



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

چالش افزایش عدم قطعیت تولید با ورود حجم انبوه نیروگاه‌های بادی و راهکارهای غلبه بر آن

پنجمین کنفرانس انرژی بادی ایران
مهرماه ۱۳۹۶

- ۱- معرفی چالش عدم قطعیت تولید بادی در برنامه ریزی بهره برداری
- ۲- تجارب کشورهای مختلف در خصوص مقابله با عدم قطعیت تولید بادی
- ۳- عدم قطعیت در تولید بادی و مدل سازی آن
- ۴- نحوه پیش بینی سرعت باد

۵ - بررسی تاثیر عدم قطعیت تولید بادی در برنامه ریزی بهره برداری

۵-۱- عدم قطعیت در تولید مورد انتظار

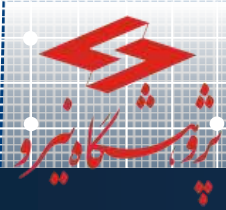
۵-۲- تغییرات ناگهانی و شدید

۶ - برنامه ریزی تولید با قید عدم قطعیت تولید بادی

۷ - تحلیل اقتصادی و مصالحه میزان بهره برداری

۸ - ابزارها و راهکارهای جبران عدم قطعیت

۹ - جمع بندی و نتیجه گیری



مفهوم عدم قطعیت در سیستم قدرت

عدم قطعیت و نایقینی به مفهوم عدم آگاهی و یا اطلاعات ناکافی در خصوص پدیده مورد مطالعه می باشد.

به عنوان نمونه عدم قطعیت بار به معنای عدم شناخت کامل رفتار بار در بازه های زمانی پیش رو می باشد.

هر چند قطعیت و عدم قطعیت هیچ یک بطور کامل وجود ندارند و همواره با افزایش درک و آگاهی از پدیده مورد نظر، از میزان عدم قطعیت کاسته شده و به قطعیت آن اضافه می شود.

مناسب است مفهوم انعطاف پذیری که قابلیت سیستم قدرت در مواجهه با عدم قطعیت های موجود در پدیده های مورد انتظار است نیز بررسی شود.

❖ The term flexibility describes the ability of a power system to cope with variability and uncertainty in both generation and demand, while maintaining a satisfactory level of reliability at a reasonable cost, over different time horizons.

در این کارگاه از مفهوم کلی انعطاف‌پذیری تنها آن بخش‌هایی که با انرژی الکتریکی از منابع بادی مرتبط می‌باشند، در نظر گرفته می‌شود.

Variability and uncertainty: Wind

Generation and demand: Wind

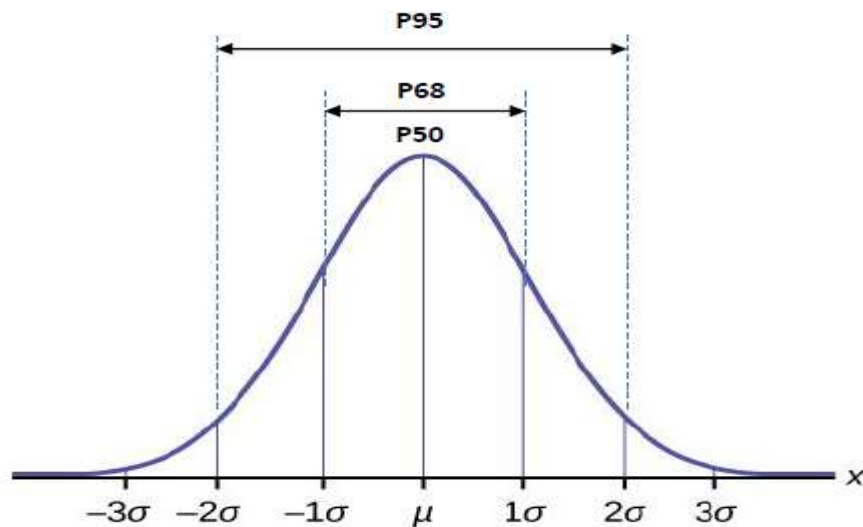
Satisfactory level of reliability: Wind

Penetration

Reasonable cost: Wind Penetration

Different time horizons: Operational Planning

The uncertainty estimates are expressed as a percent of the speed and represent one standard error of a normal distribution.



$$P50 = \mu$$

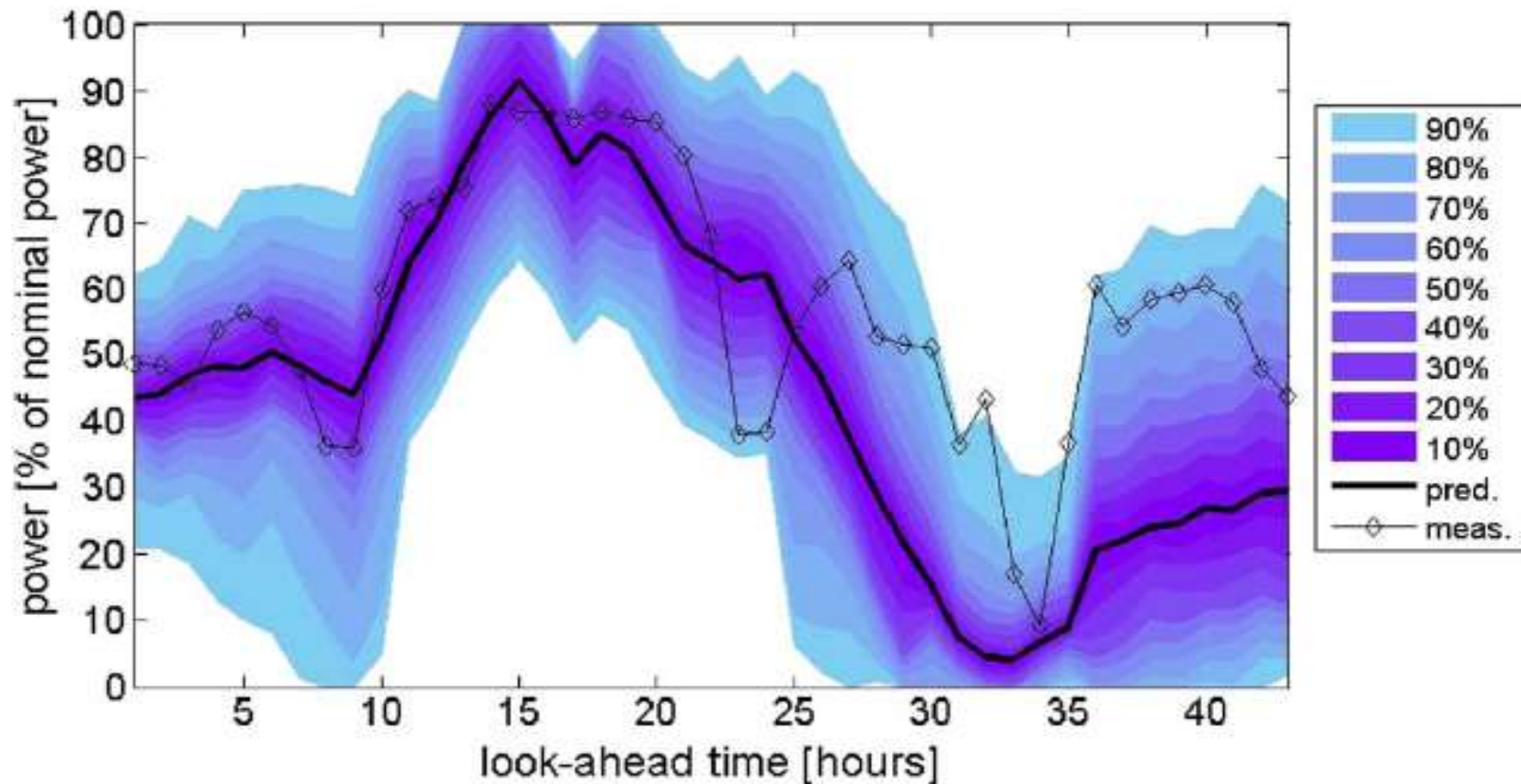
$$P75 = \mu - 0.67\sigma$$

$$P90 = \mu - 1.28\sigma$$

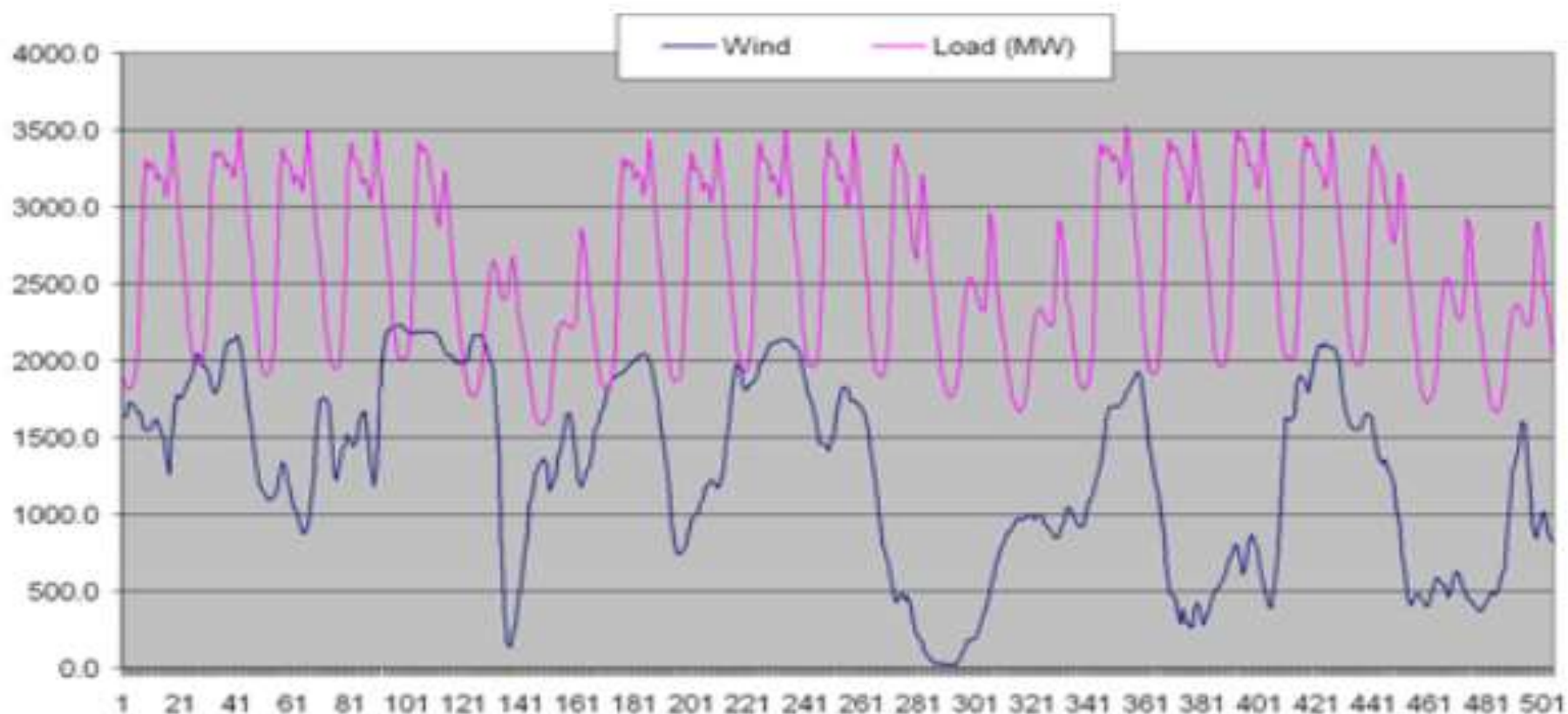
$$P95 = \mu - 1.96\sigma$$

عدم قطعیت در تخمین
سرعت باد، که بر حسب
درصد سرعت باد مشخص
می شود، معرف انحراف
معیار تابع توزیع نرمال
خطای پیش بینی سرعت باد
است.

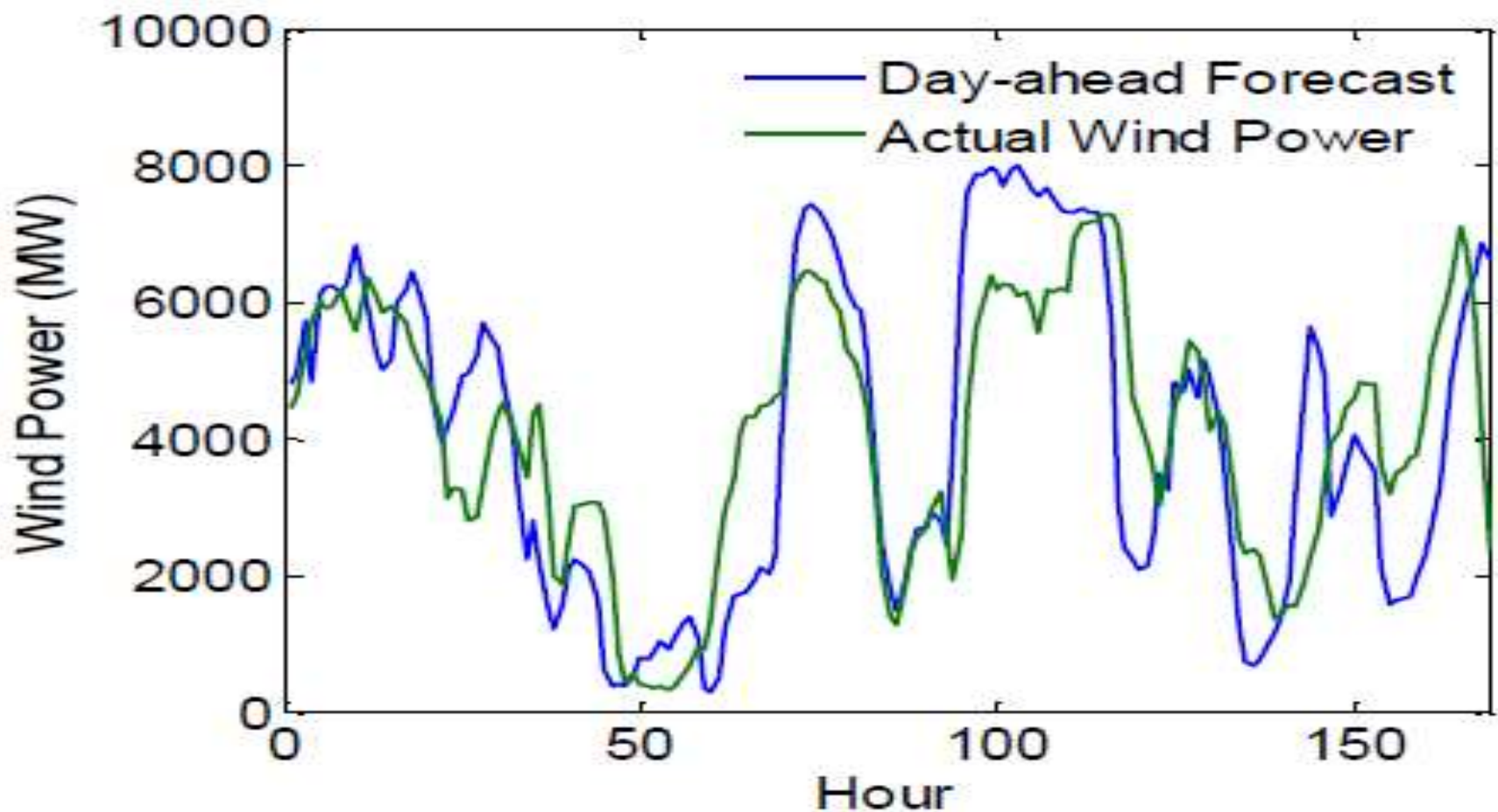
نمونه واقعی تغییرات توان الکتریکی تولیدی عدم قطعیت و تغییرپذیری



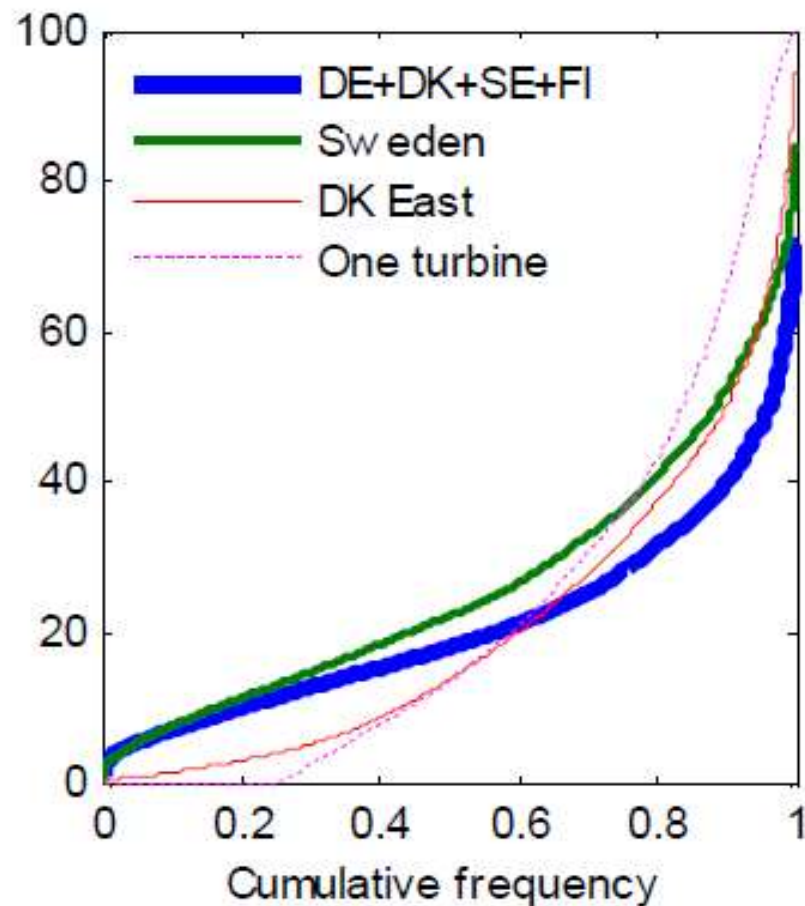
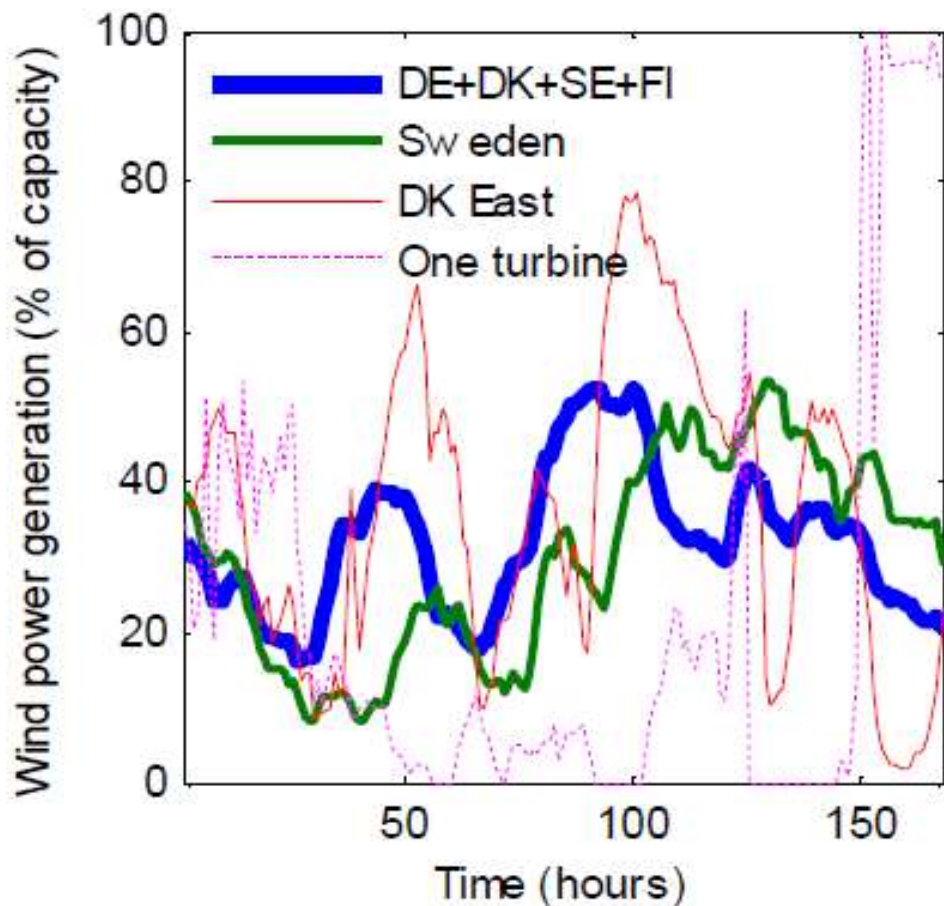
عدم قطعیت کوتاه مدت - تولید بادی و بار



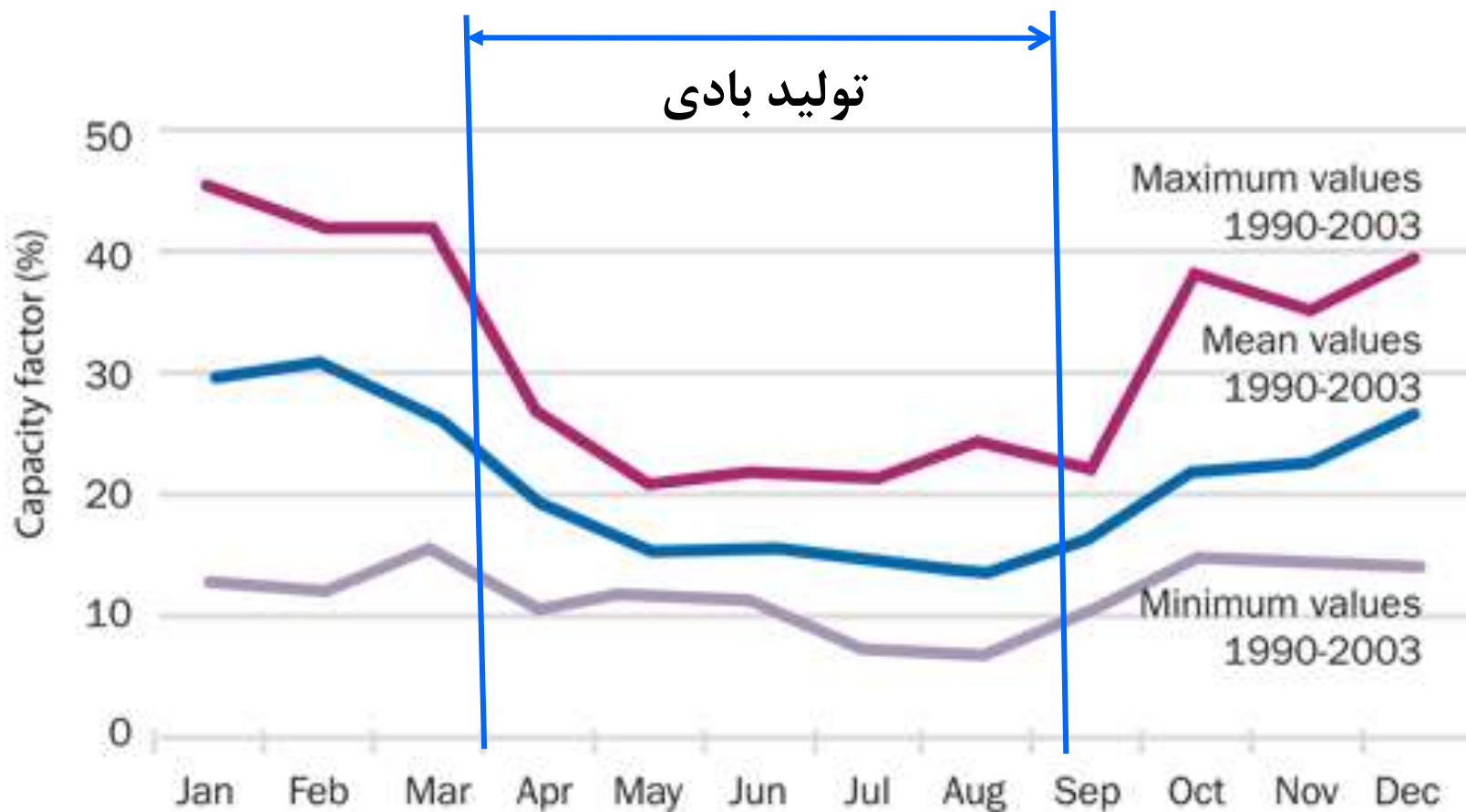
مقایسه پیش بینی و مقدار واقعی توان بادی



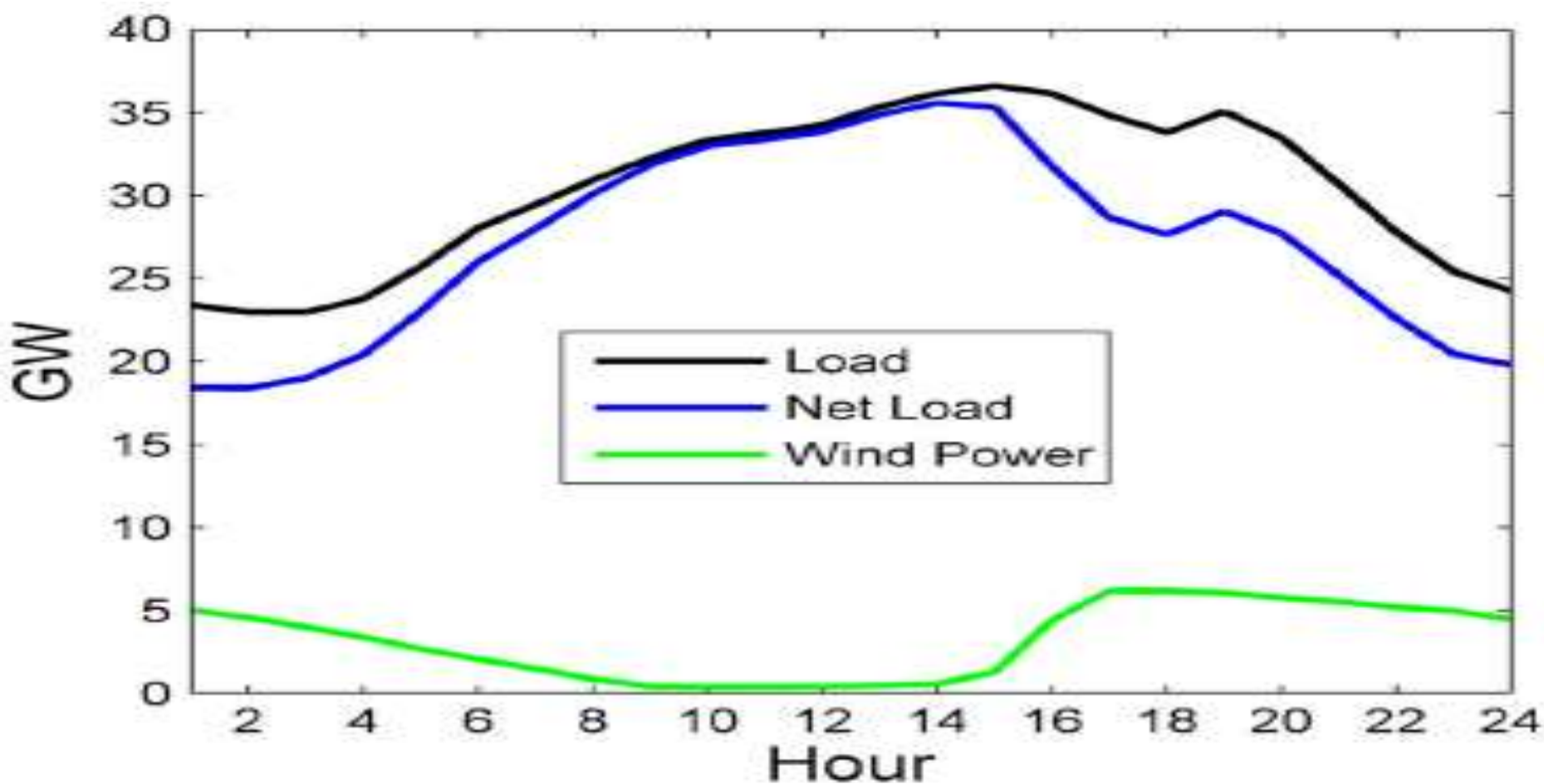
مقایسه پیش بینی و مقدار واقعی توان بادی



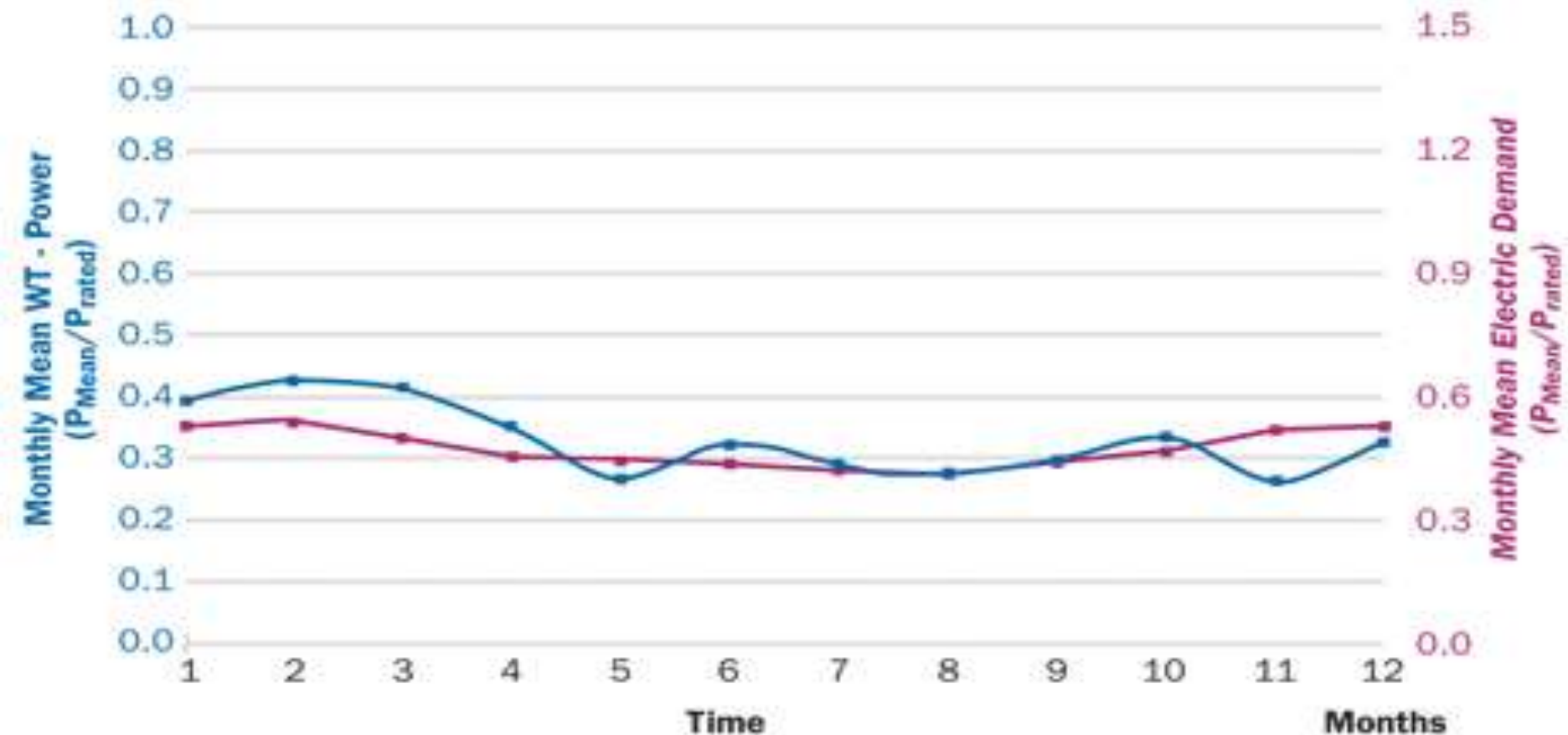
نقش عدم قطعیت نیروگاه بادی در ضریب ظرفیت شبکه



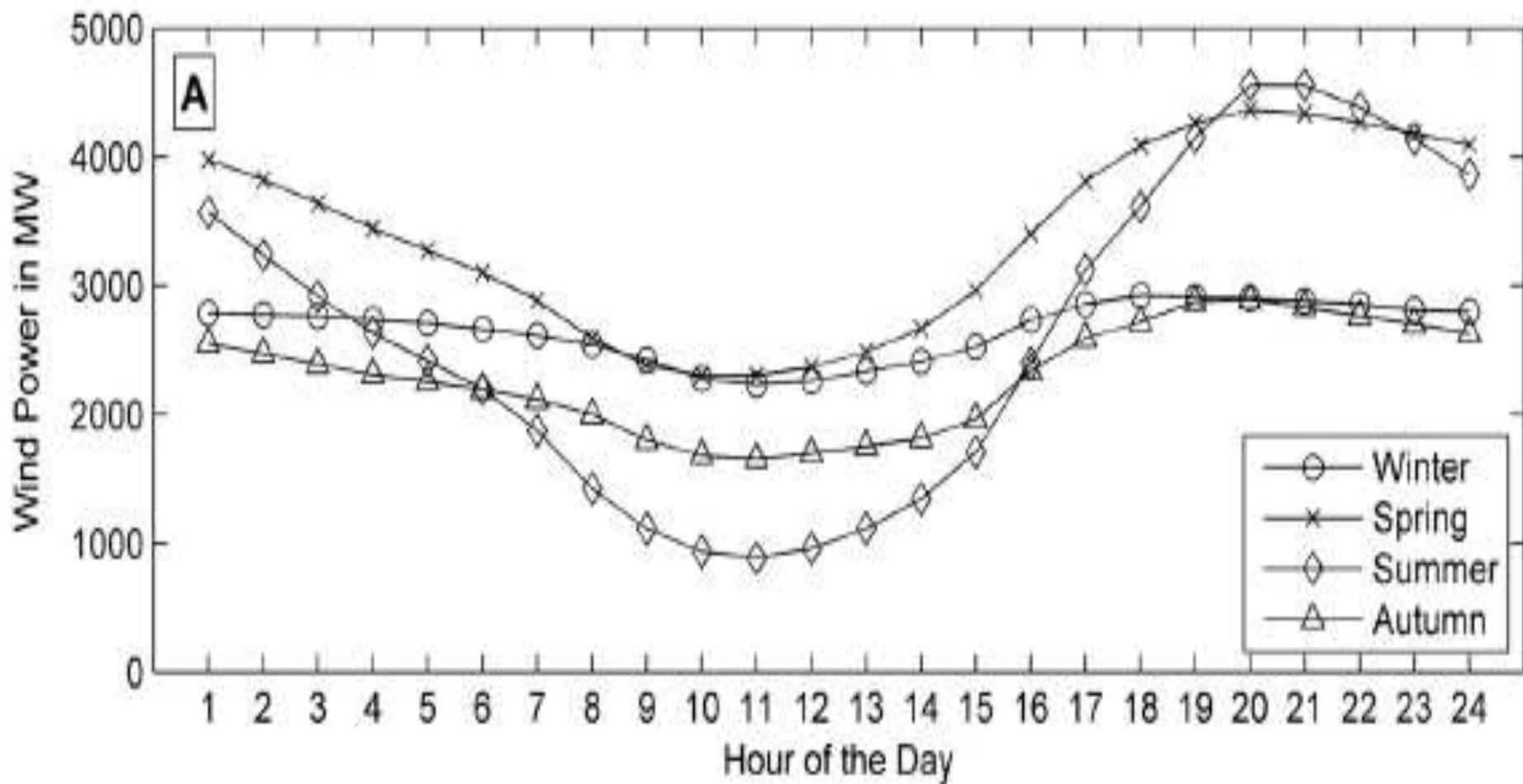
مفهوم بار خالص - مجموع تولید بادی و بار



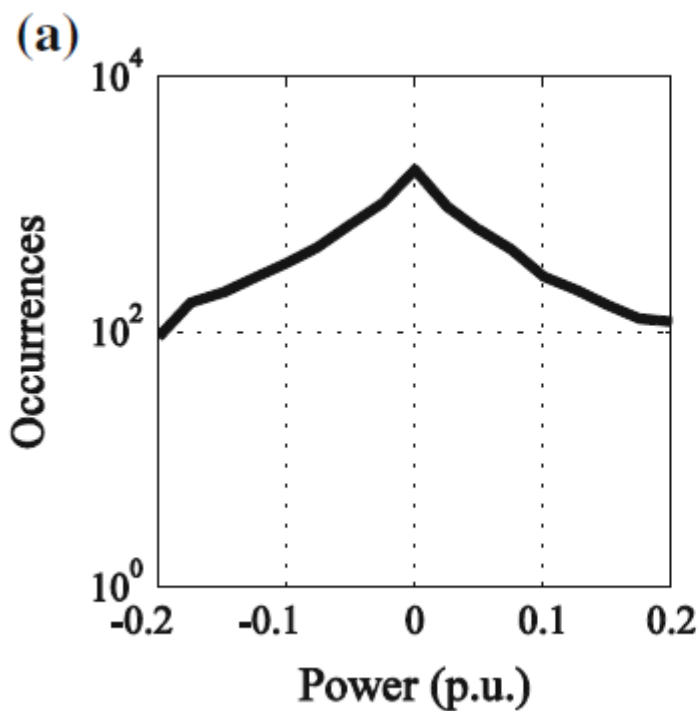
تغییرات بار متوسط به بار پیک و توان بادی متوسط به توان پیک



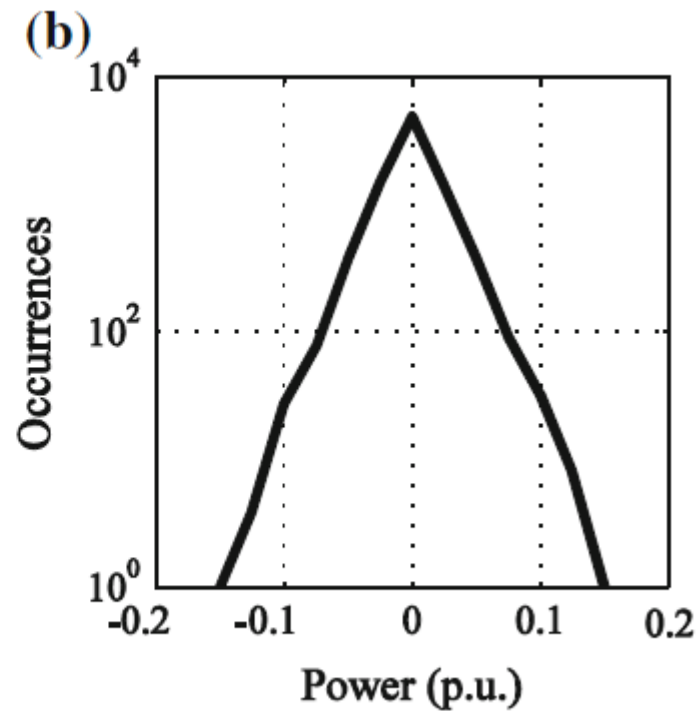
تغییرات فصلی سرعت باد



تغییرات ساعتی یکه شده توان بادی در طی سال



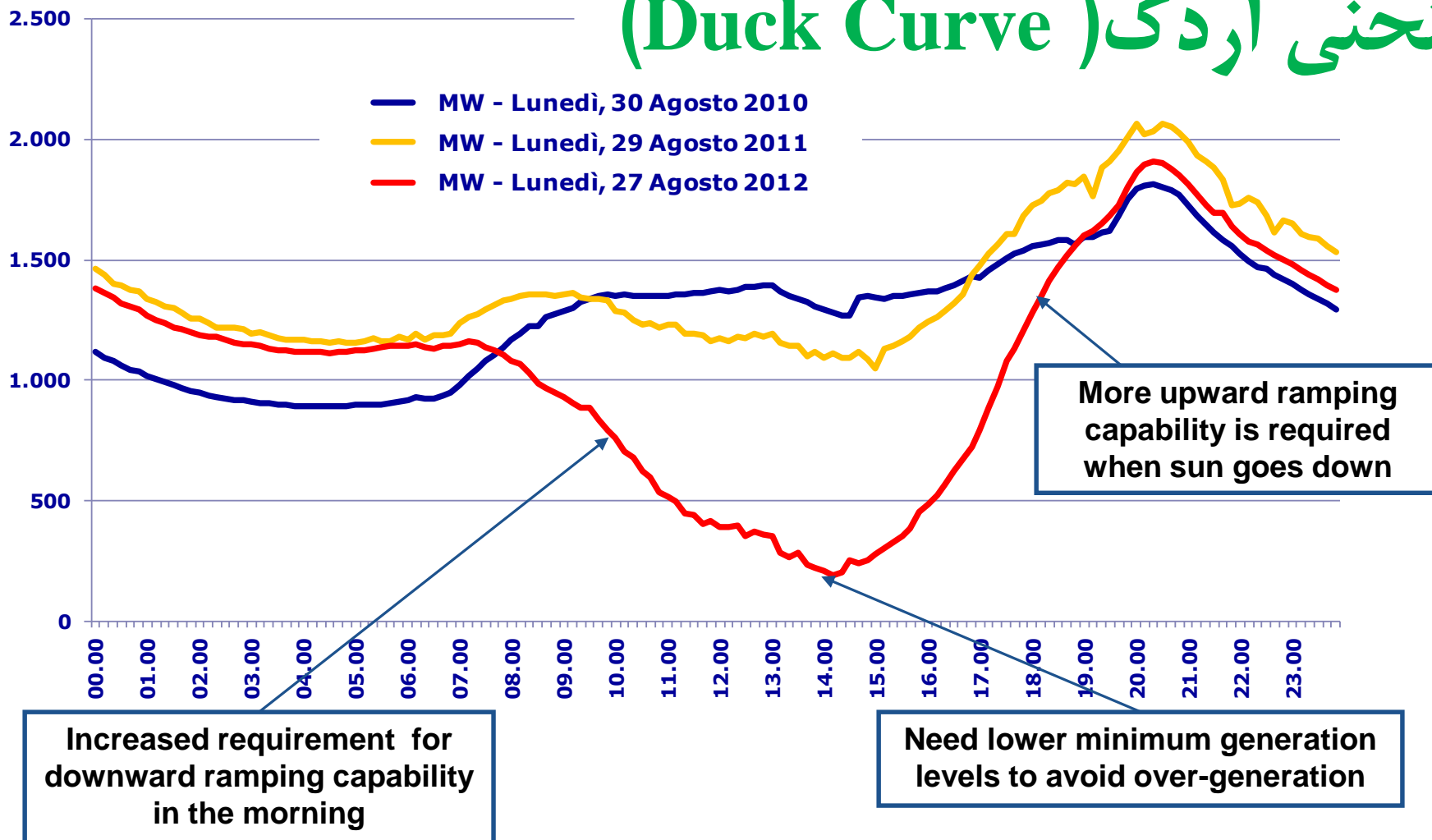
یک واحد



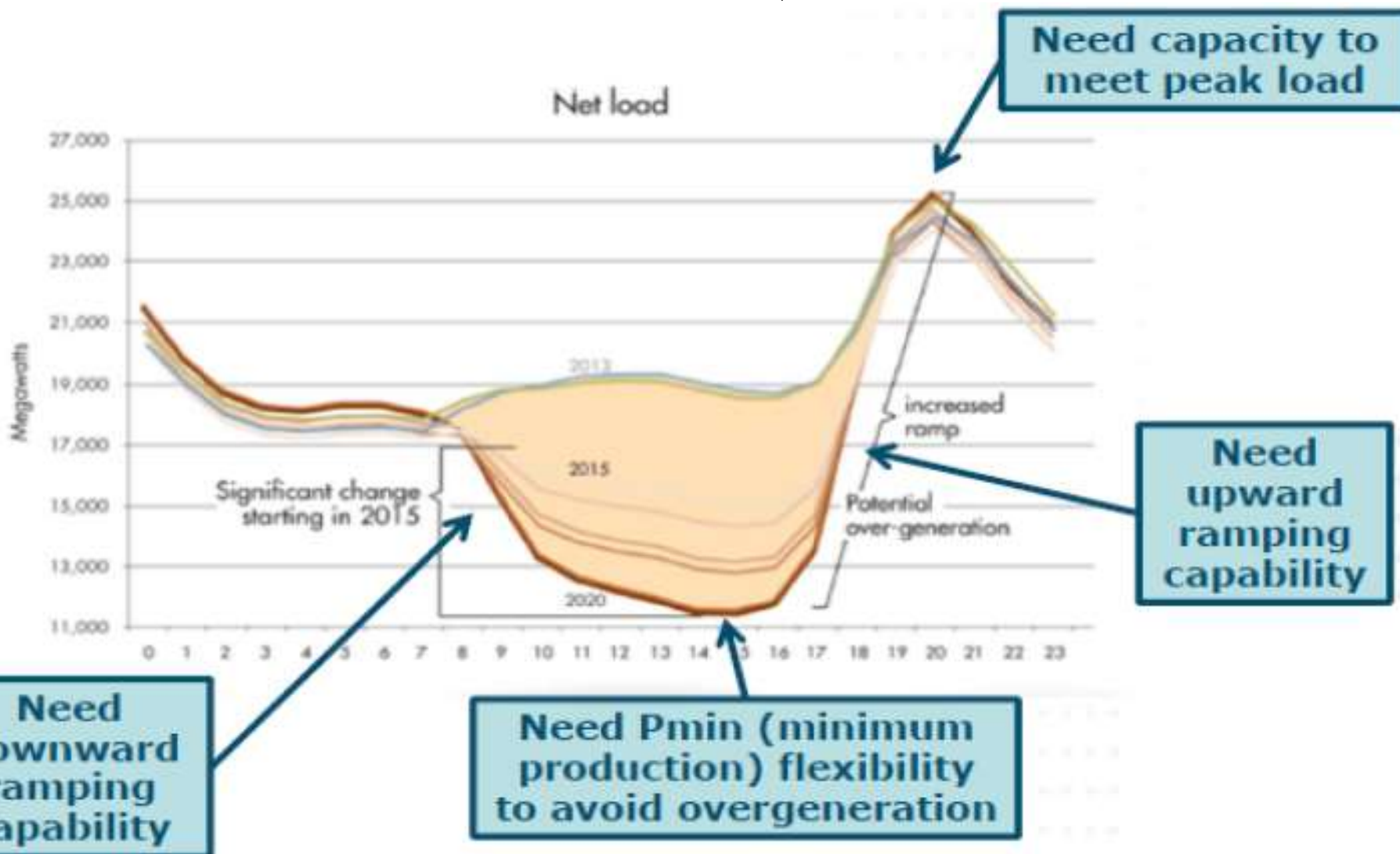
سیستم قدرت

نقش تغییرپذیری تولیدات تجدیدپذیر

منحنی اردک (Duck Curve)

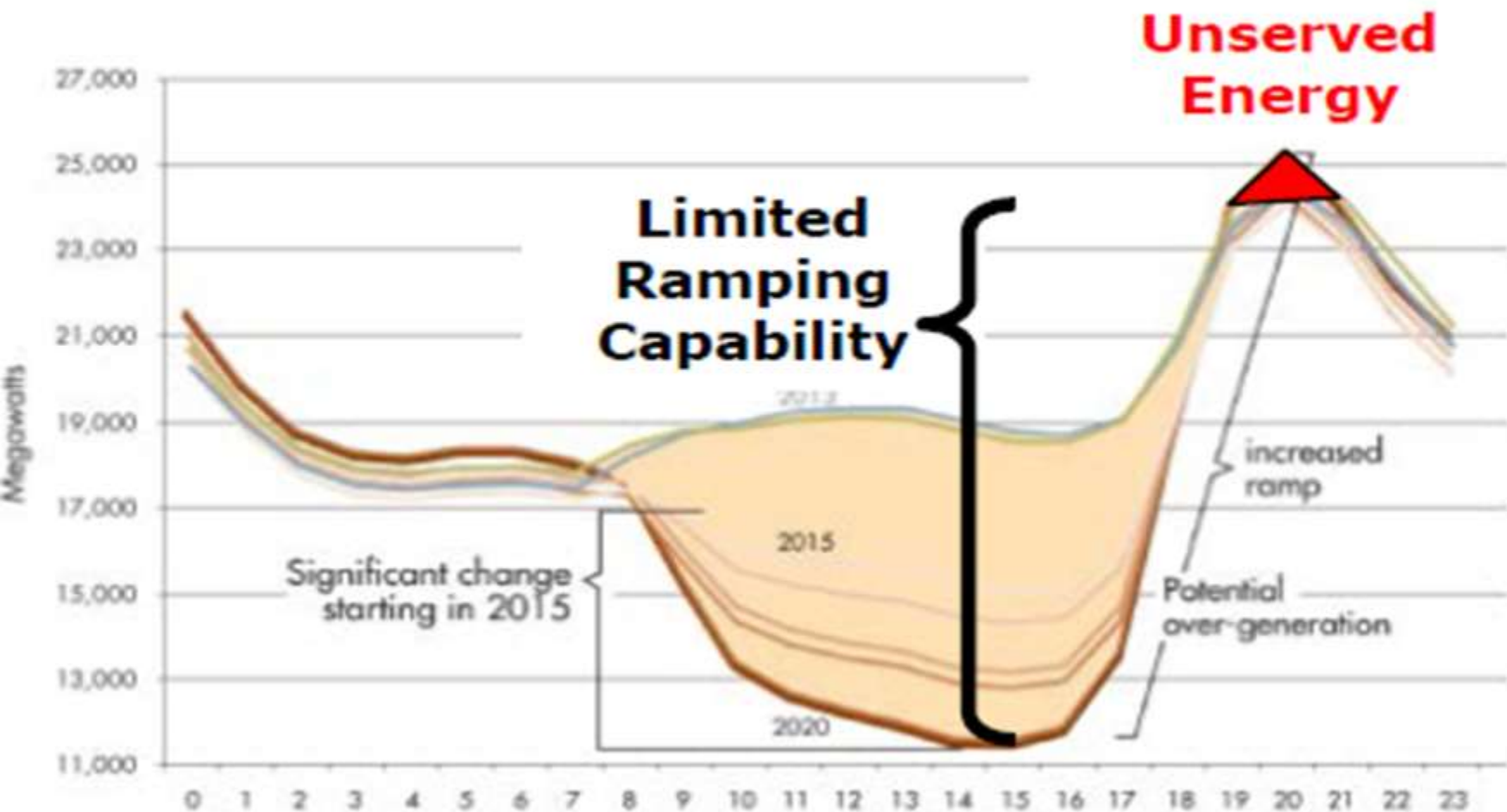


الزامات تولید برای غلبه بر تغییر پذیری



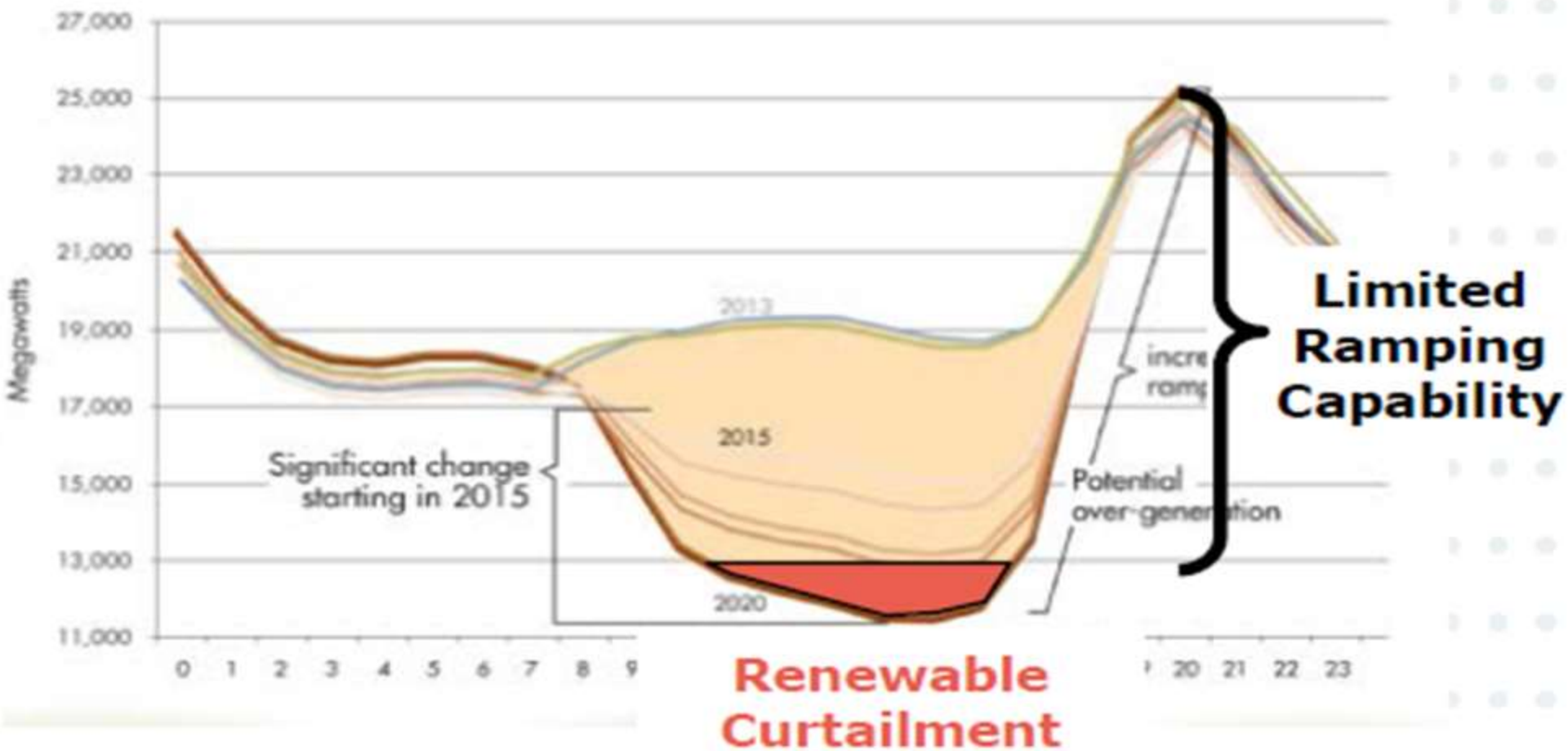
چالش کمبود نرخ افزایش توان و نحوه غلبه بر آن

Strategy to Minimize Downward Violations



چالش کمبود نرخ کاهش توان و نحوه غلبه بر آن

Strategy to Minimize Upward Violations



انعطاف پذیری شبکه در بازه های مختلف زمانی

Generation & transmission planning

Long to mid term Scheduling

Day-ahead Scheduling

Intra-day

Balancing

Need for flexibility adequacy

Seasonal behavior of variable generation

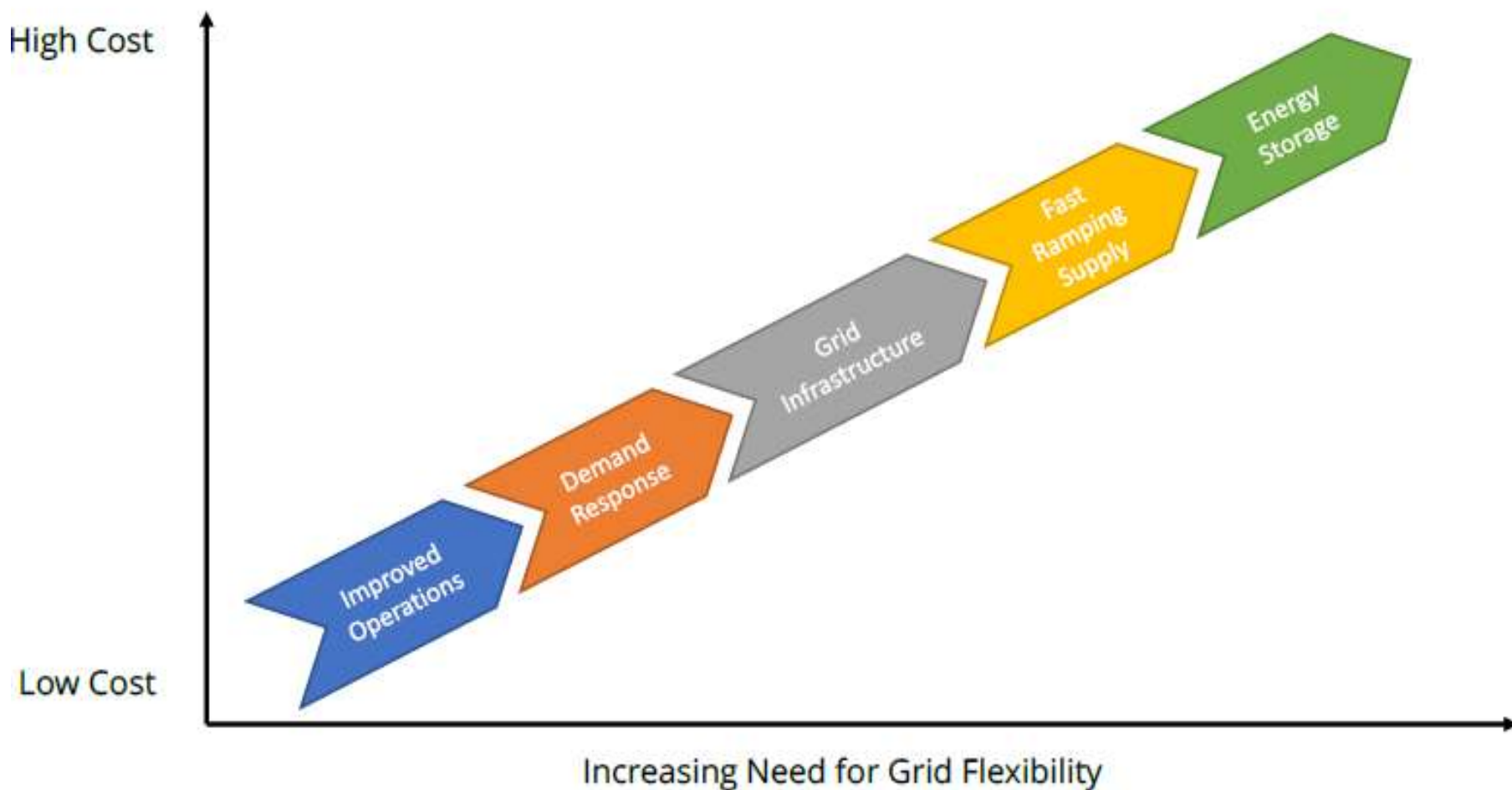
Day ahead scheduling with variable generation forecasts

Re-scheduling generation with updated forecasts

Balancing variable generation forecast errors

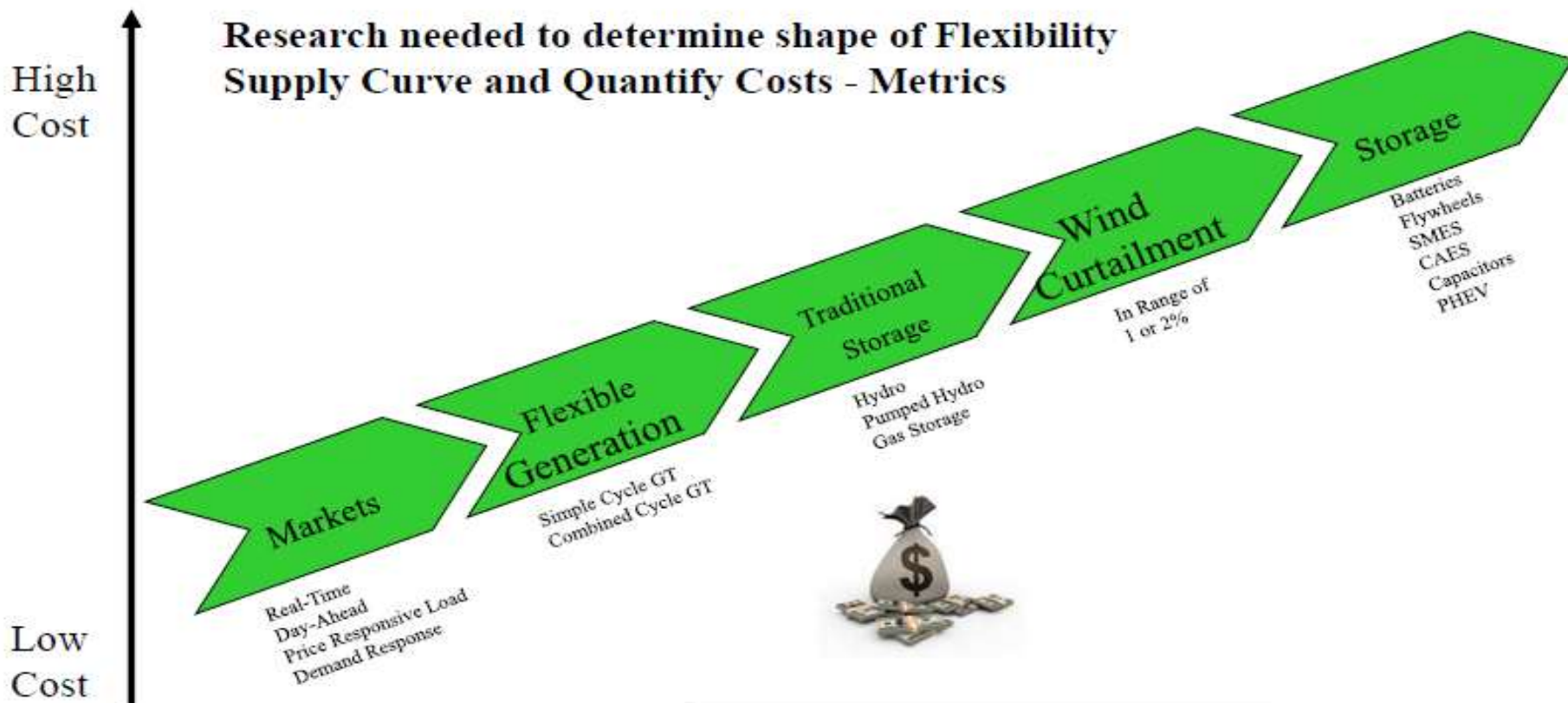
روشهای افزایش انعطاف پذیری شبکه

Flexibility Resource Supply Curve



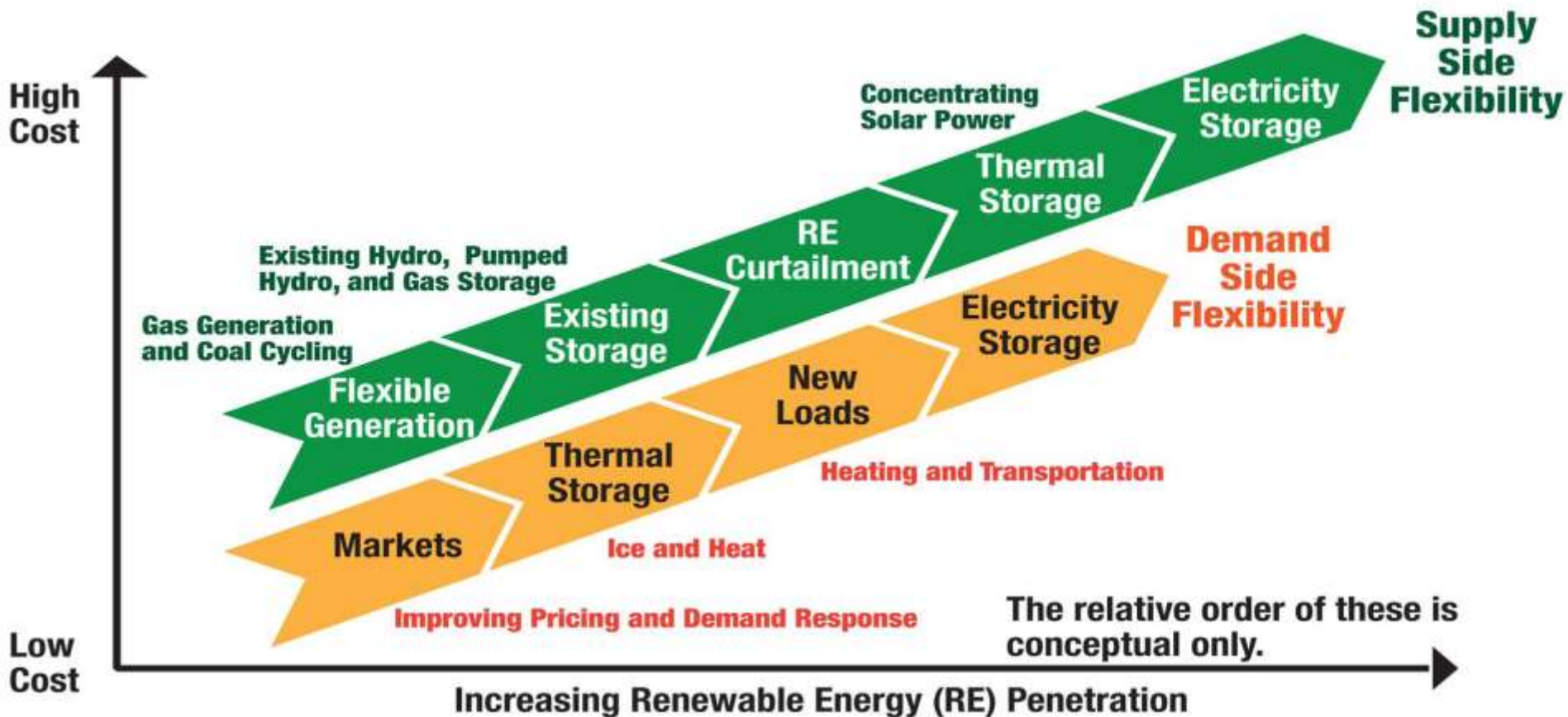
مصالحه هزینه-فایده انعطاف پذیری

Cost effectiveness of flexibility



روشهای افزایش انعطاف پذیری شبکه در برابر افزایش ضریب نفوذ نیروگاههای تجدیدپذیر

System Flexibility Supply Curve



- الف - تولید انرژی الکتریکی از نیروگاه‌های بادی، ذاتاً میزان زیادی عدم قطعیت به دنبال دارد.**
- ب - برای غلبه بر چالش عدم قطعیت، اولاً باید شناخت درست و مناسبی از این پدیده و اثر آن در سیستم قدرت داشت.**
- ج - در قدم بعد باید ابزارها و روش‌های مدل‌سازی مناسبی را برای بیان عدم قطعیت تولید بادی در شبکه فراهم نمود.**
- د - غلبه بر عدم قطعیت تولید بادی، نیازمند افزایش هزینه تولید (مصالحه اقتصادی) است.**
- ه - بنابراین هرچند تولید انرژی الکتریکی از باد هزینه چندانی ندارد، لکن عدم قطعیت آن برای شبکه هزینه‌بر است.**