر تخلیه شود (برای سایر اسکله‌ها نیز که یک کشتی به آن‌ها اختصاص داده شده باید زمان شروع تخلیه را با توجه به زمان ورود کشتی به بندر مشخص کرد). برای اسکله شماره ۳ نیز که باید ۳ کشتی به آن تخصیص یابد، ترتیب تخلیه بار بر اساس اولویت بین ۳ کشتی تخصیص یافته مشخص می‌شود. اختلاف بین زمان تخلیه و زمان ورود کشتی به عنوان زمان توقف هر کشتی در نظر گرفته می‌شود. این زمان توقف برای هر کشتی مشمول هزینه خواهد بود. هزینه توقف با توجه به مدت زمان توقف متفاوت خواهد بود که از تابع زیر پیروی می‌کند.

$$C(W_i) = \begin{cases} 25W_i & , 0 \leq W_i \leq 10 \\ 10W_i + 2500 & , 10 \leq W_i \leq 25 \\ 15W_i + 7500 & , 25 \leq W_i \leq 40 \end{cases}$$

دقت شود یک حد بالای عمومی ($W_{max} = 80$) برای توقف کشتی‌ها وجود دارد اما برای اینکه مشخص شود حد بالای توقف برای هر کشتی چه میزان می‌تواند باشد، باید حد بالای عمومی را در $(1 - priority_i)$ ضرب کرد. بدین معنا که هر چه میزان اولویت تخلیه بار یک کشتی بالاتر باشد، زمان کمتری برای حد بالای توقف آن کشتی وجود دارد. همچنین با توجه به اینکه در هر بندر ظرفیت مشخصی برای تخلیه کانتینر وجود دارد، امکان افزایش ظرفیت هر بندر تا حد مشخصی وجود دارد که مشمول هزینه خواهد شد.

هدف از این مساله کمینه‌سازی مجموع زمان کلی تخلیه کشتی‌ها در بندر و هزینه مربوط به زمان انتظار کشتی‌ها و هزینه استفاده از ظرفیت مازاد در هر اسکله است.



- ۱- این مسئله را به صورت یک مسئله MILP (Mixed Integer Linear Programming) مدلسازی کنید.
- ۲- مدل را با استفاده از پایتون و در کتابخانه‌های (Pyomo یا Gurobipy) کدنویسی و حل کنید (پارامترهای مساله از فایل اکسل فراخوانی شود).
- ۳- نتایج حاصل از حل مدل را در یک Data frame ذخیره کنید و همچنین در پایان نمایش بصری از نحوه تخصیص کشتی‌ها به اسکله ارائه دهید.
- ۴- در صورتی که محدودیت روی اسکله شماره ۳ ریلکس شود (نیازی به تخصیص دقیقاً ۳ کشتی به آن نباشد) چه تغییری در تابع هدف و میزان توقف کشتی‌ها ایجاد می‌شود؟
- ۵- مدل را با استفاده از نرم‌افزار گمز کدنویسی و حل کنید.
- ۶- برای پارامترهای موجود در جدول ۱، تحلیل حساسیت انجام دهید و نتایج و نظرات خود را از آن بیان کنید (بررسی تغییرات تابع هدف و جواب بهینه و مصورسازی نتایج).

جدول ۱

| ردیف | پارامتر مورد نظر جهت انجام تحلیل حساسیت | تحلیل حساسیت |
|------|---|--|
| ۱ | زمان بین تخلیه دو کشتی در اسکله ۲ | تحلیل حساسیت از مقدار ۵ دقیقه تا ۱۰ با گام ۰.۵ |
| ۲ | زمان تخلیه کشتی شماره ۷ روی اسکله شماره ۳ | تحلیل حساسیت از مقدار ۵ دقیقه تا ۱۵ با گام ۰.۵ |
| ۳ | ظرفیت اسکله شماره ۲ | تحلیل حساسیت از مقدار ۵ دقیقه تا ۴۰ |
| ۴ | ظرفیت اسکله شماره ۳ | تحلیل حساسیت از مقدار ۵ دقیقه تا ۴۰ |
| ۵ | زمان رسیدن کشتی شماره ۶ | تحلیل حساسیت از مقدار ۱ دقیقه تا ۵ با گام ۰.۱ |