

پروژه های درس برنامه ریزی ریاضی پیشرفته- سال تحصیلی ۱۴۰۴-۱۴۰۵

1. Stochastic Optimization of a Green Hydrogen Hub for Ancillary Service Provision in Power Grids

این پروژه یک هاب هیدروژن سبز (الکترولایزر، ذخیره ساز، پیل سوختی) را مدل سازی می کند. نوآوری کلیدی آن است که هیدروژن نه فقط به عنوان سوخت، بلکه به عنوان یک ابزار استراتژیک برای ارائه خدمات جانبی (مثل کنترل فرکانس) به شبکه برق مدل می شود. این کار با استفاده از بهینه سازی تصادفی (Stochastic Programming) برای مدیریت عدم قطعیت قیمت برق و تقاضای خدمات جانبی انجام می شود.

2. A Robust Optimization Model for Peer-to-Peer (P2P) Energy Trading Markets Considering Prosumer Behavioral Uncertainty

مدل سازی یک بازار محلی معاملات انرژی (P2P)، شکاف بزرگ در این حوزه، فرض رفتار کاملاً منطقی و قابل پیش بینی تولیدکنندگان-مصرف کنندگان (Prosumers) است. نوآوری این پروژه، استفاده از بهینه سازی استوار (Robust) برای طراحی بازاری است که حتی در صورت رفتار غیرقابل پیش بینی یا "غیرمنطقی" شرکت کنندگان، پایداری و سودآوری خود را حفظ کند.

3. Integrated Stochastic Planning of Water Distribution and Energy Systems with High Penetration of Desalination

این پروژه به "همبست آب و انرژی (Water-Energy Nexus)" می پردازد. نوآوری آن، برنامه ریزی یکپارچه شبکه برق و شبکه توزیع آب است که در آن، واحدهای آب شیرین کن (که مصرف انرژی بالایی دارند) به عنوان یک "بار قابل کنترل (Controllable Load)" در نظر گرفته می شوند. مدل "تصادفی (Stochastic)" عدم قطعیت همزمان در تقاضای آب و تولید انرژی های تجدیدپذیر را مدیریت می کند.

4. A Multi-Objective Optimization for CCUS Supply Chain Design: Balancing Economic Viability and CO2 Emission Reduction

طراحی زنجیره تأمین جذب، بهره برداری و ذخیره سازی کربن (CCUS). بسیاری از مقالات فقط روی خود فرآیند جذب تمرکز می کنند. نوآوری این پروژه، مدل سازی "لجستیک" کامل زنجیره (مکان یابی مراکز جذب، شبکه حمل و نقل CO₂ و مکان های ذخیره سازی) با استفاده از بهینه سازی چندهدفه (Multi-Objective) برای یافتن توازن بهینه

(Pareto Front) میان هزینه های اقتصادی و حداکثر کاهش کربن است.

5. Optimal Integration of Power-to-Ammonia (P2A) Facilities within Integrated Energy and Agricultural Systems

بهینه‌سازی مکان و اندازه واحدهای تولید آمونیاک سبز (Power-to-Ammonia). نوآوری: این مدل یک کوپلینگ سه‌بخشی (Triple Sector Coupling) است. آمونیاک هم به عنوان ذخیره‌ساز انرژی (برای شبکه برق)، هم به عنوان کود (برای بخش کشاورزی) و هم به عنوان سوخت (برای حمل و نقل) دیده می‌شود. مدل، تقاضا و عدم قطعیت‌های هر سه بخش را همزمان در نظر می‌گیرد.

6. Risk-Based Optimal Placement of Cybersecurity Measures in Smart Grids using a Defender-Attacker Bilevel Model

باهوش شدن شبکه‌ها، آن‌ها را در برابر حملات سایبری آسیب‌پذیر کرده است. نوآوری: این پروژه از یک مدل بهینه‌سازی دو سطحی مبتنی بر تئوری بازی (Defender-Attacker) استفاده می‌کند. سطح "مدافع" (شرکت برق) با کمترین هزینه، تجهیزات امنیتی را نصب می‌کند و سطح "مهاجم" (هکر) سعی در ایجاد بیشترین آسیب دارد. این مدل مکان‌بینی بهینه سرمایه‌گذاری امنیتی مبتنی بر ریسک را تعیین می‌کند.

7. Stochastic Multi-Period Expansion Planning for Hybrid Geothermal-Solar-Storage Power Plants

برنامه‌ریزی توسعه (سرمایه‌گذاری) بلندمدت برای نیروگاه‌های هیبریدی زمین-گرمایی و خورشیدی. شکاف: انرژی زمین-گرمایی اغلب به عنوان یک منبع پایدار و قطعی مدل می‌شود، در حالی که اکتشاف و بهره‌برداری از آن با عدم قطعیت‌های زمین‌شناسی همراه است. نوآوری: مدل‌سازی تصادفی چند مرحله‌ای (Multi-Stage Stochastic) که عدم قطعیت‌های زمین‌شناسی (بلندمدت) و خورشیدی (کوتاه‌مدت) را با هم ترکیب می‌کند.

8. A Spatio-Temporal Optimization Model for Integrated Planning of Electric Public Transport and Urban Fast-Charging Infrastructure

برنامه‌ریزی یکپارچه حمل و نقل عمومی (اتوبوس‌های برقی) و زیرساخت شارژ سریع شهری. شکاف: معمولاً مسیرهای اتوبوس و مکان شارژرها به صورت جداگانه بهینه می‌شوند. نوآوری: این مدل بهینه‌سازی فضایی-زمانی (Spatio-Temporal)، هر دو متغیر (مسیر اتوبوس و مکان شارژر) را همزمان بهینه می‌کند تا کل هزینه سیستم (سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری) با در نظر گرفتن ترافیک و محدودیت‌های باتری، مینیمم شود.

نکات پروژه ها:

(۱) **هدف کلی پروژه ها:** دانشجو قرار نیست یک شبیه سازی پیچیده انرژی انجام دهد؛ بلکه قرار است یک **مدل ریاضی** (خطی، عدد صحیح مختلط یا ...) برای آن مسئله «فرموله بندی» کند و آن را حل نماید. هدف، یادگیری نحوه تبدیل یک مسئله واقعی انرژی به زبان ریاضیات بهینه (قیود، تابع هدف و متغیرهای تصمیم) است.

(۲) **مکان یابی در پروژه ها یک مسئله ریاضی است :** منظور از مکان یابی، انتخاب گره (Node) بهینه از میان چند گره کاندید در یک شبکه است. این یک متغیر باینری (۰ یا ۱) در مدل ریاضی است.

(۳) ابزارهای مورد نیاز:

(a) زبان مدل سازی : دانشجو باید مدل ریاضی خود را در یکی از این محیط ها کدنویسی کند:

- پایتون : به همراه کتابخانه های بهینه سازی مانند Pyomo یا GurobiPy و غیره.
- نرم افزار GAMS
- متلب : با استفاده از جعبه ابزار بهینه سازی (Optimization Toolbox) یا YALMIP و غیره.

(b) حل کننده (Solver): برای حل مدل به یک حل کننده نیاز است. بهترین گزینه ها Gurobi یا CPLEX هستند.