

لطفا به نکات زیر توجه فرمائید:

- ❖ پروژه به صورت گروه‌های حداکثر ۳ نفری تحویل داده شود.
- ❖ پروژه در دو فاز طراحی شده‌است، فاز اول، مدل‌سازی ریاضی مسئله و فاز دوم شامل کدنویسی و تحلیل حساسیت آن در نرم‌افزار لینگو می‌باشد.
- ❖ هر دو فاز به صورت تایپ شده و در موعد مشخص شده تحویل داده شود.
- ❖ در فاز اول پروژه تعریف متغیرهای تصمیم، محدودیت‌ها و تابع هدف به صورت کامل شرح داده شود.
- ❖ در فاز دوم پروژه کد پیاده شده در نرم‌افزار لینگو و نتایج تحلیل حساسیت در نرم‌افزار به همراه فایلی که در آن نتایج خروجی مدل و تحلیل حساسیت‌ها و جواب‌ها شرح داده شده‌اند، ارسال شود.
- ❖ در صورت مشاهده هرگونه کپی برداری، نمره نهایی صفر منظور می‌گردد.
- ❖ فایل پروژه‌ها را به آدرس bahare.mahmoudi@gmail.com ارسال نمایید.
- ❖ در قسمت subject ایمیل ارسالی شماره دانشجویی اعضا به همراه شماره فاز نوشته شود.
- ❖ فایل فقط توسط یکی از اعضا ارسال گردد.
- ❖ موعد تحویل فازها به شرح زیر هستند:

فاز	عنوان	موعد تحویل
۱	مدل‌سازی ریاضی مسئله (الف، ب)	۱۴۰۰/۰۹/۰۱
۲	کدنویسی و تحلیل حساسیت با نرم‌افزار (ج، د، ه)	۱۴۰۰/۰۹/۲۰

شرح پروژه ۱

الف) چندین نیروگاه برق وظیفه تامین برق تعدادی از مشترکان در محدوده‌ای از شهر تهران را بر عهده دارند. در جدول ۱ نرخ تقاضای برق در بازه‌های زمانی مختلف در طول یک روز بیان شده است که نیروگاه‌های برق متعهد به تامین آن هستند.

جدول ۱ - میزان تقاضای بار الکتریکی در طول یک روز بر حسب مگاوات

۱۵۰۰۰	۱۲ شب تا ۶ صبح
۳۰۰۰۰	۶ صبح تا ۹ صبح
۲۵۰۰۰	۹ صبح تا ۳ عصر
۴۰۰۰۰	۳ عصر تا ۶ عصر
۲۷۰۰۰	۶ عصر تا ۱۲ شب

در این نیروگاه‌های برق، سه نوع ژنراتور حرارتی وجود دارد که ۱۲ واحد از نوع ۱، ۱۰ واحد از نوع ۲ و ۵ واحد از نوع ۳ برای تامین برق در اختیار است. برای میزان تولید برق توسط هر ژنراتور حرارتی، محدوده مجازی بر حسب مگاوات در نظر گرفته می‌شود. به این ترتیب، میزان تولید برق هر ژنراتور حرارتی باید بین حد کمینه و بیشینه‌ی این محدوده مجاز باشد. به ازای تولید برق به میزان سطح کمینه‌ی این محدوده توسط ژنراتور، هزینه‌ای بر حسب تعداد ساعات فعالیت آن در این سطح در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر این، به ازای هر مگاوات برق که بیشتر از حد کمینه توسط ژنراتور تولید می‌شود، هزینه‌ای به صورت ساعتی به هزینه پایه فعالیت در حد کمینه اضافه می‌شود. در صورت به کارگیری هر ژنراتور، هزینه ثابت راه‌اندازی آن نیز در نظر گرفته می‌شود. اطلاعات مرتبط با حد کمینه و بیشینه مجاز تولید برق توسط هر نوع ژنراتور و هزینه‌های ثابت و متغیر به کارگیری هر ژنراتور در جدول ۲ بیان شده است. تمامی هزینه‌ها بر حسب یورو هستند.

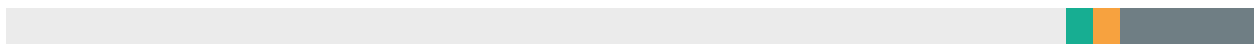
جدول ۲- اطلاعات مرتبط با ژنراتورهای حرارتی

نوع	حد کمینه (MW)	حد بیشینه (MW)	هزینه هر ساعت فعالیت در حد کمینه	هزینه هر ساعت فعالیت به ازای هر مگاوات تولید برق بیش از حد کمینه	هزینه راه اندازی
نوع ۱	۸۵۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۲	۲۰۰۰
نوع ۲	۱۲۵۰	۱۷۵۰	۲۶۰۰	۱.۳۰	۱۰۰۰
نوع ۳	۱۵۰۰	۴۰۰۰	۳۰۰۰	۳	۵۰۰

به منظور تضمین امنیت عرضه برق، علاوه بر تامین تقاضای برق تخمین زده شده، باید در هر زمان از روز تعداد کافی ژنراتور در حال کار باشند تا در صورت افزایش تقاضای بار شبکه به میزان ۱۵ درصد، بتوانند برق مورد نیاز را تامین نمایند. افزایش تولید برق باید با تنظیم خروجی ژنراتورهای در حال کار انجام شود به نحوی که میزان تولید برق آنها همچنان در محدوده مجاز باشد.

با توجه به اطلاعات فوق، برنامه فعالیت ژنراتورها در بازه‌های زمانی مختلف را به نحوی تعیین نمایید که هزینه کل کمینه گردد.

ب) فرض کنید علاوه بر ژنراتورهای حرارتی، امکان استفاده از ژنراتورهای آبی نیز فراهم شود. برای تولید برق توسط ژنراتورهای آبی، یک مخزن آب، دو نوع ژنراتور آبی را تغذیه می‌کند که یک ژنراتور از نوع A و یک ژنراتور از نوع B وجود دارد. هنگامی که یک ژنراتور آبی کار می‌کند، نرخ تولید برق آن ثابت است و با فعالیت ژنراتور، عمق آب موجود در مخزن کاهش می‌یابد. در صورت به کارگیری هر ژنراتور آبی، هزینه ثابت راه اندازی آن و هزینه متغیر متناسب با تعداد ساعات فعالیت آن باید در نظر گرفته شود. مشخصات ژنراتورهای آبی در جدول ۳ آمده است. تمامی هزینه‌ها بر حسب یورو هستند.



جدول ۳- اطلاعات مرتبط با ژنراتورهای آبی

هزینه راه اندازی	کاهش عمق آب در هر ساعت (متر)	هزینه هر ساعت فعالیت	نرخ تولید برق (MW)	
۱۵۰۰	۰.۳۱	۹۰	۹۰۰	ژنراتور آبی نوع A
۱۲۰۰	۰.۴۷	۱۵۰	۱۴۰۰	ژنراتور آبی نوع B

به دلایل زیست محیطی، عمق آب مخزن باید در محدوده ۱۵ تا ۲۰ متر حفظ شود. همچنین در ابتدای دوره یک (ساعت ۱۲ شب) عمق آب مخزن باید به میزان ۱۶ متر باشد. برای تنظیم عمق آب در مخزن، می‌توان از ژنراتورهای حرارتی برای پمپاژ آب به داخل مخزن استفاده نمود که برای افزایش سطح آب مخزن به میزان ۱ متر، به ۳۰۰۰ مگاوات برق در هر ساعت نیاز است. فرض کنید بارندگی بر سطح آب مخزن تاثیر ناچیزی دارد.

به منظور تضمین امنیت عرضه برق، در هر زمان باید امکان پاسخگویی به افزایش در تقاضا تا ۱۵ درصد میزان پیش‌بینی شده وجود داشته باشد. تامین تقاضای مازاد بر آنچه پیش‌بینی شده است، با استفاده از هر ترکیبی از روش‌های زیر امکان‌پذیر است:

- فعال نمودن یک ژنراتور آبی (حتی اگر این امر باعث شود که عمق آب در مخزن به کمتر از ۱۵ متر برسد).
- استفاده از خروجی ژنراتور حرارتی که برای پمپاژ آب به مخزن استفاده می‌شود (به عبارتی یک ژنراتور حرارتی علاوه بر تامین برق موردنیاز برای پمپاژ آب مخزن، می‌تواند به منظور تامین برق موردنیاز برای پاسخگویی به تقاضا نیز استفاده شود).
- افزایش سطح عملکرد ژنراتور حرارتی به حداکثر مقدار ممکن.

برای پاسخگویی به تقاضا در صورت افزایش آن به میزان بیشتر از نرخ پیش‌بینی شده، نمی‌توان ژنراتورهای حرارتی را بلافاصله روشن کرد اما امکان روشن نمودن ژنراتورهای آبی در هر زمان وجود دارد. با توجه به اطلاعات فوق، برنامه فعالیت ژنراتورها در بازه‌های زمانی مختلف را به نحوی تعیین نمایید که هزینه کل کمینه گردد.

(ج) جواب بهینه مدل ارائه شده در بخش الف و ب با استفاده از نرم افزار لینگو بیابید.

(د) با استفاده از قابلیت تحلیل حساسیت نرم‌افزار لینگو بازه تغییرات ضرایب تابع هدف و مقادیر سمت راست را به گونه‌ای بیابید که پایه بهینه تغییر نکند. (راهنمایی: برای انجام این کار از دستور **Range** استفاده کرده و تمام متغیرها را پیوسته در نظر بگیرید)

(ه) از بین ضرایب تابع هدف یک ضریب را به دلخواه انتخاب کرده و همچنین از بین مقادیر سمت راست نیز یک مقدار را به صورت دلخواه انتخاب نمایید. اثر تغییر مقادیر ضرایب انتخاب شده را بر مقدار تابع هدف با رسم نمودار بررسی نمایید.

