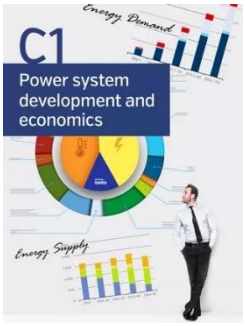
بروشور فنی TB 938 – مجله الکترا 336

کمیته مطالعاتی توسعه سیستم قدرت و جنبه های اقتصادی

شبکه برق بهم پیوسته و پایدار جهانی – اثرات ذخیره سازها، پاسخ بار و قوانین تجارت



cigre
Iran

گزارش شماره ۲

پس از انجام مطالعه پیش‌امکان‌سنجی در مورد مفهوم شبکه جهانی برق در کارگروه بین‌المللی سیگره C1.35 و نتایجی که در بروشور فنی TB775 منتشر شد، درک درستی از ارزش اتصالات الکتریکی بین قاره‌ها برای استفاده بهینه‌تر و کارآمدتر از انرژی بادی و خورشیدی در سراسر جهان حاصل گردید.

از آنجا که در این مطالعه و در سطح کلان، راه‌حل‌های جایگزین مانند ذخیره‌سازی و پاسخ تقاضا در نظر گرفته نشده بود، در ادامه و در کارگروه C1.44، از یک سو هدف بر این است تا برخی مفروضات مدل‌سازی بر اساس بازخورد نتایج، تعمیق و اصلاح شود و از سوی دیگر، برای غنی‌سازی گزینه‌های محرک کربن‌زدایی، نه تنها به اتصالات بیشتر، بلکه به ذخیره‌سازی بیشتر و پاسخ تقاضای بیشتر و در ادامه، به دنبال ترکیبی بهینه از چنین گزینه‌هایی اندیشیده شود. علاوه بر این، قوانین تجارت و مسائل حاکمیتی جهانی شبکه به محدوده مطالعه اضافه شد.

روش‌شناسی و داده‌های ورودی در این مطالعه، مشابه مطالعه قبلی در C1.35 می‌باشد که در آن و به طور خاص، دو منبع اصلی داده شامل آژانس بین المللی انرژی (IEA) و شورای جهانی انرژی (WEC) استفاده شدند. همچنین از آنجا که انتظار می‌رود تولید برق در سال ۲۰۵۰ به ۴۰۰۰۰ تراوات ساعت در مقایسه با ۲۵۰۰۰ تراوات ساعت در سال ۲۰۲۰ برسد، کربن‌زدایی باید کاملاً قابل توجه باشد. (کمتر از ۱ میلیارد تن CO_2 در مقایسه با ۱۳/۴ میلیارد تن CO_2 در سال ۲۰۲۰). کل ظرفیت معادل نصب شده در سال ۲۰۵۰، ۱۴۰۰۰ گیگاوات برآورد می‌شود که در آن، تولیدات تجدیدپذیر تقریباً ۶۰ درصد از کل انرژی تولید شده دربر می‌گیرد.

در مطالعه C1.44، تعداد پهنه‌های جغرافیایی از ۱۳ پهنه به ۲۲ پهنه افزایش یافت که هر پهنه با یک گره الکتریکی مدل‌سازی می‌شود. بدین‌ترتیب در C1.44، دقت پهنه‌بندی جغرافیایی شبکه نسبت به مدل قبلی افزایش یافت. این افزایش، برای ارائه یک ارزیابی کمی اولیه از ظرفیت‌های اتصال موجود و مورد نیاز بین‌منطقه‌ای کفایت دارد.

در این مطالعه و برای یافتن مسیرهای اصلی انتقال توان، اولویت با شناسایی کریدورهای اصلی انتقال انرژی الکتریکی است که به دو شکل ایجاد اتصالات جدید برای آینده و نیز تقویت ظرفیت اتصالات موجود (بیش از ۲ GW) صورت می‌گیرد. فناوری‌های در نظر گرفته شده برای اتصالات، شامل فناوری HVDC در دو شکل خطوط هوایی (OHL) و خطوط زیردریایی (USC) می‌باشد. همچنین مدلسازی‌های مناسبی برای ذخیره‌سازها و پاسخ بار انجام گرفت. در نهایت هدف از شبیه‌سازی‌های انجام شده، جایگزینی بخشی از گاز طبیعی برای تولید برق با منابع تولید تجدیدپذیر جدید (بادی و خورشیدی) و با در نظرگرفتن سناریوهای ذخیره‌سازی اضافی، پاسخ به تقاضا، انتقال انرژی توسط اتصال بین مناطق و یا ترکیبی از آنها بود.

دبیرخانه سیگره ایران: تهران – خیابان ولیعصر – بالاتر از میدان ونک - خیابان عطار – پلاک ۱۲ – شرکت مونتکو ایران
تلفن: ۸۱۹۶۱-۰۲۱ ایمیل: cigre@monencogroup.com وب سایت: www.cigreiran.com

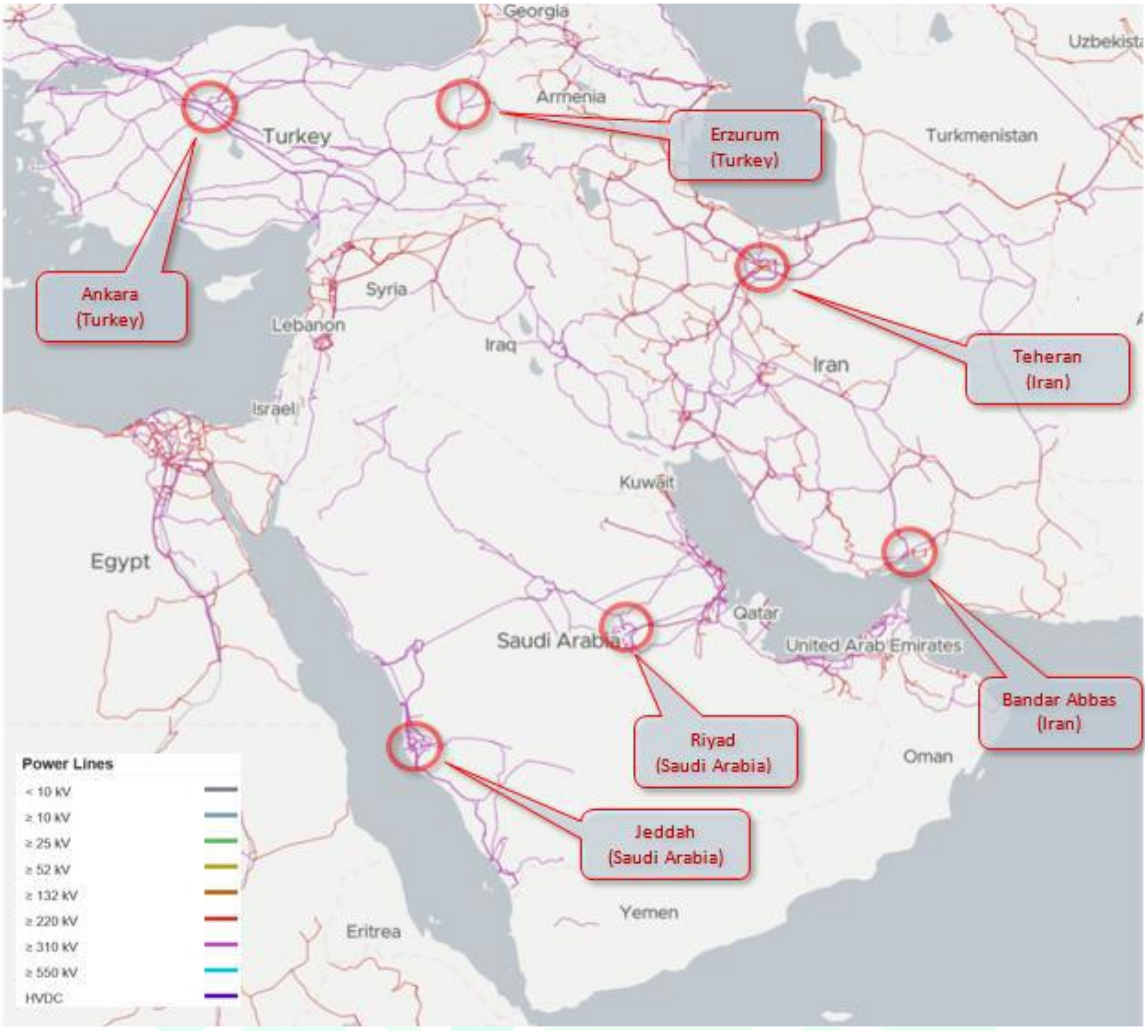
در شبیه‌سازی مرجع، سیستم قدرت بدون ارتباط بین ۲۲ منطقه، بدون ذخیره‌سازی و بدون منابع تجدیدپذیر جدید فرض گردید. سپس راهکارهای مختلفی پیشنهاد شد. که همه آنها، به تنهایی یا ترکیبی، منجر به کاهش هزینه‌ها و انتشار CO_2 می‌شوند. در حالت بهینه و با ترکیب مناسب سه سناریوی اصلی پیش‌گفته، کل هزینه‌ها در مقایسه با حالت مرجع ۴ درصد و انتشار CO_2 تقریباً ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. با این حال، تنها استفاده از راهکار انتقال انرژی با اتصالات بین مناطق، به همان کاهش هزینه (۴ درصد) لکن با کاهش کمتری در انتشار (۳۰ درصد) دست می‌یابد.

راهکار ترکیب ذخیره‌سازی و منابع تجدیدپذیر جدید، تأثیر کمی بر کاهش هزینه دارد (۰/۵ درصد در مقایسه با راه حل اتصالات که منجر به کاهش هزینه ۴ درصد می‌شود.) با توجه به تأثیر بر تولید، توسعه ارتباطات متقابل بین مناطق، منجر به کاهش قابل توجهی در استفاده از گاز طبیعی به میزان ۴۷ درصد می‌شود لکن در مقابل تولید برق ازمنابع بادی به میزان ۲۴ درصد رشد می‌کند. با ترکیبی از سه راهکار فوق، کاهش استفاده از گاز طبیعی می‌تواند حتی به ۵۶ درصد هم برسد. اما در برابر آن لازم است تولید بادی ۱۶ درصد بیشتر شده و همچنین ذخیره‌سازی انرژی به میزان قابل توجه ۲۷۴ درصد افزایش یابد.

این مطالعه مزیت کلیدی کریدورهای انتقال انرژی الکتریکی را نسبت به راه‌کارهای جایگزین مانند ذخیره‌سازی تولیدات پراکنده، برجسته می‌کند. در مقایسه با مطالعه قبلی در C1.35، این مطالعه ظرفیت کریدورهای انتقال توان را به ۵۰ گیگاوات محدود کرده است.

بدون این محدودیت، شبیه‌سازی‌ها می‌توانند منجر به کریدورهای بزرگ و غیرواقعی شوند (تا ۴۰۰ گیگاوات). لکن حتی با وجود این محدودیت، ارتباطات متقابل بین مناطق، سودمندترین راهکار خواهند بود. مجموع ظرفیت اتصالات ۷۵۰ گیگاوات است که تنها ۵ درصد ظرفیت تولید نصب شده می‌باشد. همچنین انرژی منتقل شده سالانه توسط این کریدورها، ۱۰ درصد از کل انرژی تولیدی سالانه را شامل می‌شود.

دبیرخانه سیگره ایران: تهران – خیابان ولیعصر – بالاتر از میدان ونک - خیابان عطار – پلاک ۱۲ – شرکت مونتکو ایران
تلفن: ۸۱۹۶۱-۰۲۱ ایمیل: cigre@monencogroup.com وب سایت: www.cigreiran.com



شکل (۱): نقشه زیرساخت شبکه انتقال در منطقه خاورمیانه (شامل ایران)

جدول (۱): مشخصات کریدورهای انتقال توان در منطقه خاورمیانه (شامل ایران)

No	from	to	Node A	Node B	Technologies and Length	Overall Distance (km)
17	South-east Africa	Middle East	Harare (Zimbabwe)	Jeddah (Saudi Arabia)	OHL-DC 5350 + USC-DC 50	5 400
18	Middle East	Western UPS	Erzurum (Türkiye)	Volgodonsk (Russia)	OHL-DC 1300	1 300
19	Middle East	Central Asia	Teheran (Iran)	Mary (Turkmenistan)	OHL-DC 1000	1 000
20	Middle East	South Asia	Bandar Abbas (Iran)	Karachi (Pakistan)	OHL-DC 1250	1 250

دبیرخانه سیگره ایران: تهران – خیابان ولیعصر – بالاتر از میدان ونک - خیابان عطار – پلاک ۱۲ – شرکت مونتکو ایران
تلفن: ۸۱۹۶۱-۰۲۱ ایمیل: cigre@monencogroup.com وب سایت: www.cigreiran.com

کمیته مطالعاتی توسعه سیستم قدرت و جنبه های اقتصادی SC C1
سیگره ایران

آذرماه ۱۴۰۳

مرجع اصلی: CIGRE Electra No. 336– دسترسی به مراجع از طریق سایت https://www.e-cigre.org

تهیه کننده : سیگره ایران – کمیته مطالعاتی SC C1 – آقای دکتر برهمندپور

برای کسب اطلاعات تکمیلی با دبیرخانه سیگره ایران تماس بگیرید.

این گزارش شامل خلاصه ای برای معرفی یکی از بروشورهای فنی منتشر شده توسط سیگره بین الملل و منتشر شده و منبع آن مجله الکترا می باشد.

Electra, reprinted/translated with permission from CIGRE, © 2024

دبیرخانه سیگره ایران: تهران – خیابان ولیعصر – بالاتر از میدان ونک - خیابان عطار – پلاک ۱۲ – شرکت مونتکو ایران
تلفن: ۸۱۹۶۱-۰۲۱ ایمیل: cigre@monencogroup.com وب سایت: www.cigreiran.com

کمیته های مطالعاتی متناظر سیگره ایران	کمیته های مطالعاتی سیگره بین الملل
Group A – Equipment	
ماشین‌های الکتریکی دوار و تولید برق	**A1** Power Generation and Electromechanical Energy Conversion
ترانسفورماتورها و راکتورها	**A2** Power transformers and reactors
تجهیزات انتقال و توزیع	**A3** Transmission and distribution equipment
Group B – Technologies	
کابل‌های عایق شده	**B1** Insulated cables
خطوط انتقال	**B2** Overhead lines
پست‌های فشار قوی	**B3** Substations and electrical installations
سیستم‌های DC و الکترونیک قدرت	**B4** DC systems and power electronics
حفاظت و اتوماسیون	**B5** Protection and automation
Group C – Systems	
توسعه سیستم قدرت و جنبه های اقتصادی	**C1** Power system development and economics
سیستم بهره برداری و کنترل	**C2** Power system operation and control
---	**C3** Power System Sustainability and Environmental Performance
---	**C4** Power system technical performance
بازار برق و تنظیم گری	**C5** Electricity markets and regulation
شبکه‌های توزیع فعال و منابع انرژی توزیع شده	**C6** Active distribution systems and distributed energy resources
Group D – New Materials and IT	
---	**D1** Materials and emerging test techniques
مخابرات و فناوری اطلاعات	**D2** Information Systems Telecommunications and Cybersecurity

cigre Iran

با ما در ارتباط باشید:

دبیرخانه سیگره ایران:

تهران - خیابان ولیعصر- بالاتر از میدان ونک - خیابان عطار- پلاک ۱۲ - شرکت مونتکو ایران

شماره تماس: ۸۱۹۶۱-۰۲۱ ایمیل: cigre@monencogroup.com وب سایت: www.cigreiran.com

مونتکو ایران
Monenco Iran