ارائه دهنده : غریب آشنا

**پروژه** Smart Grid AI-Based Forecasting & Demand Response: Management System :

## **پیش‌زمینه و ضرورت**

با افزایش سهم منابع تجدیدپذیر و بارهای جدید مانند خودروهای برقی، **مدیریت شبکه‌های توزیع هوشمند** اهمیت بیشتری یافته است. پیش‌بینی دقیق بار کوتاه‌مدت و طراحی مکانیسم‌های Demand Response می‌تواند:

* پیک بار را کاهش دهد،
* قابلیت اطمینان شبکه را بالا ببرد،
* هزینه‌های عملیاتی اپراتورها را کاهش دهد،
* و به اهداف زیست‌محیطی کمک کند.

**مقدمه**

این پروژه با هدف توسعه یک سیستم هوشمند پیش بینی بار کوتاه مدت و مدیریت Demand Response برای شبکه های توزیع برق طراحی می شود. سیستم شامل بخش های Backend – شبیه سازی – هوش مصنوعی و FrontEnd بوده و قابلیت ارائه به اپراتورهای شبکه وسازمان های انرژی را خواهد داشت.

## **اهداف پروژه**

### اهداف کلان

1. توسعه یک پلتفرم یکپارچه (Backend + AI + Simulator + Dashboard).
2. پیش‌بینی بار کوتاه‌مدت با دقت بالا و مقیاس‌پذیری.
3. طراحی ماژول پیشنهاد اقدامات DR (load shifting, peak shaving).
4. شبیه‌سازی سناریوهای متنوع شبکه برای اعتبارسنجی نتایج.
5. ارائه داشبورد عملیاتی کاربرپسند.
6. مستندسازی کامل و تولید گزارش علمی.

### اهداف خرد (قابل اندازه‌گیری)

* دقت پیش‌بینی : MAPE < 5%
* پاسخ‌دهی API: < 2 ثانیه
* کاهش پیک بار: ≥ 10% در سناریوها
* پشتیبانی از حداقل 5 سناریوی مختلف شبکه (EV , PV بار صنعتی خانگی و تجاری)
* داشبورد با حداقل ۱۰ نمودار و قابلیت فیلتر زمانی

### 

## **محدوده کاری (Scope of Work)**

### Backend

* طراحی و پیاده‌سازی RESTful API با FastAPI
* ذخیره‌سازی داده‌ها در TimescaleDB
* مدیریت pipeline داده‌های ورودی (raw → cleaned → model input)
* سرویس‌دهی به بخش ML و Frontend

### AI/ML

* جمع‌آوری دیتاست‌های عمومی (UCI, ISO, GridLAB-D outputs)
* طراحی pipeline preprocessing (missing values, scaling, feature extraction)
* توسعه مدل baseline (ARIMA, Prophet)
* توسعه مدل‌های پیشرفته (LSTM, Transformer, Ensemble)
* آموزش مدل‌ها با GPU و ذخیره مدل نهایی
* پیاده‌سازی API برای prediction و retraining
* ماژول پیشنهاد DR براساس پیش‌بینی و قیود شبکه

### شبیه‌سازی شبکه

* انتخاب ابزار (GridLAB-D / OpenDSS / MATPOWER)
* مدل‌سازی feeder ساده + توسعه به سناریوهای پیچیده
* ورودی: داده بار، PV, EV
* خروجی: پروفایل ولتاژ، بار، توان اکتیو/راکتیو
* ارتباط خروجی شبیه‌ساز با Backend برای تحلیل و DR

### Frontend

* توسعه داشبورد React (TypeScript)
* ماژول Authentication ساده login) برای اپراتور(
* نمایش بار واقعی + پیش‌بینی + پیشنهاد DR
* نمودارهای تعاملی با Plotly/D3
* قابلیت ساخت سناریو) انتخاب بار →DER / مشاهده خروجی(

### DevOps و Infra

* Dockerize همه ماژول‌ها
* CI/CD با GitHub Actions
* مانیتورینگ ساده (logs, metrics)
* استقرار روی کلود (AWS/GCP/Azure یا Heroku)

## **Use Cases**

### : UC1 پیش‌بینی بار

* : Actor اپراتور شبکه
* : Input داده بار تاریخی (15min resolution)
* : Outputنمودار پیش‌بینی + مقادیر عددی
* : Success خطای MAPE < 5%

### : UC2 مدیریت DR

* : Actor اپراتور
* : Input درخواست کاهش بار در ساعت مشخص
* : Output پیشنهاد load shifting و نتیجه شبیه‌سازی
* : Success کاهش پیک ≥ 10%

### : UC3 سناریوسازی

* : Actor اپراتور
* : Input اضافه کردن EV یا PV به شبکه
* : Output پروفایل جدید بار و پیش‌بینی اصلاح‌شده
* : Success نمایش نتایج ≤ 30 ثانیه

## **تحویل‌پذیرها (Deliverables)**

* کد کامل ماژول‌ها (GitHub repo)
* پایگاه داده نمونه و pipeline داده
* مدل‌های آموزش‌دیده ML + مستندات
* اسکریپت‌های شبیه‌سازی و سناریوها
* داشبورد تحت وب کامل
* مستندات UML (Use Case, Sequence, Component)
* گزارش نهایی + مقاله علمی IEEE/Elsevier

## **منابع مورد نیاز**

* نیروی انسانی: ۶ نفر (AI, Backend, Frontend, Power, DevOps, Lead)
* GPU برای آموزش مدل‌ها
* سرور cloud با RAM ≥ 16GB, CPU ≥ 8 cores
* ابزارهای متن‌باز (GridLAB-D, FastAPI, React, PostgreSQL)

## **ریسک‌ها و مدیریت آن‌ها**

* **کمبود داده** → استفاده از دیتاست‌های عمومی + شبیه‌ساز
* **پیچیدگی**→ **integration** تست‌های واحد CI/CD +
* **پرفورمنس پایین مدل‌ها** → استفاده از hybrid models (ensemble)
* **زمان محدود** → تعریف MVP در ماه 2-3 ، توسعه کامل در ماه 6-4

## **ساختار گزارش نهایی**

1. مقدمه
2. معماری سیستم
3. شرح پیاده‌سازی
4. مدل‌های ML و نتایج
5. شبیه‌سازی و سناریوها
6. داشبورد و UI/UX
7. ارزیابی و KPIها
8. نتیجه‌گیری و کارهای آتی

## **زمان‌بندی (Timeline & Milestones)**

* **ماه ۱ :** طراحی معماری، repo، UML
* **ماه ۲** Backend + DB + API **:** پایه
* **ماه ۳** +ML baseline **:** مدل LSTM
* **ماه ۴ :** شبیه‌ساز + اتصال به Backend
* **ماه ۵**+ Frontend **:** ادغام کل سیستم
* **ماه ۶ :** تست‌ها، DR module، گزارش، مقاله