

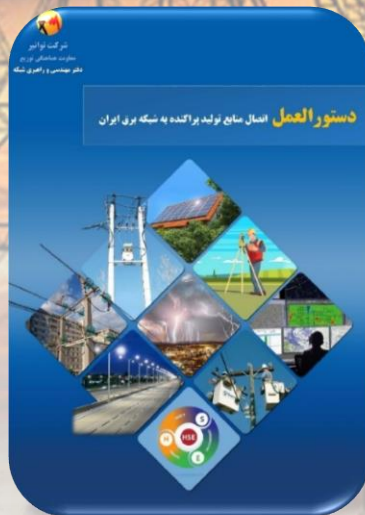
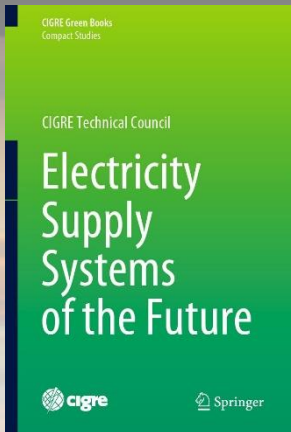


برونداهای تخصصی

گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست

پژوهشگاه نیرو گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست

سال پنجم، شماره ۱۸، پاییز و زمستان ۱۳۹۹



به نام خدا

گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست

صاحب امتیاز: پژوهشگاه نیرو

مدیرمسئول: آرمان صفایی

سرمدبیر: هادی نوروزی

مدیر اجرایی: هادی نوروزی

گرافیسیت و صفحه‌آرا: هادی نوروزی

ویراستار: آرمان صفایی

عکس روی جلد: آرمان صفایی و هادی نوروزی

✍️ همکاران این شماره: مجتبی گیلوانژاد، فرشید

منصوربخت، سارا خیامیم، تارا خیامیم، آرمان صفایی،
علی کدیور، امیرحسین محمدزاده نیاکی و هادی
نوروزی

✍️ همکاران گروه: فرشید منصوربخت، مجتبی

گیلوانژاد، سارا خیامیم، آرمان صفایی، علی کدیور،
امیرحسین محمدزاده نیاکی و هادی نوروزی

✍️ همکاران معاونت پژوهشی: مسعود حسنی مرزونی،

نوشین فرودی

نشانی الکترونیکی: honorouzi@nri.ac.ir

نشانی: تهران، شهرک غرب، انتهای بلوار شهید

دادمان، پژوهشگاه نیرو، گروه تجهیزات خط و پست

تلفن: ۰۲۱-۸۸۵۹۰۱۷۳

دورنگار: ۰۲۱-۸۸۵۷۴۷۸۶

اعضای هیئت تحریریه:

مجتبی گیلوانژاد، فرشید منصوربخت، آرمان صفایی،
سارا خیامیم، علی کدیور، امیرحسین محمدزاده نیاکی و
هادی نوروزی

اهداف و رویکرد:

«بروندادهای تخصصی گروه پژوهشی تجهیزات خط و
پست» با هدف ایجاد بستر مناسب برای تبادل اطلاعات
مربوط به تجهیزات خط و پست به صورت داخل
پژوهشگاهی منتشر می‌شود.
این مجموعه از هرگونه پیشنهاد یا انتقاد برای هرچه
بہتر شدن مطالب استقبال می‌کند و استفاده از مطالب
آن با ذکر منبع بلا مانع است.
مسئولیت مطالب، مقالات و پژوهش‌های درج‌شده بر
عهده نویسندگان است.

• سخن سردبیر

۱

• خبر و گزارش - خاتمه پروژه "تعیین شرایط فنی اتصال به شبکه انواع منابع تولید پراکنده"

۲

• تعیین الزامات، تجهیزات و حفاظت مورد نیاز برای ایستگاه‌های شارژ خودروی برقی و نحوه تغییر پارامترهای طراحی شبکه توزیع کلان‌شهرها با حضور ایستگاه‌ها

۶

• تدوین سند راهبردی و نقشه‌راه طرح کلان "توسعه فناوری نگهداری و تعمیرات تجهیزات شبکه توزیع نیروی برق"

۱۲

• تدوین ضوابط فنی راه‌اندازی و تعمیر و نگهداری پیشگیرانه (PM) تجهیزات پست‌های عایق‌گازی (GIS)

۱۶

• شناسایی چالش‌ها، معیارها و الزامات طراحی شبکه توزیع کلان‌شهرها و بررسی تغییر فرآیند آن

۱۹

• بررسی اثرات پدیده گرد و غبار بر تجهیزات شبکه توزیع برق اهواز و نحوه انتخاب تجهیزات متناسب با میزان آلودگی محاسبه شده

۵۵

• تازه‌های نشر

۵۹

سخن سردبیر

سپاس خداوند را که هستی، نام از او یافت و خرد را بی میانجی حکمت آموخت تا او را بشناسیم که شناخت او، از شناخت خود و دنیای اطراف خود شروع می‌شود.

بدون شک یکی از ویژگی‌های عصر حاضر این است که نشر و تبادل اطلاعات همزمان با پیشرفت تکنولوژی و فناوری در زمینه‌های مختلف علمی، با سرعت زیاد در حال انجام است. در مورد سیستم‌های قدرت و تجهیزات مرتبط با آن نیز چه در زمینه تکنولوژی و چه در زمینه پژوهش‌ها و خدمات انجام یافته، تغییرات رو به جلو بوده و پیشرفت‌های زیادی در مراحل مختلف تولید تا توزیع و مصرف برق، شکل گرفته است. تجهیزات و فعالیت‌های مربوط به خط و پست نیز از این مقوله مستثنی نبوده و با توجه به اهمیت فراوان آن، در کارایی سیستم قدرت نقش بسزایی دارد.

پروژه‌ها و تحقیقات انجام شده در گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست پژوهشگاه نیرو، همواره در مسیر پیشرفت و در سطح فعالیت‌های پیشرو در دنیا می‌باشد. با توجه به اهمیت نشر و تبادل اطلاعات سعی شده است که این نشریه پژوهشی از انواع فعالیت‌های پژوهشی و تخصصی انجام شده در گروه باشد تا بتوان با استفاده از نشر این فعالیت‌ها در قالب گزارشات و مقالات، ارتباط مناسبی با گروه‌های مختلف داخل پژوهشگاه و همچنین سایر مراکز علمی و تحقیقاتی مثل دانشگاه‌ها برقرار کرد.

هادی نوروزی

گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست

خاتمه پروژه

تعیین شرایط فنی اتصال به شبکه انواع منابع تولید پراکنده

✍ مجری: مجتبی گیلوانژاد

✍ مدیر پروژه: امیرحسین محمدزاده نیاکی

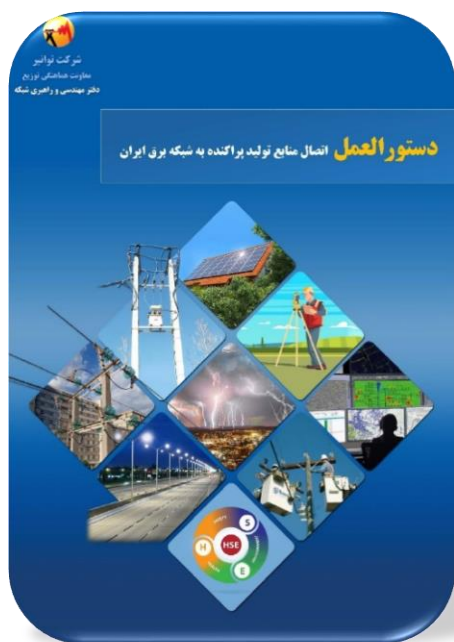
یکی از اهداف اصلی وزارت نیرو در سال‌های اخیر، توسعه استفاده از منابع تولید پراکنده و انرژی‌های تجدیدپذیر در شبکه برق بوده است. بر این اساس، "دستورالعمل توسعه‌ی مولد مقیاس کوچک" در سال ۱۳۸۷ توسط وزارت نیرو ابلاغ گردید. همچنین جهت نیل به هدف مذکور، برنامه‌ریزی‌های لازم برای تدوین دستورالعمل اتصال به شبکه منابع تولید پراکنده توسط شرکت توانیر صورت گرفت و ویرایش اول آن در سال ۱۳۸۸ با عنوان "دستورالعمل اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه توزیع نیروی برق" و ویرایش دوم آن در سال ۱۳۹۲ با عنوان "دستورالعمل اتصال به شبکه منابع تولید پراکنده (مولدهای مقیاس کوچک)" تهیه و ابلاغ شد.

با توسعه استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و با توجه به اینکه دستورالعمل‌های قبلی تنها برای منابع تولید پراکنده غیر اینورتری (مولدهای مقیاس کوچک مبتنی بر ژنراتور سنکرون با محرک اولیه موتور گازسوز یا توربین گاز) تهیه شده بود، پروژه حاضر جهت تکمیل بخش‌های مختلف دستورالعمل (از جمله افزودن مباحث مرتبط با منابع تولید پراکنده اینورتری، مباحث حداکثر ظرفیت قابل اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه، الزامات توان راکتیو، مانیتورینگ، مخابرات و امنیت سایبری، گذر از اغتشاشات ولتاژ و فرکانس، توابع حفاظتی مورد نیاز) و همچنین لحاظ نمودن آخرین ویرایش سری استانداردهای IEEE 1547 انجام شد و ویرایش سوم دستورالعمل با عنوان "دستورالعمل اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه" تهیه گردید.

همچنین به منظور آشنایی با جنبه‌های مختلف اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه، چهار گزارش با عناوین

زیر به عنوان راهنما به پیوست این دستورالعمل ارائه شده است:

- راهنمای انجام مطالعات فنی تهیه طرح اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق
 - راهنمای تعیین حداقل تجهیزات جانبی منابع تولید پراکنده و مشخصات فنی آنها
 - راهنمای آزمون تجهیزات جهت اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه برق
 - الزامات و قیود بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه
- پس از ارسال دستورالعمل تهیه شده به تمامی ذینفعان مشتمل بر همه شرکت‌های توزیع نیروی برق و شرکت‌های برق منطقه‌ای سراسر کشور و دریافت نظرات، بیش از ۳۰ جلسه کارگروه تخصصی با حضور اعضای شرکت توانیر، اعضای هیأت علمی دانشگاه و نمایندگان شرکت‌های توزیع برای بررسی بخش‌های مختلف دستورالعمل و پیوست‌های آن تشکیل شد و در نهایت، دستورالعمل تهیه شده مورد تأیید نهایی قرار گرفت.



مراحل و روش انجام پروژه:

- ✚ بررسی مراجع و منابع معتبر بین‌المللی جهت اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه
- ✚ تعیین محدوده، شرایط و نیازمندی‌های مطالعات تهیه طرح اتصال
- ✚ اصلاح و بروزرسانی دستورالعمل‌ها
- ✚ بررسی حداکثر ظرفیت قابل اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه
- ✚ تعیین الزامات توان راکتیو منابع تولید پراکنده متصل به شبکه
- ✚ مطالعات موردی و تدوین الگو
- ✚ انجام اصلاحات مورد نیاز بر روی دستورالعمل پیشنهادی
- ✚ تعیین روش انجام مطالعات *LVRT* و *HVRT* مشتمل بر تعیین محدوده، شرایط و نیازمندی‌های مطالعات دینامیک و حالت گذرا
- ✚ اصلاح و بروزرسانی راهنمای بهره‌برداری از منابع تولید پراکنده در حالت‌های جدا و متصل به شبکه در حوزه الزامات فنی ایمنی بهره‌بردار شبکه در هنگام وقوع حوادث مرتبط با منابع تولید پراکنده مشتمل بر جزیره‌ای شدن و وقوع خطا در سیستم توزیع
- ✚ اصلاح و بروزرسانی راهنمای تعیین حداقل تجهیزات جانبی منابع تولید پراکنده در حوزه اندازه‌گیری، مانیتورینگ، مخابرات و پروتکل‌های برقراری ارتباط و مخابره داده مشتمل بر تهیه لیست سیگنال‌های مورد نیاز، پروتکل‌های مخابراتی، لایه فیزیکی و بستر مخابراتی و همچنین ارائه نیازمندی‌های ذکر شده در استانداردهای *IEEE 1547* و *IEC TS 62786* در خصوص

معماری و تجهیزات مخابراتی، تله متری و امنیت سایبری و ارائه نمونه‌هایی از الزامات مورد استفاده

در این حوزه در کشورهای دیگر

اصلاح و بروزرسانی راهنمای تعیین حداقل تجهیزات جانبی منابع تولید پراکنده در حوزه

قابلیت‌های تریپ از راه دور و کنترل توان اکتیو از راه دور

دریافت نظرات کارفرما و خبرگان صنعت برق در کمیته‌های تخصصی و تکمیل دستورالعمل

پیشنهادی

تعیین الزامات، تجهیزات و حفاظت مورد نیاز برای ایستگاه‌های شارژ خودروی برقی و نحوه تغییر پارامترهای طراحی شبکه توزیع کلان‌شهرها با حضور ایستگاه‌ها

✍ مجری: مجتبی گیلوانژاد

✍ مدیر پروژه: تارا خیامیم

در سال‌های اخیر استفاده از انواع خودروهای الکتریکی با هدف کاهش آلودگی هوا و به طور کلی جلوگیری از افزایش گرمایش جهانی در حال رشد می‌باشد. همچنین بحث راندمان انرژی این خودروها نسبت به سایر خودروهای بنزین سوز و یا گازی همواره مورد توجه بوده‌است. یکی از مشکلات خودروهای الکتریکی تامین برق مورد نیاز آنها جهت شارژ و مدت زمان مورد نیاز برای شارژ این نوع خودروها می‌باشد. از سویی دیگر با حضور خودرو الکتریکی مطالعات اثرات آنان بر روی شبکه توزیع نیروی برق امری ضروری به حساب می‌آید. با توجه به اینکه سیستم برقرسانی در خودروهای الکتریکی به صورت تبدیل ولتاژ متناوب به ولتاژ مستقیم می‌باشد در نتیجه مانند سایر مبدل‌ها می‌تواند هارمونیک در شبکه ایجاد کرده و به عنوان یک بار هارمونیک زا در شبکه موجب کاهش کیفیت توان در سایر مصرف‌کنندگان در نزدیکی ایستگاه‌های شارژ گردد. همچنین باید توجه داشت که یکی از المان‌هایی که وجود بارهای هارمونیکی تاثیر زیادی بر روی عملکرد و البته عمر آن می‌گذارد ترانسفورماتورها می‌باشد. انواع دیگر مشکلات از قبیل نامتعادلی ولتاژ در شبکه، افزایش بار شبکه، تاثیر روی پروفایل بار شبکه و ناهموارتر شدن بار مصرفی، تاثیرات بر روی پروفایل ولتاژ در باس‌های مختلف، پشدگی خطوط و افزایش تلفات و چالش‌های حرارتی در کابل‌ها و همچنین تجهیزات دیگر در سیستم می‌تواند با حضور ایستگاه‌های شارژ خودرو الکتریکی تشدید گردند.

ایجاد چالش‌های حفاظتی در شبکه با وجود خودروهای الکتریکی و شارژ آنها نیز از دیگر مسائل مهم می‌باشد که باید در نظر گرفته شود. در واقع با توجه به اینکه خودروهای الکتریکی به عنوان یک بار متغیر در شبکه در ساعات مختلف متصل شود لذا در صورت مدیریت غیر هوشمند می‌تواند مشکلات حفاظتی در شبکه به وجود آورد و تنظیمات حفاظتی را از حالت بهینه خارج کند. یکی دیگر از چالش‌های عمده خودروهای الکتریکی، در زمان تزریق برق به شبکه است که مانند یک منبع تولید پراکنده انواع معضلات در شبکه را ایجاد می‌کند. چالش‌هایی از قبیل تغییر جهت توان در شبکه، افزایش سطح اتصال کوتاه، تغییر پروفایل ولتاژ و همچنین چالش‌های حفاظتی از قبیل به هم خوردن هماهنگی‌های حفاظتی، ایجاد کورشدگی در رله‌ها و سایر ادوات مانند فیوز می‌تواند با عملکرد این خودروها در حالت V2G ایجاد گردد.



جهیزات و الزامات ساختاری مورد نیاز شبکه شهرها در حالت انتقال انرژی الکتریکی به صورت V2G و G2V



حفاظت مورد نیاز ایستگاه‌های شارژ خودرو
توزیع شبکه در توزیع کلان شهرها



"تعیین و بررسی تغییرات در پارامترهای مؤثر در طراحی شبکه توزیع کلانشهرها و تجهیزات مورد نیاز در حضور ایستگاههای شارژ"

تأمین و تبادل انرژی بین خودروهای برقی و شبکه قدرت - بهمن ۱۳۹۸

تأمین و تبادل انرژی بین خودروهای برقی و شبکه قدرت - خرداد ۱۳۹۹

واحد محوری: طرح تأمین و تبادل انرژی بین خودروهای برقی و شبکه قدرت - شهریور ۱۳۹۹

کارفرما: پژوهشگاه نیرو

اهداف پروژه:

اینکه ایستگاه‌های شارژ خودرو الکتریکی چه الزاماتی را به دنبال دارند و تجهیزات و حفاظت مورد نیاز جهت نصب این ایستگاه‌ها به شبکه چیست از موارد هدف انجام این پروژه می‌باشد. علاوه بر این موارد، وجود ایستگاه‌های شارژ به عنوان یک بار فعال، تغییر در پارامترهای طراحی شبکه توزیع را به همراه دارد؛ که در این پروژه میزان تاثیر این ایستگاه‌ها بر پارامترهای طراحی شبکه توزیع مورد بررسی قرار گرفته است.

چکیده پروژه:

در این پروژه ابتدا به انجام مطالعات تطبیقی در کشورهای پیشرو و آینده پژوهی در زمینه اتصال ایستگاه شارژ خودرو الکتریکی به شبکه پرداخته و سپس به بررسی مشکلات ناشی از اتصال خودروهای الکتریکی به شبکه و بررسی حفاظت مورد نیاز ایستگاه‌های شارژ خودرو الکتریکی در شبکه توزیع کلان‌شهرها پرداخته شده است. در ادامه تجهیزات و الزامات ساختاری مورد نیاز شبکه توزیع کلان‌شهرها در حالات انتقال انرژی الکتریکی به صورت V2G و G2V مورد بررسی قرار گرفته و توسط شبیه‌سازی یک شبکه واقعی با حضور ایستگاه‌های شارژ در سناریوهای متفاوت صحت‌سنجی شده و در پایان تغییرات در پارامترهای موثر در طراحی شبکه توزیع کلان‌شهرها در حضور ایستگاه‌های شارژ مورد بررسی قرار گرفته است.

مراحل و روش‌های انجام پروژه:

در اولین مرحله از پروژه "تعیین الزامات، تجهیزات و حفاظت مورد نیاز برای ایستگاه‌های شارژ خودروی برقی و نحوه تغییر پارامترهای طراحی شبکه توزیع کلان‌شهرها با حضور ایستگاه‌ها" با عنوان مطالعات تطبیقی در کشورهای پیشرو و آینده‌پژوهی در زمینه اتصال ایستگاه‌های شارژ خودرو الکتریکی به شبکه، در سه بخش به بررسی روند توسعه ایستگاه‌های شارژ خودرو الکتریکی در کشورهای پیشرو در شبکه توزیع

در کلان‌شهرها، آینده پژوهی در زمینه ایستگاه‌های شارژ خودرو الکتریکی و الزامات آنان و استخراج استانداردهای بین‌المللی معتبر در رابطه با الزامات، تجهیزات و حفاظت ایستگاه‌های شارژ خودرو الکتریکی و تاسیسات الکتریکی مرتبط پرداخته شده است. در مرحله دوم با عنوان "بررسی مشکلات ناشی از اتصال خودروهای الکتریکی به شبکه توزیع کلان‌شهرها" نیز در سه بخش به بررسی شرایط فعلی زیرساخت‌های شبکه توزیع برق ایران، ررسی تأثیر اتصال خودروهای الکتریکی در شبکه توزیع کلان‌شهرها و بررسی مشکلات حفاظتی ناشی از اتصال خودروهای الکتریکی به شبکه توزیع کلان‌شهرها پرداخته شده است.

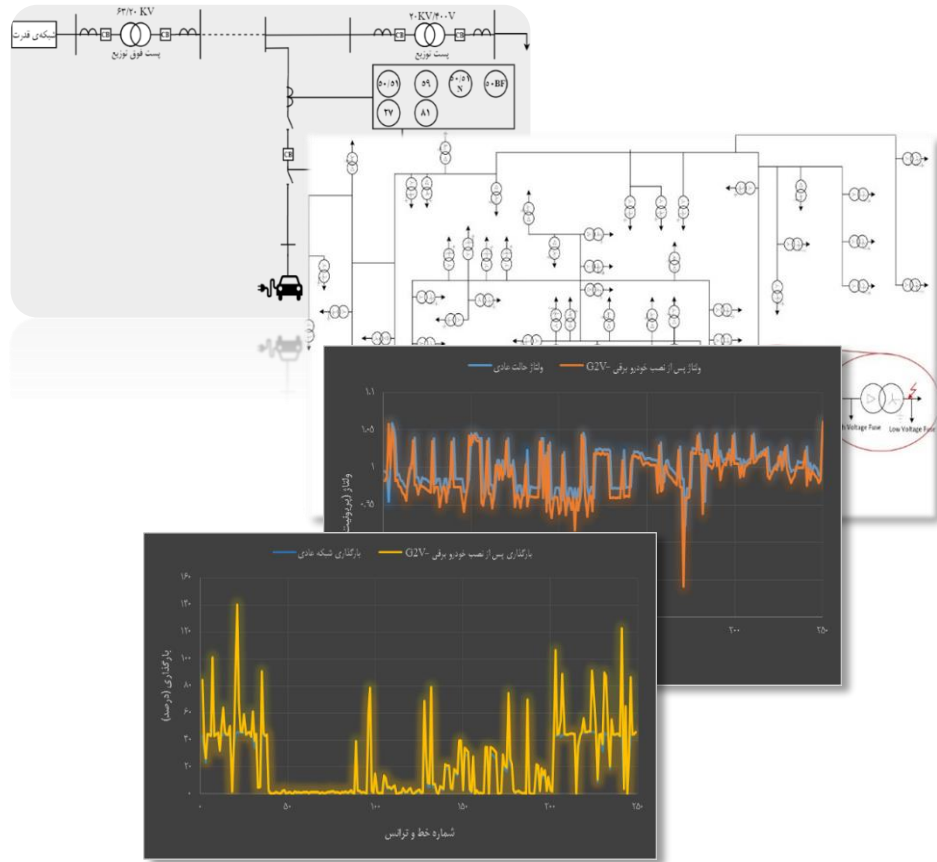
در مراحل سوم و چهارم نیز به ترتیب به بررسی مواردی چون بررسی تجهیزات و الزامات ساختاری شبکه توزیع کلان‌شهرها در حالت $G2V1$ و $V2G2$ ، تعیین تجهیزات و الزامات ساختاری مورد نیاز جهت اتصال ایستگاه‌های شارژ خودرو الکتریکی به شبکه توزیع کلان‌شهرها، بررسی انواع سیستم‌ها و معماری‌های حفاظت ایستگاه‌های شارژ و شبکه توزیع کلان‌شهرها، بررسی فنی سیستم حفاظتی و آنالیز عملکرد شبکه توزیع در حضور ایستگاه‌های شارژ خودرو برقی و در پایان به شبیه‌سازی ایستگاه شارژ در شبکه توزیع واقعی پرداخته شده است. در مرحله پنجم از این پروژه با عنوان "تعیین و بررسی تغییرات در پارامترهای مؤثر در طراحی شبکه توزیع کلان‌شهرها و تجهیزات مورد نیاز در حضور ایستگاه‌های شارژ"، نیز ابتدا به بررسی اساس، اهداف، عوامل و فاکتورهای طراحی سیستم توزیع نیروی برق به صورت کلی پرداخته شده است. سپس مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر طراحی شبکه‌ی توزیع در حضور ایستگاه‌های شارژ، بررسی شده‌اند.

^۱ Grid to Vehicle

^۲ Vehicle to Grid

نتایج به دست آمده از انجام پروژه:

به عنوان جمع‌بندی نتایج و دستاوردهای این پروژه، ابتدا یک کلاس‌بندی برای ایستگاه‌های شارژ خودرو برقی مبتنی بر استاندارد IEC و دستورالعمل توانیر ارائه شده است که در آن هر کلاس شامل چند حالت شارژ است که از طریق یک یا چند طرح اتصال به شبکه‌ی قدرت متصل می‌شوند. پس از آن، تجهیزات حفاظتی، کلیدزنی، اندازه‌گیری و مانیتورینگ مورد نیاز برای اتصال خودرو برقی به شبکه از قبیل کنتور، ترانسفورماتور ولتاژ و جریان، ترانسفورماتور ایزولاسیون و حفاظت حرارتی و انواع حفاظت‌های ایمنی بیان شده‌اند. علاوه بر این، تجهیزات حفاظتی، اندازه‌گیری و مانیتورینگ برای هر دو حالت G2V و V2G به تفکیک کلاس، حالت شارژ و طرح اتصال بیان شده و دیاگرام تک خطی برای اتصال به شبکه LV و MV ترسیم شده است. در ادامه مطالعات مورد نیاز از جمله مطالعات پخش بار، هماهنگی حفاظتی، کیفیت توان و سطح اتصال کوتاه، تعیین شده و تمامی آنان بر روی فیدر زیبادشت تهران در سناریوهای مختلف شبیه‌سازی و مورد آنالیز قرار گرفته است. در فاز نهایی پروژه نیز، شاخص‌های مؤثر بر طراحی شبکه‌ی توزیع استخراج شده‌اند که این شاخص‌ها عبارتند از: چگالی بار، ضریب بار، تلفات و ضریب تلفات، ضریب بهره‌گیری از ترانسفورماتور، قابلیت اطمینان، کیفیت توان و ولتاژ. از دیگر سو، تاثیر سه عامل ضریب نفوذ و نحوه‌ی انجام شارژ و بار یا تولید پراکنده توان در نظر گرفتن ایستگاه‌های شارژ خودرو برقی بر میزان تغییر شاخص‌های بیان شده، مورد بررسی قرار گرفته‌اند.



تدوین سند راهبردی و نقشه‌راه طرح کلان

"توسعه فناوری نگهداری و تعمیرات تجهیزات شبکه توزیع نیروی برق"

✍ مجری: مجتبی گیلوانژاد

✍ مدیر پروژه: تارا خیامیم

پس از ساخته شدن زیرساخت‌های اصلی و حیاتی کشورها در صنایع مختلف (از جمله صنعت برق)، مهمترین چالش پیش روی بهره‌برداران و مدیران و صاحبان این صنایع، حفظ و نگهداری آنها در شرایط مطلوب کارکرد و سرویس‌دهی آنها می‌باشد. این مسئله بطور کلی در راستای حفظ و مدیریت دارائی‌ها مطرح می‌شود. پی‌آمدهای حاصل از اخلال یا قطع کارکرد صنایع می‌تواند طیف گسترده‌ای از خسارات اقتصادی، انسانی، سیاسی، اجتماعی و زیست محیطی (از گستره محلی تا ملی) را در برگیرد. قطع کارکرد صنایع می‌تواند علل و منشأهای گوناگونی داشته باشد که یکی از مهمترین علل آن، وقوع انواع خرابی‌ها و آسیب‌های فنی در بخش‌های مختلف صنایع (شامل تجهیزات و بخش‌های نرم‌افزاری) می‌باشد. در صنعت برق اسناد و نقشه‌راه‌هایی برای قسمت تولید نیروگاهی و انتقال تدوین شده است. اما در حوزه توزیع، برنامه مدونی برای آینده نگهداری و تعمیرات تجهیزات آن در دست نیست.

اهداف پروژه:

در راستای پاسخگویی به نیازهای بخش توزیع صنعت برق، شناسایی دقیق سیستم جامع نگهداری و تعمیرات و بهره‌برداری، ارائه تصویری از آینده این فناوری در افق میان مدت و بلند مدت، تعیین و برنامه‌ریزی برای ایجاد زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری لازم برای توسعه سیستم جاری به سیستم مدرن و بومی کردن آن، نگهداری و تعمیرات بر اساس قابلیت‌ها و محدودیت‌های کشور و نهایتاً اجرایی

کردن از جمله اقداماتی است که باید در قالب یک نقشه راه مورد توجه قرار گیرد. اجرای این طرح در ابعاد ملی می تواند پاسخگوی بخش مهمی از نیازهای بخش نگهداری و تعمیرات در حوزه توزیع صنعت برق باشد. در هر پروژه تدوین نقشه راه، پیش از هر چیز می بایست محدوده جغرافیایی متاثر از اجرای برنامه، محدوده موضوعات مورد بررسی و افق زمانی مد نظر تعیین شوند. بنابراین تدوین مبانی سند توسعه فناوری نگهداری و تعمیرات تجهیزات شبکه توزیع نیروی برق از جمله اهداف این پروژه می باشد. لازم به ذکر است در مبحث محدوده تجهیزات اصلی مورد بررسی در این پروژه، تجهیزاتی از قبیل خطوط توزیع، ترانسفورماتورها، کلیدها و قطع کننده ها قرار می گیرند. تدوین اهداف، راهبردها، اقدامات و پروژه های اجرایی سند از دیگر اهداف انجام این پروژه می باشد.

مراحل انجام پروژه:

کلیه اسناد راهبردی توسعه فناوری بر اساس متدولوژی ۶ مرحله ای معرفی و تایید شده توسط شورای عطف تدوین می گردند. این مراحل برای سند نگهداری و تعمیرات تجهیزات شبکه توزیع به شرح زیر می باشند:

❖ مرحله اول - تدوین مبانی سند راهبردی توسعه فناوری نگهداری و تعمیرات تجهیزات شبکه

توزیع نیروی برق: شامل تبیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات، تبیین مشخصه های فناوری و تبیین ضرورت توسعه و دلایل توجیه پذیری

❖ مرحله دوم - هوشمندی فناوری و بازار مرتبط با نگهداری و تعمیرات تجهیزات شبکه توزیع

نیروی برق: شامل شناسایی حوزه های فناورانه، آینده پژوهشی، تحقیقات فعلی و آینده بازار

فناوری و شناخت قابلیت های پژوهشگاه نیرو در حوزه نگهداری و تعمیرات تجهیزات شبکه

توزیع نیروی برق

❖ مرحله سوم - تدوین ارکان جهت‌ساز سند راهبردی توسعه فناوری نگهداری و تعمیرات

تجهیزات شبکه توزیع نیروی برق: شامل تدوین چشم‌انداز، تعیین اهداف و تدوین راهبردهای توسعه فناوری

❖ مرحله چهارم - تدوین سیاست‌ها و اقدامات سند راهبردی توسعه فناوری نگهداری و تعمیرات

تجهیزات شبکه توزیع نیروی برق: شامل تعیین چهارچوب نظری و فرآیند تدوین سیاست‌ها و اقدامات توسعه فناوری

❖ مرحله پنجم - تدوین ره‌نگاشت (نقشه راه) و برنامه عملیاتی سند راهبردی توسعه فناوری

نگهداری و تعمیرات تجهیزات شبکه توزیع نیروی برق: شامل تدوین طرح‌ها و پروژه‌های اجرایی، تخصیص منابع، تقسیم کار (نگاشت نهادی مطلوب) و ترسیم ره‌نگاشت

❖ مرحله ششم - تدوین برنامه ارزیابی و به‌روزرسانی سند راهبردی توسعه فناوری نگهداری و

تعمیرات تجهیزات شبکه توزیع نیروی برق: شامل فرآیند ارزیابی سند و تدوین ساختار نظارت و به‌روزرسانی سند

نتایج به‌دست‌آمده از انجام پروژه:

در حال حاضر مرحله اول این پروژه پایان یافته و مرحله دوم نیز در حال نهایی‌سازی می‌باشد. خروجی‌های بدست‌آمده تاکنون شامل بررسی و اثبات ضرورت توسعه این فناوری از شش منظر سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، تکنولوژی، زیست‌محیطی و قانونی می‌باشد. همچنین با توجه به قرارگیری مبحث نگهداری و تعمیرات در سطح شبکه‌های توزیع کشور، سطح تحلیل سند، ملی در نظر گرفته شده‌است. علاوه بر این، افق زمانی موضوع، با توجه به سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی در افق ۱۴۰۴، سند راهبردی وزارت نیرو و سند نقشه جامع علمی کشور، افق میان‌مدت ۱۰ ساله از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۱۰ خورشیدی در نظر

گرفته شده است. با توجه به مطالعات صورت گرفته، فناوری‌های نگهداری و تعمیرات از منظر پیچیدگی، جزو فناوری‌های پیشرفته در نظر گرفته می‌شوند زیرا شدت تحقیق و توسعه و به عبارت دیگر هزینه‌ی تحقیق و توسعه نسبت به فروش یا درآمد، ارزش افزوده حاصل از توسعه و تجاری‌سازی محصولات، سهم نیروی انسانی دانشی و سرعت تغییرات چرخه‌ی عمر در آنها بسیار بالا است. هم‌چنین نوآوری مبتنی بر فناوری نقشی کلیدی در توسعه‌ی فناوری‌های آن ایفا می‌کند و از منظر چرخه عمر در حال حاضر این فناوری در مرحله بلوغ و توسعه‌ی خود قرار دارد. از سویی دیگر، از زاویه‌ی حوزه‌ی استفاده، این فناوری هم شامل فناوری محصول و هم فرآیند می‌گردد. از نقطه نظر موقعیت راهبردی، از آنجایی که در فناوری‌ها مسائل اجتماعی، سیاسی، اقتصادی، قانونی و غیره نیز دخیل هستند و مسائل مطرح شده در کشور ایران مستقل و متفاوت از سایر کشورهاست چراکه در حال حاضر نمی‌توان از توان موجود در خارج از مرزهای بنگاهی، بخشی یا ملی برای اعمال فناوری‌های مرتبط با نگهداری و تعمیرات استفاده کرد. بنابراین، نیاز به فناوری بومی است و از این‌رو فناوری نگهداری و تعمیرات در زمره‌ی فناوری‌های کلیدی قرار می‌گیرد.



تدوین ضوابط فنی راه‌اندازی و تعمیر و نگهداری پیشگیرانه (PM)

تجهیزات پست‌های عایق‌گازی (GIS)

مجری: مجتبی گیلوانژاد

مدیر پروژه: آرمان صفائی

در این پروژه، با انجام مطالعات و بررسی‌های لازم و استفاده از نظر خبرگان، ضوابط فنی راه‌اندازی و تعمیر و نگهداری پیشگیرانه تجهیزات پست‌های عایق‌گازی مشتمل بر بریکرها، سکسیونرها، باس بارها، ترانس‌های اندازه‌گیری، سرکابل‌ها و برقگیرهای عایق‌گازی تدوین می‌شود. دستیابی به این ضوابط سبب هدایت صحیح فعالیت‌ها و سرمایه‌مورد نیاز برای توسعه و ارتقا دانش فنی مدیریت عمر پست‌های عایق‌گازی در کشور خواهد شد. با توجه به گسترش نصب پست‌های عایق‌گازی در سالیان اخیر و همچنین افزایش سن بهره‌برداری پست‌های GIS موجود و نقش آنها در قابلیت اطمینان شبکه برق کشور و همچنین با توجه به اینکه تاکنون ضوابط فنی و دستورالعمل جامع و کاملی در کشور در خصوص راه‌اندازی و انجام تعمیر و نگهداری پیشگیرانه تجهیزات پست‌های عایق‌گازی تدوین نشده است، دستیابی به اهداف این پروژه گام مهمی در جهت برنامه ریزی مدیریت دارایی‌های شبکه‌های قدرت بشمار می‌آید و بکارگیری ضوابط مذکور می‌تواند تاثیر قابل ملاحظه‌ای در کاهش هزینه‌های راه‌اندازی، بهره‌برداری، جلوگیری از ورود خسارت به شبکه و افزایش قابلیت اطمینان در شرایط مختلف عملکردی داشته باشد.

اهداف پروژه:

تدوین فهرست آزمون‌های لازم به تفکیک بخش‌های راه‌اندازی و تعمیر و نگهداری که بر اساس مراجع معتبر و توصیه‌های رایج شده در آنها انجام خواهد شد. در تدوین فهرست آزمون‌ها به شرایط موجود در

کشور و قابلیت اجرایی آزمون‌ها توجه خواهد شد. با تدوین این بخش، وحدت رویه بین صاحبان و بهره‌برداران در نتیجه ارتقای قابلیت اطمینان سیستم مورد انتظار خواهد بود.

ارایه روش اجرایی انجام آزمون‌های منتخب با استناد به استانداردهای ملی و بین‌المللی و مراجع معتبر. بکارگیری روش‌های ارائه شده در ضوابط فنی توسط واحدهای مجری آزمون‌ها، علاوه بر اطمینان از صحت نتایج اخذ شده و جلوگیری از آسیب به تجهیزات پست‌های عایق‌گازی ناشی از بکارگیری روش ناصحیح آزمون، امکان مقایسه نتایج بدست آمده از مجریان مختلف را ممکن می‌سازد. در نتیجه، امکان ایجاد بانک اطلاعاتی شرایط تجهیزات پست‌های عایق‌گازی حتی در مقیاس کل کشور فراهم می‌شود که علاوه به کمک در اخذ تصمیمات مدیریتی، پایگاه داده مناسبی برای مطالعات محققان کشور خواهد بود.

ارائه روش تجزیه و تحلیل نتایج اخذ شده از آزمون‌ها. انتظار می‌رود اختلاف نظر در تفسیر نتایج، تصمیم‌گیری‌های اشتباه در مورد وضعیت تجهیزات پست‌های عایق‌گازی و هزینه‌های مربوط به آن کاهش یابد. در تدوین این بخش، علاوه بر استانداردهای ملی و بین‌المللی، از مراجع معتبر و دستورالعمل سایر کشورها در این زمینه استفاده خواهد شد.



شناسایی چالش‌ها، معیارها و الزامات طراحی شبکه توزیع کلان‌شهرها و بررسی تغییر

فرآیند آن

عنوان پروژه: تدوین دستورالعمل الزام‌آور طراحی و احداث شبکه‌های توزیع در کلان‌شهرها مطابق با

نیازها و ویژگی‌های کلان‌شهر تهران و مشهد

محقق: مرتضی رحیمیان

نماینده مدیر طرح: هادی نوروزی

چکیده: مهم‌ترین گام در پروژه‌های برق‌رسانی در کلان‌شهرها، مرحله طراحی شبکه توزیع می‌باشد. میزان بهره‌وری مناسب از شبکه توزیع به شدت وابسته به رعایت اصول مهندسی در مرحله طراحی می‌باشد که هدف آن تامین تقاضای روزافزون برق به صورت بهینه می‌باشد. پیش از این، در طراحی شبکه توزیع کمتر به انجام مطالعات سیستمی توجه شده و اثرات فنی، اقتصادی و محیط‌زیستی طرح در بلندمدت نادیده گرفته شده است. ویژگی‌های سیاسی، اقتصادی و اجتماعی کلان‌شهرها عملکرد طرح‌های توسعه را تحت تأثیر قرار می‌دهند و طبیعتاً الزامات ویژه‌ای را در طراحی حکم می‌کنند. طراحی و احداث شبکه توزیع در کلان‌شهرها، پیچیدگی‌های روزافزونی دارد که ناشی از تغییرات سریع و شتاب‌دار ویژگی‌های کلان‌شهری است. ظهور و بروز ویژگی‌های کلان‌شهری و رشد سریع آن‌ها، نیاز به رعایت اصول مهندسی در طراحی و احداث شبکه توزیع را دوچندان می‌کند. بنابراین لزوم مطالعات جامع و دقیق در مسائل فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی کلان‌شهرها برای طراحی و احداث شبکه‌ای با کارایی و بهره‌وری بالا ضروری است. بر همین اساس و در راستای پاسخگویی مطمئن به نیازهای روبه‌رشد و ارائه خدمات برتر، شرکت‌های توزیع کلان‌شهرها موظف هستند، با مطالعات جامع و موردنیاز کلان‌شهری، یک استراتژی مناسب برای مدیریت و توسعه شبکه توزیع داشته باشند.

مقدمه

پدیده شهرنشینی یا شهری‌سازی¹ یک پدیده جهانی است که با افزایش تمرکز فعالیت‌های اقتصادی و سیاسی و همچنین تخصیص منابع به مناطق شهری همراه شده است. براساس گزارش سازمان ملل متحد²،

¹ Urbanization

² United Nations

بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۲۵، انتظار می‌رود جمعیت شهری در هر سال در کشورهای در حال توسعه، ۲/۲۷ درصد و در کشورهای توسعه‌یافته ۰/۴۹ درصد رشد کند. بر اساس چشم‌انداز شهرنشینی جهانی سازمان ملل متحد در سال ۲۰۱۴، تا سال ۲۰۵۰، ۸۰ درصد جمعیت جهانی در مناطق شهری زندگی خواهند کرد [۱].

در دهه ۱۹۷۰، سازمان ملل متحد اصطلاح "کلان‌شهر" را برای تعیین مناطق شهری با جمعیت حداقل هشت میلیون نفر تعریف کرد. با توجه به نرخ بالای رشد جمعیت، در دهه ۱۹۹۰، این آستانه جمعیت به ده میلیون نفر افزایش یافت. بنابراین طبق تعریف سازمان ملل متحد، شهرهای با جمعیت بالای ۱۰ میلیون نفر اصطلاحاً کلان‌شهر نامیده می‌شوند [۲]. اما در ادبیات رایج کشور ایران اصطلاح کلان‌شهر معادل مادرشهر (متروپلیس) است و به شهرهایی اطلاق می‌شود که حداقل یک میلیون نفر جمعیت داشته و واجد مرکزیتی اقتصادی - سیاسی که در مقیاس ناحیه‌ای یا ملی از موقعیتی مرکزی برخوردار باشد. تعریف کلان‌شهر در سال ۱۳۸۷ توسط وزیر وقت مسکن و شهرسازی در شورای عالی شهرسازی و معماری اصلاح شد و طبق آن شهرهای با جمعیت بیش از ۵۰۰ هزار نفر کلان‌شهر محسوب می‌شوند. در حال حاضر شهرهای تهران، مشهد، اصفهان، کرج، شیراز، تبریز، قم، اهواز و کرمانشاه به صورت رسمی کلان‌شهر محسوب می‌شوند [۳].

ویژگی‌های عمده کلان‌شهرها

اولین تحول که نقش مهمی در تبدیل مناطق شهری به کلان‌شهر داشت، سیر صعودی افزایش جمعیت بود. به طور نمونه در اوایل قرن ۱۹، ۵٪ جمعیت جهانی ساکن شهرها بودند، در اوایل قرن ۲۰، این میزان به ۱۵٪ رسید و تا سال ۲۰۱۰ تقریباً ۵۰٪ جمعیت جهان ساکن شهرها بودند. از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۳۰ انتظار می‌رود میزان جمعیت شهری از ۲ میلیارد نفر نیز تجاوز کند [۴]. دومین تحول بزرگ در تبدیل شهرها به

¹ Megacity

کلان‌شهرها بعد از افزایش جمعیت، تحول در مکان شهرهای مهم بود. به گونه‌ای که مکان کلان‌شهرها از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای در حال توسعه مانند، کشورهای موجود در آسیا، آفریقا و آمریکای لاتین تغییر کرد [۴]. طبق آمار منتشر شده توسط سازمان ملل متحد، در سال ۲۰۱۵ اکثر شهرهای پرجمعیت جهان جزء کشورهای در حال توسعه بودند. به طور نمونه شهر سائوپائولو که شهری تازه صنعتی شده در کشوری در حال توسعه است در سال ۱۹۰۰ جمعیتی کمتر از ۱۰۰۰۰۰ نفر داشت، ولی در سال ۱۹۵۰ جمعیت این شهر به بیش از دو میلیون نفر رسید. با وجود کوچک بودن مساحت این شهر نسبت به شهر برلین از جمعیت بیش‌تری نسبت به این شهر برخوردار است [۲].

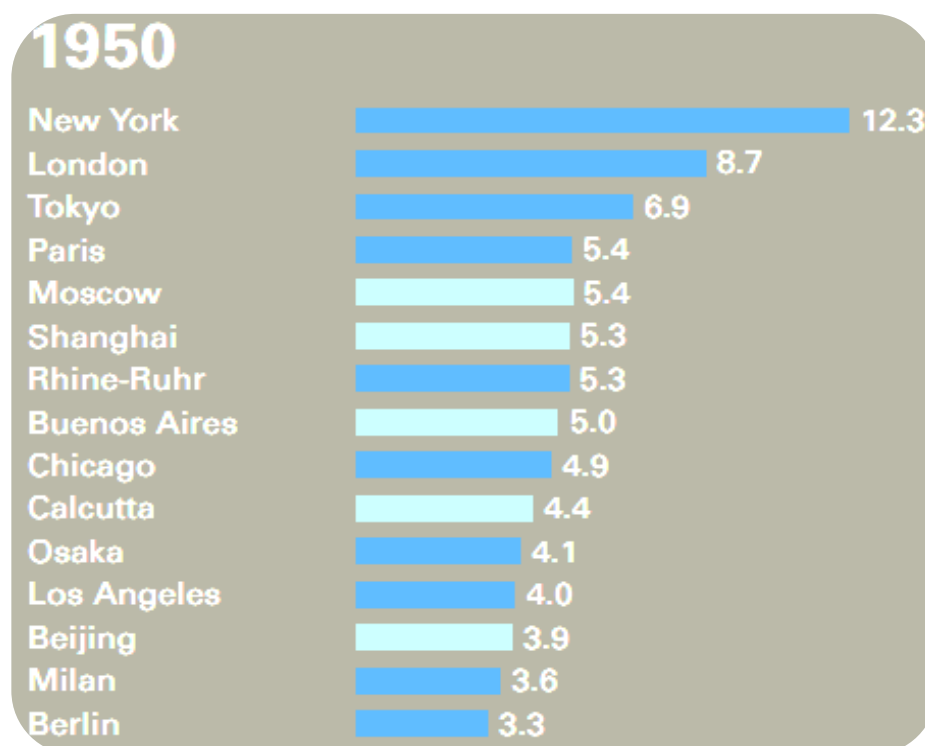
جانیس پرلمن^۱، کارشناس برنامه‌ریز شهری در آمریکا، فرآیند تغییر شهرها به کلان‌شهرها را در چهار ویژگی می‌بیند. اول، حرکت از مناطق عمدتاً روستایی به سمت مناطق شهری غالب^۲. دوم، بازگشت معکوس مکان شهرهای بزرگ از مناطق صنعتی توسعه‌یافته به سمت مناطق در حال توسعه. سوم، انتقال مکان شهری از شهرهای برگزیده با اقتصاد قاعده‌مند به سمت توده شهرهای دیگر با اقتصاد بدون قاعده و در آخر، رشد ناگهانی جمعیت در شهرها از اواسط قرن ۲۰، که باعث تبدیل شهرهای اصلی به کلان‌شهرها با جمعیت بیش از ۱۰ میلیون نفر شد [۴]. قرن ۲۱، قرن شهرنشینی با ۵۴٪ جمعیت جهانی ساکن در شهرها است، که این مقدار تا سال ۲۰۵۰ به ۶۶٪ می‌رسد. درصد شهرنشینی در آمریکای شمالی ۸۲٪، در آمریکای لاتین و حوزه کارائیب ۸۲٪، و در اروپا ۷۳٪ است. جدول (۱) تعداد کلان‌شهرهای موجود در جهان از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۳۰ را بر اساس گزارشات سازمان ملل متحد نشان می‌دهد. شکل‌های (۱)، (۲) و (۳)، ۱۵ کلان‌شهر پرجمعیت موجود در جهان را در سال‌های ۱۹۵۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ نشان می‌دهند [۴].

^۱Janice E. Perlman

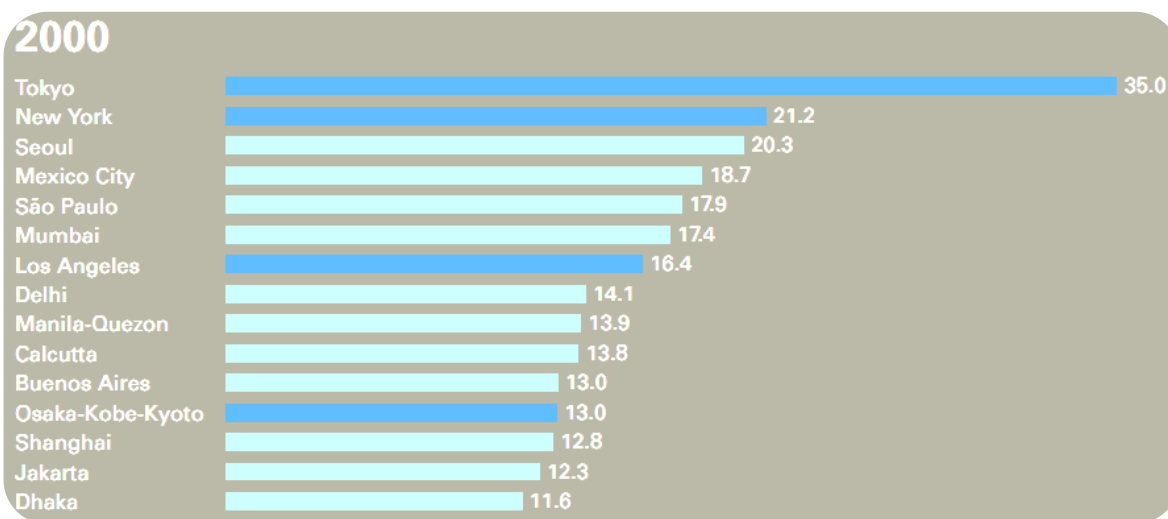
^۲Predominant Urban

جدول (۱): تعداد کلان‌شهرهای جهان و جمعیت آن‌ها

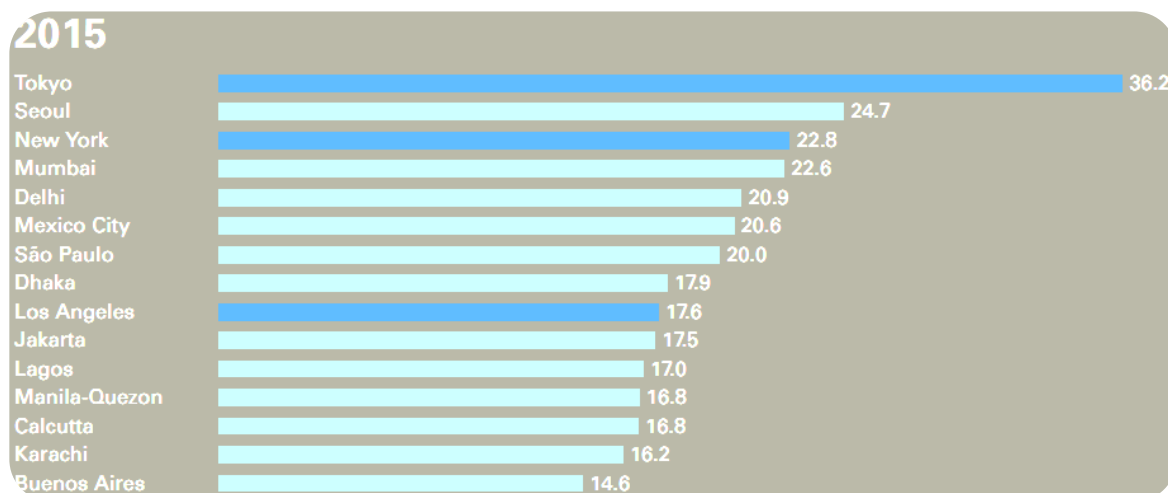
سال	تعداد کلان‌شهر (جمعیت بالای ۱۰ میلیون) (جمعیت / درصد)	تعداد کلان‌شهر نوپدید (جمعیت بین ۵ تا ۱۰ میلیون)	ترکیب کلان‌شهر و کلان‌شهر نوپدید
۱۹۷۰	۳ (۵۴۷۶۰ / ۰.۴٪)	۱۵ (۱۰۵۹۲۷ / ۰.۸٪)	۱۸ (۱۶۰۶۸۷ / ۰.۱۲٪)
۱۹۹۰	۱۹ (۱۵۲۶۶۳ / ۰.۷٪)	۲۱ (۱۵۷۰۰۹ / ۰.۷٪)	۴۰ (۳۰۹۶۷۲ / ۰.۱۴٪)
۲۰۱۵	۲۹ (۴۷۱۳۱۴ / ۰.۱۲٪)	۴۴ (۳۰۶۸۶۴ / ۰.۸٪)	۷۱ (۷۷۸۱۷۸ / ۰.۲۰٪)
۲۰۳۰	۴۱ (۷۲۹۹۱۶ / ۰.۱۴٪)	۶۳ (۴۳۳۸۹۸ / ۰.۹٪)	۱۰۴ (۱۱۶۳۸۱۴ / ۰.۲۳٪)



شکل (۱): ۱۵ کلان‌شهر جهان در سال ۱۹۵۰

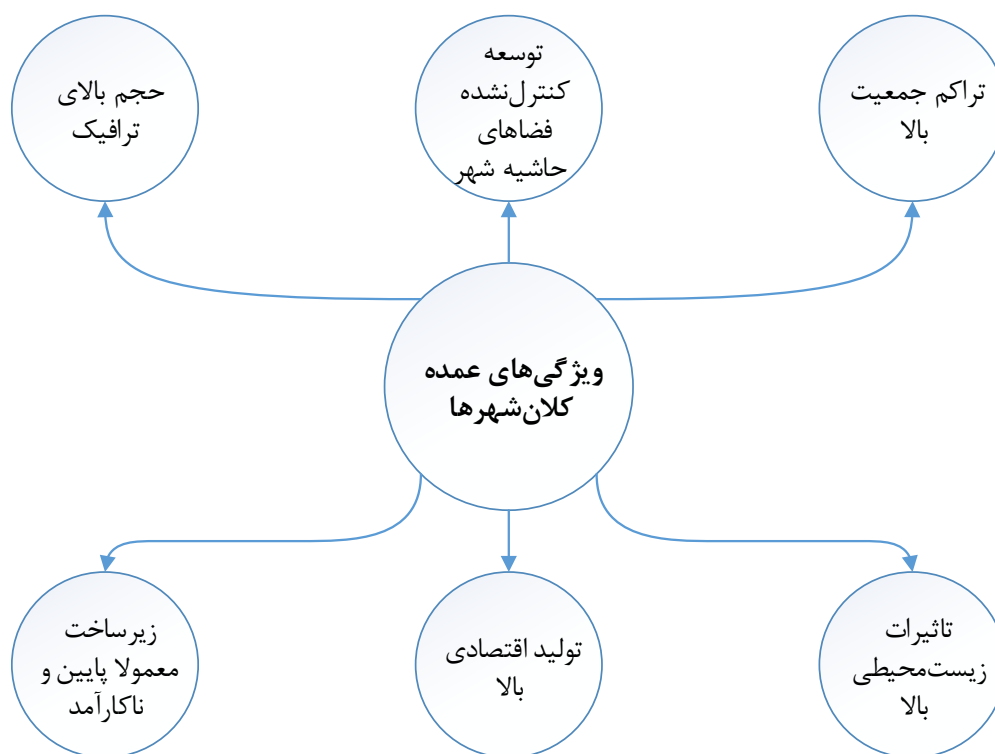


شکل (۲): ۱۵ کلان‌شهر جهان در سال ۲۰۰۰



شکل (۳): ۱۵ کلان‌شهر جهان در سال ۲۰۱۵

قرن ۲۱، قرن شهرنشینی یا به عبارت دیگر قرن کلان‌شهر است. کوچ جمعیت از نواحی مختلف به سمت شهرها باعث ایجاد برخی ویژگی‌های خاص در مناطق شهری و حتی کلان‌شهرها شده است. شکل (۴) ویژگی‌های عمده کلان‌شهرهای امروزی را نشان می‌دهد.



شکل (۴): ویژگی‌های عمده کلان شهرها

چالش‌های پیش روی کلان شهرها

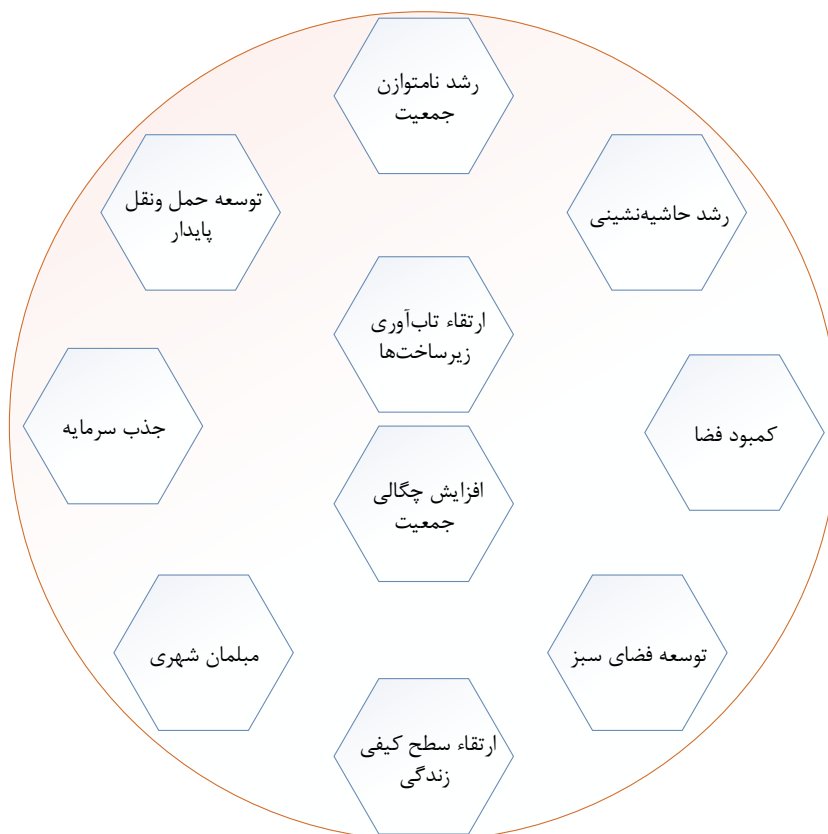
رشد سریع نواحی شهری به همراه توسعه شهرها و تبدیل آن‌ها به کلان شهر، مقامات مسئول، طراحان و برنامه‌ریزان شهری را با چالش‌های جدی روبه‌رو کرده است (شکل (۵)).

افزایش سریع جمعیت و افزایش پیچیدگی شهری

رشد شهرها در همه مناطق یکسان نیست، به طور نمونه در کشورهای در حال توسعه سرعت رشد از مناطق توسعه یافته بیش تر است. در حال حاضر توکیو پرجمعیت‌ترین شهر جهان است که جمعیت بالای آن فشار بالایی روی زیرساخت این کلان شهر وارد کرده است. علاوه بر توکیو، تا سال ۲۰۲۰، شهرهای بمبئی،

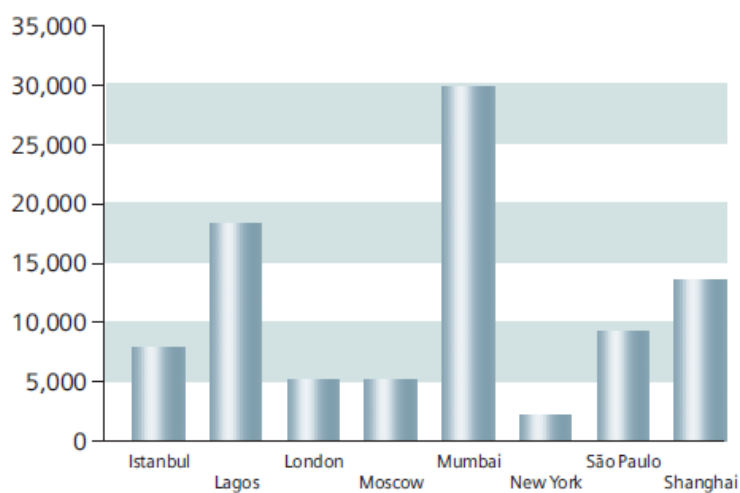
دهلی نو، مکزیکو سیتی، سائوپائولو، جاکارتا و لاگوس، به جمعیت بالای ۲۰ میلیون نفر خواهند رسید و با چالش‌های بزرگی مواجه خواهند شد. امروزه کلان‌شهرها فقط از شهرهای قرن ۲۰ بزرگ‌تر نیستند، بلکه پیچیدگی بیش‌تری نیز دارند. به طور نمونه، کلان‌شهرها به طور فزاینده‌ای در حال رقابت با یکدیگر هستند، در حالی‌که در اقتصاد جهانی وابسته به روابط مابین خود هستند. این کلان‌شهرها یک پویایی شهری نوپدید را بوجود می‌آورند. عموم افراد از مناطق روستایی یا شهری کوچک به این مناطق سفر می‌کنند و از طرفی فعالیت‌های اقتصادی در کلان‌شهرها پراکنده می‌شود و از مرکز شهر به حاشیه‌ها سوق پیدا می‌کند. این سیر صعودی مهاجرت و حرکت به سمت حاشیه شهرها باعث افزایش چگالی جمعیت شهرها شده است. افزایش چگالی شهرها علاوه بر این‌که کلان‌شهرها را با کمبود زیرساخت مناسب روبه‌رو می‌کند، باعث کاهش فضای مناسب و توسعه شهرک‌های حومه شهر (زاغه^۱) می‌شود. از آن‌جاکه سیستم شهری تا به امروز با چنین چالش‌هایی روبه‌رو نبوده است، سخت است که بتواند طرح‌های کارآمد و جامع در سطح چالش‌های زیرساخت ارائه دهد. شکل (۶) چگالی جمعیت کلان‌شهرهای مختلف را نشان می‌دهد.

^۱ Slum



شکل (۵): عمده چالش‌های پیش‌روی برنامه‌ریزان و طراحان شهری

چگالی جمعیت (به ازاء هر کیلومترمربع)



شکل (۶): چگالی جمعیت کلان‌شهرها

رشد نامتوازن جمعیت شهری

تمرکز امکانات و منابع شهری، فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی و همچنین برخی از مسائل امنیتی، نظامی و سیاسی باعث افزایش رشد جمعیت در برخی نقاط از شهرها در مقایسه با دیگر نواحی می‌شود. این تمرکز جمعیت عملاً رشد نامتوازن جمعیت را در شهرها بوجود می‌آورد.

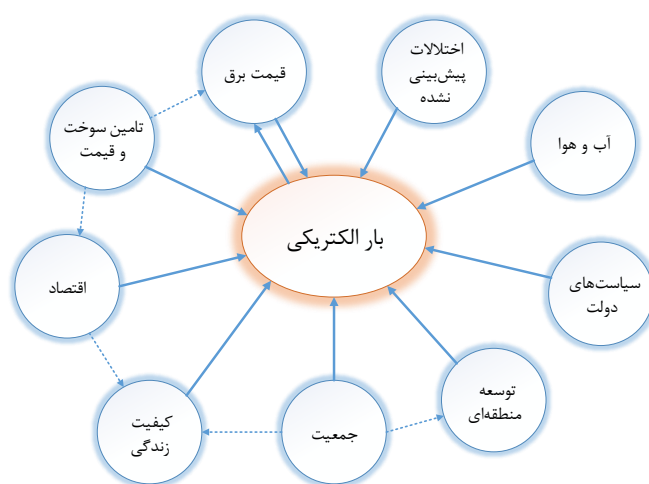
رشد جمعیت شهری ضمن اینکه می‌تواند پدیده‌ای مثبت برای توسعه اقتصادی تلقی شود، ولی نامتوازن بودن آن، پیامدهای منفی زیادی در پی دارد. حاشیه نشینی، گسترش فقر و بیکاری، کمبود امکانات آموزشی و بهداشتی، تورم و گرانی مسکن از جمله این پیامدها هستند. لذا نیاز به برنامه‌ریزی‌های دقیق و پیچیده‌تر و سرمایه‌گذاری بالا جهت ایجاد امکانات زندگی شهری پررنگ می‌شود.

از جمله زیرساخت‌های مهم شهری که نقش مهمی در ارتقاء سطح زندگی عموم دارد، زیرساخت‌های انرژی و الکتریسیته است. مانند بقیه امکانات کلان‌شهری، برای زیرساخت‌های انرژی نیز در نواحی از شهرها که رشد نامتوازن در آن باعث تراکم زیاد نقطه‌ای شده است، نیاز به پیش‌بینی‌های دقیق از مقدار تقاضای انرژی امری ضروری است، این یعنی زیرساخت‌ها باید طوری طراحی شوند که توانایی پاسخگویی به تراکم بالای جمعیتی، تجاری و صنعتی را داشته باشند. لذا برای ایجاد زیرساخت‌های مناسب انرژی و الکتریکی، پیش‌بینی تقاضای بار در نقاط مختلف شهری امری لازم محسوب می‌شود.

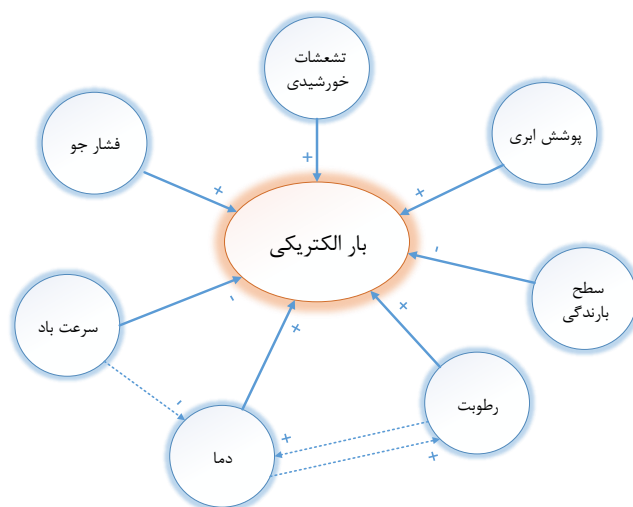
یکی از موضوعات مهم و پرکاربرد در مطالعات بار، پیش‌بینی بار است. از مهم‌ترین کاربردهای پیش‌بینی بار می‌توان به موضوع برنامه‌ریزی و بهره‌برداری بهینه سیستم قدرت اشاره کرد.

پیش‌بینی بار تحت تاثیر عوامل مختلفی است، از جمله این عوامل می‌توان به موارد ذکر شده در شکل (۷) اشاره کرد.

شرایط آب و هوایی و اقلیمی، میزان مصرف انرژی و پیک بار را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این عوامل می‌توانند بر پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت تاثیرگذار باشند. شکل (۸)، فاکتورهای مهم آب و هوایی تاثیرگذار بر پیش‌بینی بار را نمایش می‌دهد. از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار می‌توان به دما و رطوبت اشاره کرد. به جز عوامل بیان‌شده در بالا، عوامل پیش‌بینی نشده‌ای وجود خواهند داشت که نمی‌توان آن‌ها را مدل‌سازی کرد. در حقیقت، این عوامل شامل فجایع طبیعی و تغییرات ناگهانی در دولت و در پی آن تغییرات در سیاست‌های دولت می‌شوند. سونامی در ژاپن که بخش بزرگی از آن کشور را از بین برد، نیز جزء این عوامل است. همچنین افت ناگهانی در اقتصاد مانند رکود، مصرف برق را که قابل پیش‌بینی نیست، تغییر خواهد داد. چنین عواملی باید به روش دقیق مدل‌سازی شوند.



شکل (۷): عوامل موثر بر پیش‌بینی بلندمدت بار



شکل (۸): عوامل آب و هوایی موثر بر پیش‌بینی بار الکتریکی

ساختمان تاب‌آور

از جمله نگرانی‌های موجود در کلان‌شهرها آسیب‌پذیر بودن ساختار کلان‌شهر در مقابل حوادث طبیعی و خرابی و تلفات بالای ناشی از آن با توجه نرخ افزایشی رشد جمعیت است. به طور نمونه زلزله‌های رخ داده در سانفرانسیسکو در سال ۱۹۰۸ یا زلزله کوبه ژاپن در سال ۱۹۹۵ از جمله نمونه وقایع طبیعی در کلان‌شهرها است که با خسارات بالایی همراه بودند. کلان‌شهرها در مقایسه با شهرهای کوچک‌تر از جمعیت بالاتر و زیرساخت بزرگ‌تری بهره می‌برند. به همین دلیل در مواجهه با وقایع طبیعی حساس‌تر هستند. توسعه شهرنشینی و نرخ رشد بالای جمعیت، توجهات را سمت تطبیق زیرساخت کلان‌شهرها با تغییرات آب و هوایی بیشتر کرده است. در سال‌های اخیر، ارتقاء "تاب‌آوری" زیرساخت‌های کلان‌شهرها در مقابل رخدادهای با احتمال وقوع پایین و تاثیرات بالا، در دستور کار برنامه‌ریزان و مدیران کلان‌شهرها قرار گرفته است. توانایی زیرساخت‌های شهری جهت مقابله با رخدادهای با احتمال وقوع پایین و تاثیر بالا و بازیابی خود پس از وقوع رخداد، تاب‌آوری نامیده می‌شود. با توجه به تعریف، شهرهای تاب‌آور توانایی پاسخ سریع

و کارآمد به رخدادهای شدید دارند. ارتقاء تاب‌آوری می‌تواند رقابت‌پذیری و جذب سرمایه را در کلان‌شهرها بهبود ببخشد [۱۰].

اولین گام جهت ساختن یک شهر تاب‌آور، توسعه زیرساخت فیزیکی شهر است. ولی به جزء ارتقا زیرساخت فیزیکی، بهبود زیرساخت اجتماعی همراه با افزایش آگاهی عمومی نیز جهت مقابله با وقایع شدید مهم است. طبق تحقیقات، شهرهای تاب‌آور دارای چندین ویژگی هستند که آن‌ها را در مقابل رخدادهای شدید، مقاوم و تطبیق‌پذیر می‌کند. این ویژگی‌ها شامل آگاهی، مقاوم بودن، افزونگی^۱، انعطاف‌پذیری، و یکپارچگی است. توسعه زیرساخت تاب‌آور در کلان‌شهرها نیازمند هماهنگی میان بخش‌های عمومی و خصوصی است. این هماهنگی باید در جهت سیاست‌گذاری‌های تعیین شده توسط برنامه‌ریزان شهری باشد.

مبلمان شهری^۲

با گسترش فزاینده شهرنشینی و افزایش جمعیت شهرنشینان و مشکلات ناشی از آن، فراهم آوردن امکاناتی برای رفاه حال شهروندان بیش از پیش ضروری گردیده است. مبلمان شهری اجزای غیرثابت محیط‌های شهری است که به عنوان عناصر مکمل در میان فضاهای بین‌ساختمان‌ها و بناها قرار دارد. مبلمان شهری به مجموعه وسیعی از وسایل، اشیاء، دستگاه‌ها و عناصر گفته می‌شود که در شهر و خیابان و در کل در فضای باز نصب شده‌اند و اغلب استفاده عمومی دارند.

مشکلات کلان‌شهرها فقط در ازدیاد جمعیت، ترافیک، اقتصاد و نابسامانی زیست‌محیطی خلاصه نمی‌شود بلکه انواع ناهنجارهای رفتاری، مشکلات اجتماعی و فشارهای روحی و روانی ناشی از سیمای

^۱Redundant

^۲Urban Furniture

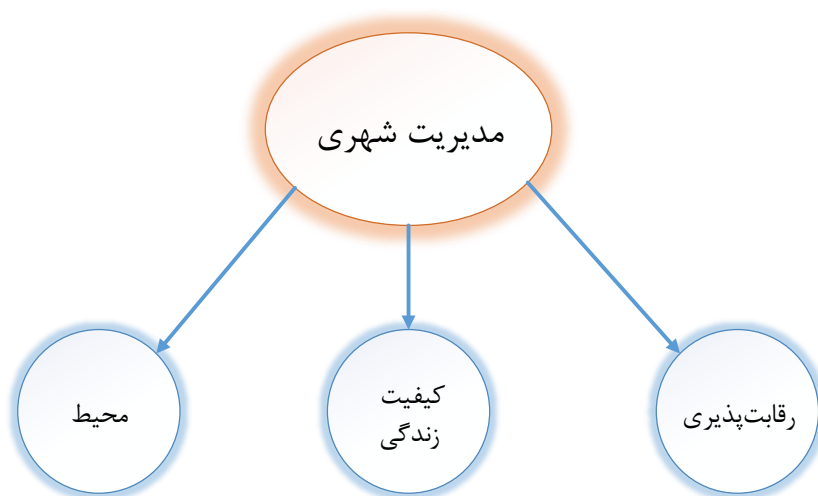
ناخو شایند بصری نیز خود دلایل کافی برای مورد توجه قرار گرفتن موضوع مبلمان شهری است. مبلمان شهری از جمله عناصر سازنده فضای شهری محسوب می‌شود که کمیت و کیفیت، زیبایی، راحتی، دوام و استقرار آن نقش بسیار اساسی در دستیابی به شهری زیبا و سالم دارد.

برای داشتن فضای شهری مطلوب و ارتقاء آن، کیفیت ساخت تمامی عناصر مبلمان شهری و ارتباط آن‌ها با یکدیگر و چگونگی استقرار آن‌ها در محیط اهمیت بسیار دارد. مبلمان شهری از جمله مولفه‌های مطرح در طراحی و برنامه‌ریزی شهری و به عنوان جزئی از کل شهر، تعریف‌کننده ساختار شهر و از اصلی‌ترین ابزارهای ارتباط مدیریت شهری با شهروندان است که وظایفی چون تعیین جهت و ارائه اطلاعات به شهروندان، ارائه مقررات، حفاظت و تامین انرژی مورد نیاز را دارد.

به طور کلی اجزای مبلمان شهری، دو ویژگی اساسی دارند، کارکردی بودن و زیبایی، که در صورت داشتن هر دو ویژگی می‌توانند نیاز عملکردی و بصری شهروندان را هم‌زمان برآورده سازند. البته این امر، مستلزم در نظر گرفتن مقوله‌های متعددی در طراحی اجزای مبلمان شهری است که نه تنها رنگ، هماهنگی با محیط پیرامون، دوام، ایمنی و اقتصادی بودن آن‌ها مورد نظر است، بلکه باید از نظر عملکردی، جانمایی مناسبی در سطح شهر داشته باشند تا بتوانند پاسخگوی نیاز شهروندان باشند.

حفظ تعادل در سطح کلان‌شهر

با توسعه کلان‌شهرها، پیچیدگی ساخت و نگهداری زیرساخت‌ها و نیازهای یک جمعیت شهری بزرگ و اغلب رو به رشد، به سطوح جدید می‌رسد. همان‌طور که مدیریت شهری به سمت مرتفع کردن این چالش‌ها پیش می‌رود، باید میان سه نگرانی موجود در کلان‌شهرها تعادل ایجاد کند. این سه عامل نگرانی در شکل (۹)، نشان داده شده است.



شکل (۹): سه عامل نگرانی موجود در کلان شهرها

محرك‌های برنامه‌ریزی شهری و برنامه‌ریزی انرژی

محرك‌ها، تغییرات و نوآوری‌های زیادی در نتیجه برنامه‌ریزی شهری و انرژی، به ارمغان می‌آورند. با این حال، سرعت تغییر و نوآوری برای همه محرك‌ها یکسان نخواهد بود و به تاثیرات و پروفایل محرك‌ها بستگی دارد. به طور نمونه، در دهه گذشته، تلاش‌های قابل توجهی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای اختصاص داده شده است، تا جایی که تلاش‌ها همچنان ادامه دارد و اخیراً توجه زیادی به تغییرات آب و هوایی شدید که یک محصول جانبی از تولید گازهای گلخانه‌ای است، داده شده است.

محدودیت فضا

توسعه اقتصادی به همراه توسعه فناوری و افزایش نیاز به نیروی کار باعث افزایش مهاجرت عموم به مناطق شهری شده است. با توجه به سرعت بالای رشد جمعیت، نگرانی‌ها در مورد تامین فضای کافی افزایش یافته است.

ساخت ساختمان‌های بلند و آسمان‌خراش‌ها به عنوان راه‌حلی جهت پاسخ به این چالش افزایش یافته است. به طور نمونه در شهر تورنتو کانادا بیش از ۱۳۰ آسمان‌خراش و یا در شهر نیویورک بالغ بر ۹۲ آسمان‌خراش وجود دارد. البته ازدیاد آسمان‌خراش‌ها با مشکلات متعدد دیگری چون چگالی بار بالا، تأثیرات محیطی و سایر موارد همراه است.

✚ زیرساخت قدیمی

بازتاب مستقیم نرخ بالای شهرنشینی، افزایش چگالی بار روی زیرساخت‌های آب و فاضلاب، برق، گاز است که در اکثر موارد این زیرساخت‌ها متناسب با ظرفیت جمعیتی گذشته بوده است. وجود زیرساخت قدیمی در کلان‌شهرهای امروزی هزینه تعمیر و نگهداری را افزایش می‌دهد. علاوه بر افزایش هزینه تعمیر و نگهداری، زیرساخت قدیمی موجب افزایش وقفه در تأمین انرژی مشترکین شده که نارسایی عمومی را به دنبال دارد.

✚ تغییرات اقلیمی و گازهای گلخانه‌ای

شاید یکی از مهم‌ترین مسائل امروز جهان، تغییرات آب و هوا و تأثیر آن بر محیط طبیعی و ساختمانی مانند زیرساخت‌های شهری باشد. به همین دلیل طرح‌های بسیاری به منظور کاهش این اثرات تدوین شده است. به طور نمونه، طرح‌های سازگار با محیط زیست برای واحدهای ساختمانی / مسکونی، ایجاد شهرهای مقاوم، حذف زغال سنگ و یا محدودیت مصرف آن در صنایع، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند باد و خورشید در صنعت برق، از جمله طرح‌های تعیین شده جهت کاهش اثرات آب و هوایی در سطح شهری است.

✚ فناوری

توسعه فناوری از جمله محرک‌هایی است که می‌تواند روی برنامه‌ریزی سیستم تاثیر به‌سزایی داشته باشد. به طور نمونه با توسعه فناوری، قابلیت اطمینان شبکه توزیع برق و سطح خدمت‌رسانی توسعه پیدا کرده است. هم‌چنین ترکیب منابع انرژی تجدیدپذیر در سیستم، نقش مهمی در افزایش کارایی سیستم داشته است. حتی در سیستم حمل و نقل، پیدایش فناوری خوردروهای الکتریکی نقش مهمی در کاهش سطح آلودگی هوا داشته است.

ملاحظات اصلی در یکپارچه‌سازی برنامه‌ریزی شهری و انرژی

گام‌های اصلی که می‌توان در یکپارچه‌سازی برنامه‌ریزی شهری و برنامه‌ریزی انرژی با تاکید بر پایداری و مقاومت شهری انجام داد، طبق شکل (۱۰)، می‌باشد.

انرژی تجدیدپذیر و تاثیرات زیست‌محیطی

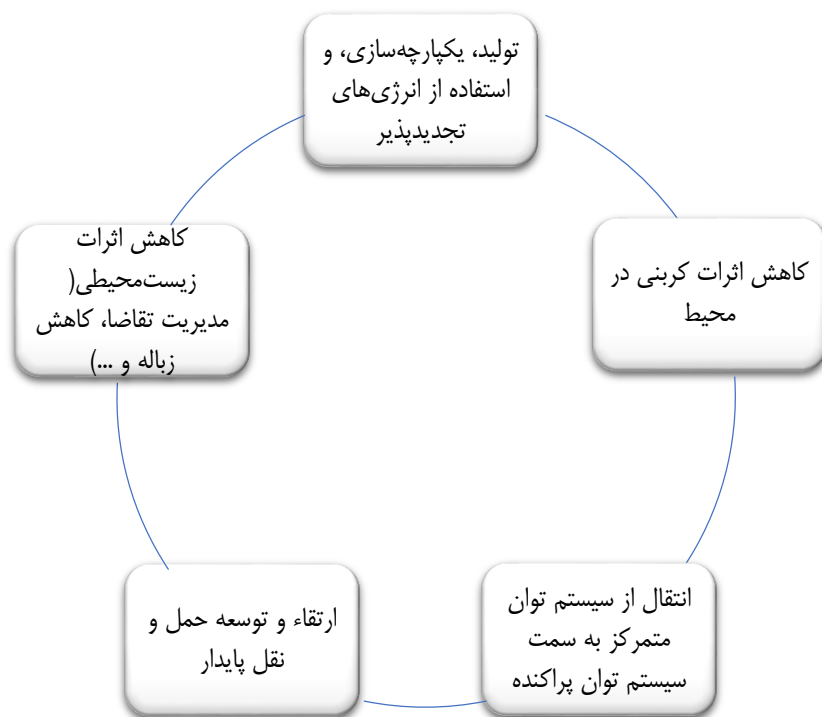
وجود طرح‌های فراوان از گذشته تاکنون در جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای مانند کاهش استفاده از منابع فسیلی، افزایش بهره‌وری انرژی و کاهش زباله‌ها، توانسته نقش مهمی در کاهش تاثیرات زیست‌محیطی داشته باشد.

توان الکتریکی پراکنده

تغییرات فناوری در حوزه سیستم توزیع انرژی الکتریکی باعث شد تا استفاده از منابع تولید پراکنده برخلاف منابع تولید متمرکز بیش‌تر شود. از مزایای استفاده از این منابع می‌توان به بهبود بازدهی سیستم، افزایش تاب‌آوری سیستم، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و سایر موارد اشاره کرد.

حمل و نقل پایدار یا الکتریکی

سیستم حمل و نقل از جمله مهم‌ترین عامل‌ها جهت افزایش سطح آلودگی زیست محیطی است. به طور نمونه ۴۰٪ از آلودگی‌های ناشی از گازهای گلخانه‌ای در شهر تورنتو ناشی از سیستم حمل و نقل است. امروزه استفاده از خوردروهای الکتریکی باعث شده تا این چالش تا حد زیادی مرتفع شود.



شکل (۱۰): ملاحظات یکپارچه‌سازی برنامه‌ریزی شهری و انرژی

چالش‌ها و راهکارهای برنامه‌ریزی شهری

از آنجا که پاسخ به چالش‌های پیش‌رو شهرها نیاز به برنامه‌ریزی در سطح شهری دارد، اما انجام یک برنامه‌ریزی شهری متناسب و کارآمد خود با مشکلاتی روبه‌رو است. در ادامه چالش‌ها و راهکارهای برنامه‌ریزی شهری به طور مختصر بیان شده است.

یکپارچه‌سازی داده‌های شهری

یکپارچه‌سازی داده‌های شهری اولین گام به سمت برنامه‌ریزی یکپارچه بلندمدت خواهد بود. برنامه‌ریزی یکپارچه، نیاز فوری به داده‌های دقیق جمعیتی و شکل‌های ماهواره‌ای دارد. شهرها می‌توانند سطح زندگی بالاتری با برنامه‌ریزی و پیش‌بینی بلندمدت داشته باشند. به طور نمونه برنامه‌ریزی کاربری زمین می‌تواند فضاها را برای زمان‌های طولانی‌تری حفظ کند و در عین اینکه به تقاضای بازار و نیازهای فضا برای کسب و کارها، ایجاد مسکن و امکانات پاسخ می‌دهد از محیط زیست نیز محافظت نماید.

برنامه‌ریزی منطقه‌ای

برای بهره‌مندی از فواید اقتصادی ناشی از رشد جمعیت، برنامه‌ریزی منطقه‌ای لازم است. برنامه‌ریزی منطقه‌ای برای استفاده از فواید مربوط به رشد جمعیت و ایجاد رشد اقتصادی مساوی در عین حفاظت از محیط زیست و دارایی‌های تاریخی ضروری است.

برنامه‌ریزی با هماهنگی میان ارگان‌های مختلف

هماهنگی میان ارگان‌های مختلف ضروری و حیاتی است. سازمان‌های مختلف مالک زمین در سطوح متفاوتی باید با هم همکاری کرده تا نیازهای شهر را به صورت هماهنگ و کارآمد محقق کنند. هماهنگی می‌تواند به شکل کمیته هدایت شورایی با اعضایی از تمام سازمان‌های زیر ساختی مالک زمین، ذینفعان و ارائه دهندگان خدماتی باشد که تحت حمایت یک هیأت متخصص هستند.

مدیریت زمین باید بهبود پیدا کند تا رشد و قابلیت زندگی را بهبود ببخشد. قابلیت زندگی و مشارکت عموم را می‌توان با بهره‌مندی از دارایی‌های شهر مثل ساختمان‌های تاریخی، مناطق مجاور آب‌ها و فضاهای عمومی بهبود بخشید.

✚ برنامه‌ریزی، هماهنگی و تقسیم‌بندی سازمانی

اجرای کردن برنامه استراتژیک شهر با هدف هماهنگ‌سازی برنامه‌ریزی‌ها ممکن است موفقیت‌آمیز نباشد. موفقیت محدود مدیریت و برنامه‌ریزی شهری اساساً ناشی از ظرفیت سازمانی پایین، هماهنگی و کنترل ناکارآمد میان سازمان‌های مالک زمین و مقامات فدرالی، ایالتی و محلی است. این وضعیت با اقتصاد سیاسی شهرها نیز ممکن است پیچیده‌تر شود. استراتژی شهرها در متمرکزسازی برنامه‌ریزی و کنترل ساخت و ساز در سطح ایالتی باید هماهنگی میان برنامه‌ریزی، ارائه خدمات و مدیریت شهری را بهبود بخشد.

✚ راهکارها

برگزاری انتخابات دولت محلی تنها نقطه شروع مسیر ارائه خدمات بهتر است. افزایش مکانیزم‌های انتخابات برای هر سیستم مسئولیت‌پذیر محلی حیاتی است اما به خودی خود کافی نیست. یک سیستم دولت محلی نیاز به گزارش دادن به رده‌های بالاتر را دارد تا پیوستگی و شفافیت اداری، مدیریتی و نظارتی را تضمین نماید. ارائه موفقیت‌آمیز خدمات عمومی به شهروندان در سیستم دولت محلی جدید به ظرفیت مقامات رسمی محلی بستگی دارد. بنا نهادن چنین ظرفیتی فراوان چالشی بزرگ برای شهرها محسوب شده و به تلاشی بسیار و حمایت متمرکز و پایدار نیاز دارد. قوانین و مقررات موجود نیز باید به صورت پیوسته تنظیم شود تا بتواند به معضلات و وضعیت‌های پدید آمده پاسخ دهد. ایجاد یک بستر برای برنامه‌ریزی یکپارچه و هماهنگ در حال حاضر از هر چیزی مهم‌تر است. ایجاد هماهنگی میان برنامه‌ریزی‌های شهری سازمان‌های مختلف می‌تواند بستر مناسبی را جهت برنامه‌ریزی یکپارچه فراهم کند. ایجاد مکانیزمی رسمی برای هماهنگی منظم بین لایه‌های متعدد مدیریت شهری حیاتی است. شهرداری یک کلان‌شهر، واحد مسئول برای برنامه‌ریزی، توسعه و ارائه خدمات است که تعدادی از شهرداری‌های منطقه‌ای نیز به عنوان لایه دوم از نظارت، مسئول انجام وظایف مختلفی هستند.

اولویت‌های طراحی و مدیریت در سطح کلان شهرها

شهرهای بزرگ با چالش‌های بزرگ روبه‌رو هستند که منابع مالی و انرژی جهت پاسخ به این چالش‌ها محدود است. با این وجود مسئولان شهری باید پاسخی روشن و واضح برای این چالش‌ها داشته باشند. گزارش موسسه Siemens با عنوان چالش‌های کلان شهرها در سال ۲۰۰۷ با در نظر گرفتن ۲۵ کلان شهر، اولویت‌ها و عوامل مهم تاثیرگذار روی تصمیمات شهری را ارائه داده است.

الگو شهری

هر کلان شهر بسته به سطح توسعه، مکان و فرهنگ خودش، فرصت‌ها و چالش‌های منحصر بفردی دارد. به طور نمونه اولویت در داکا پایتخت بنگلادش، پیشگیری و مقاومت در برابر سیلاب است و در بیجینگ چین نیز اولویت با مسائل حمل و نقل و کیفیت هوا است. لاگوس پایتخت نیجریه نیز با مشکل اصلی خدمات سلامت برای مقابله با بیماری‌هایی چون ایدز و مالاریا روبه‌رو است. در حالی که کلان شهر نیویورک نیز با مشکلات سلامت چون تورم خدمات بهداشتی، دیابت، چاقی و مشکلات قلبی و عروقی مواجه است. با این تفاسیر، سه الگو اصلی جهت دسته بندی شهرها ارائه شده است: شهرهای نوپدید، شهرهای در حال گذار به کلان شهر، و شهرهای تکامل یافته در قالب کلان شهر. به طور کلی مشکلات و ویژگی‌های کلان شهرها بر مبنای سطح اقتصاد و فرهنگ به دسته‌های بیان شده در شکل (۱۱) تقسیم می‌شود.



نوپدید

نمونه:

داکا، دهلی، لاگوس، کراچی

مشخصات

- نرخ رشد بالا
- جمعیت جوان
- زاغه‌نشینی غیربرنامه‌ریزی شده
- حمل و نقل انبوه و محدود
- حکومت بخش‌بندی شده و جدا
- زیرساخت آموزشی، انرژی و سلامت ضعیف

چالش‌ها و خطرات

- فقر شدید
- فاصله اجتماعی بالا
- مسکن ناکافی
- تراکم حمل و نقل
- آلودگی آب و هوای شدید
- سلامت بهداشت ضعیف
- آموزش و مهارت ضعیف
- حکومت ضعیف، فساد و جرم
- خطر بلایای بالا



درحال گذار

نمونه:

شانگهای، مکزیکوسیتی، سائوپائولو

مشخصات

- رشد پیوسته
- نشانه‌هایی از جمعیت سالخورده
- برنامه‌ریزی شهری مشهود
- حمل و نقل انبوه و گسترش یافته
- حکومت هماهنگ
- زیرساخت آموزشی، انرژی و سلامت بهبودیافته

چالش‌ها و خطرات

- فاصله طبقاتی شدید
- دسترسی نابرابر به خدمات و زیرساخت‌های اساسی
- توسعه ناکارآمد شهری
- تراکم و آلودگی هوای شدید
- آسیب‌پذیری در برابر بلایای طبیعی



تکامل یافته

نمونه:

نیویورک، لندن، توکیو

مشخصات

- رشد ثابت یا منفی
- جمعیت سالخورده
- برنامه‌ریزی شهری هماهنگ
- حمل و نقل انبوه و تثبیت شده
- حکومت متمرکز
- زیرساخت آموزشی، انرژی و سلامت پابرجا

چالش‌ها و خطرات

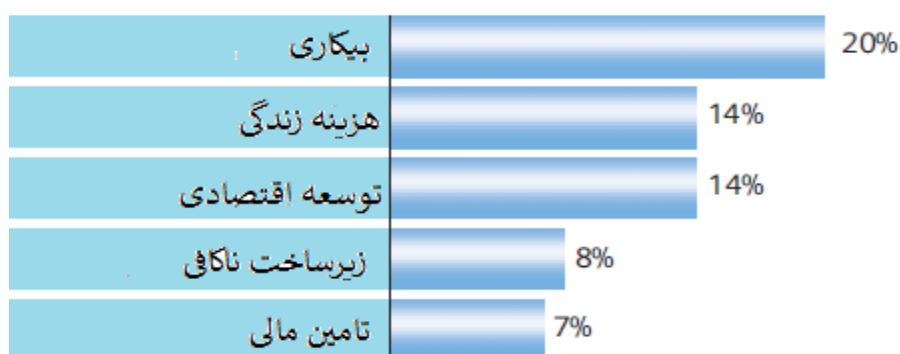
- توسعه نابرابر
- نیازمندی زیرساخت قدیمی به جایگزینی با ساختار هوشمند و کم کربن
- نیازمندی زیرساخت حمل و نقل قدیمی به ارتقاء و توسعه
- نیازمندی کنترل آلودگی هوا با کنترل ترافیک
- آسیب‌پذیر در برابر حوادث با احتمال وقوع پایین و شدید

شکل (۱۱): ویژگی و چالش‌های هر سه نوع کلان‌شهر

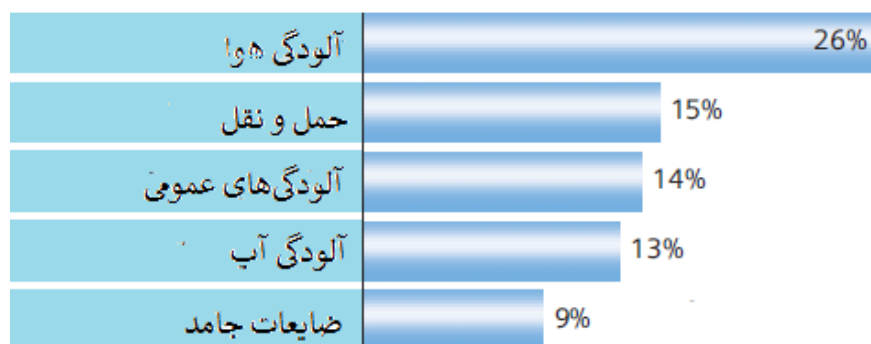
اولویت‌های طراحی و مدیریت بر اساس چالش‌ها

اصولا طراحان و مدیران شهری هنگام پاسخ به چالش‌های پیش‌رو شهرها، اولویت‌هایی در نظر می‌گیرند. که هر کدام در ادامه عنوان شده است و موارد مرتبط با آنها در شکل‌های زیر آورده شده است.

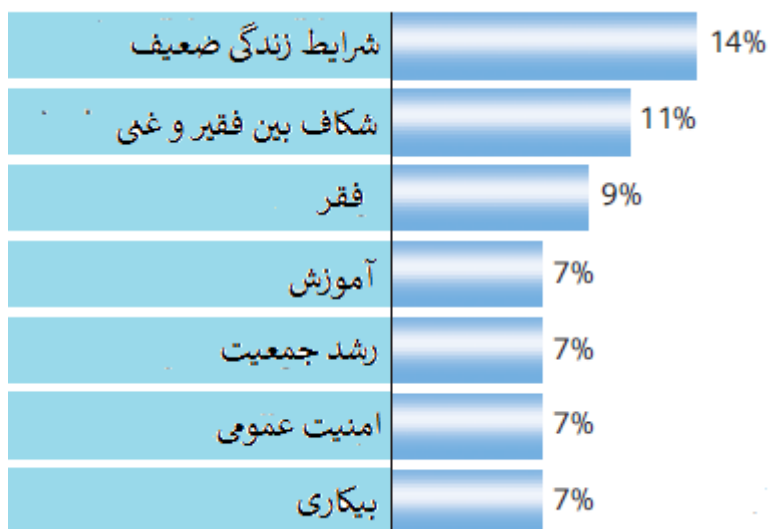
- چالش اقتصادی
- چالش محیط‌زیست
- چالش موضوعات اجتماعی
- چالش زیرساخت



شکل (۱۲): مهم‌ترین چالش‌های اقتصادی



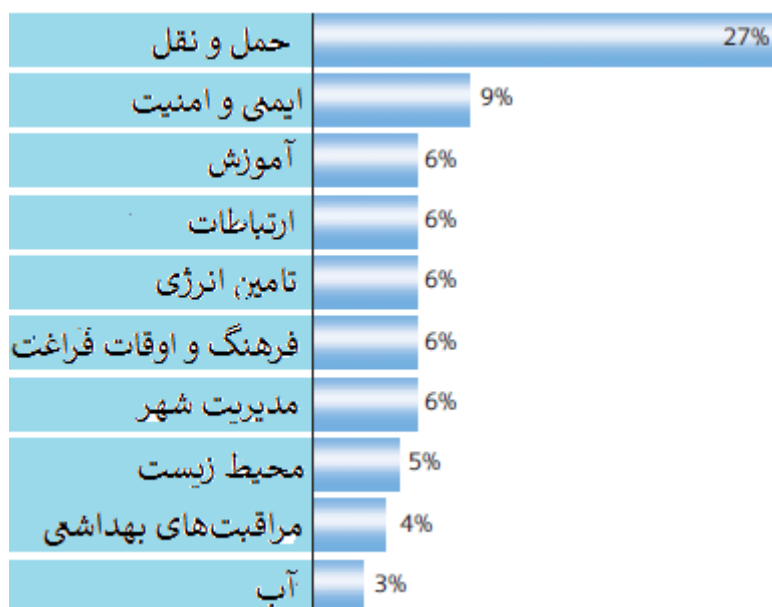
شکل (۱۳): مهم‌ترین چالش‌های محیط‌زیست



شکل (۱۴): مهم‌ترین چالش‌های اجتماعی

	نویدید	در حال گذار	تکامل یافته
حمل و نقل	17	43	45
زیرساخت ناکافی	9	10	14
برنامه‌ریزی	9	9	8
کمبود بودجه	3	4	11
محیط‌زیست / آلودگی	9	2	4

شکل (۱۵): مهم‌ترین چالش‌های زیرساخت برای هر سه نوع کلان‌شهر



شکل (۱۶): مهم‌ترین زیرساخت‌ها جهت سرمایه‌گذاری

زیرساخت‌های کلان‌شهر

همه شهرها نیاز به زیرساخت‌های با کیفیت بالا برای تسهیل حرکت مردم و کالاها و ارائه خدمات اساسی به جمعیت خود دارند. اما چالش ارائه این زیرساخت‌ها و خدمات در مناطق شهری امروزی بسیار زیاد است.

حمل و نقل

ایجاد زیرساخت حمل و نقل پایدار از جمله چالش‌های مهم کلان‌شهرها در بحث زیرساخت است. در شهرهای تکامل یافته، مشکل اولیه سیستم حمل و نقل، سیستم قدیمی و منسوخ به کارگرفته شده و سپس ظرفیت ناکافی سیستم است. به طور نمونه شهر لندن که از همان سیستم قدیمی جهت حمل و نقل استفاده می‌کند. در شهرهای در حال گذار، مشکل اولیه، ظرفیت ناکافی سیستم حمل و نقل است. به طور نمونه در شهر کراچی، زیرساخت کافی جهت حمل و نقل (مثل مترو و سایر موارد) وجود ندارد، به همین دلیل با

توجه به نبود زیرساخت کافی، تامین ظرفیت کافی حمل و نقل بسیار ضروری است. البته شهر استانبول به عنوان شهر در حال گذار با هر دو مشکل روبه‌رو است.

عوامل متعددی در سطح شهری باعث بروز مشکلات در زیرساخت حمل و نقل می‌شوند. شکل (۳-۲۰)، مهم‌ترین عوامل را به طور مختصر بیان می‌کند.

با توجه به این که چالش حمل و نقل از جمله مهم‌ترین چالش‌های پیش‌روی کلان‌شهرها است، راه‌حل‌های بسیاری در حوزه مرتفع کردن این چالش مطرح شده است که نمونه‌ای از این راه‌حل‌ها را می‌توان در شکل (۳-۲۱) مشاهده کرد/



شکل (۱۷): عوامل مشکل‌زا در زیرساخت حمل و نقل



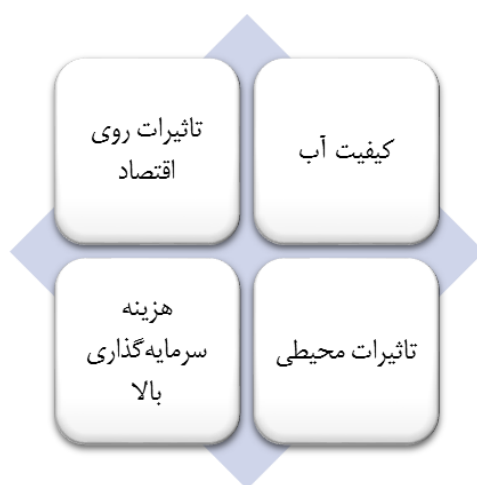
شکل (۱۸): راه‌حل‌های پیشنهادی جهت حل چالش زیرساخت حمل و نقل

آب و فاضلاب

چالش‌های پیش‌رو منابع آب خود به دو دسته تامین آب و مدیریت آب و فاضلاب تقسیم می‌شود. در شهرهای نوپدید موضوعات آب از جمله مهم‌ترین چالش‌های پیش‌رو بوده ولی برای شهرهای تکامل‌یافته تامین آب چالش جدی محسوب نمی‌شود. عوامل مهمی که در تصمیم‌گیری‌های تامین و مدیریت آب تاثیر می‌گذارند را می‌توان در شکل (۱۹) مشاهده کرد. شکل (۲۰)، راه‌حل‌های پیشنهادی جهت حل چالش‌های زیرساخت آب و فاضلاب را به طور مختصر بیان کرده است.

سلامت عمومی و مراقبت‌های بهداشتی

در سراسر جهان، فشارها بر روی سیستم‌های بهداشت و درمان در حال افزایش است. هزینه افزایشی داروهای تجویزی و بیمه درمانی خصوصی یک چالش است. پدیده پیری جمعیت در بسیاری از کشورها، به ویژه در اروپا و شرق آسیا، بزرگ‌ترین مشکل را در درازمدت را ایجاد می‌کند. ایالات متحده که دارای گران‌ترین سیستم‌های بهداشتی و سلامت است، در طول ۶ سال هزینه‌های بهداشتی آن به عنوان درصدی از تولید داخلی از ۱۳/۱٪ تا ۱۵/۲٪ افزایش داشته است [۶۲].



شکل (۱۹): عوامل تاثیرگذار بر روی تصمیمات در حوزه مدیریت آب و فاضلاب



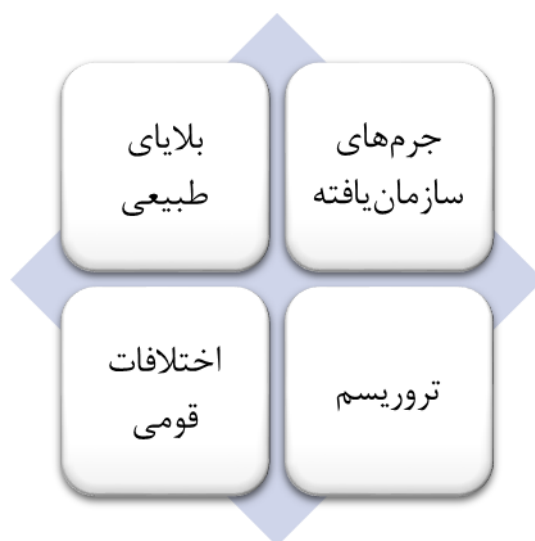
شکل (۲۰): راه‌حل‌های پیشنهادی جهت حل چالش‌های زیرساخت حمل و نقل

ایمنی و امنیت

تامین امنیت کلان‌شهر از جمله مهم‌ترین چالش‌های کلان‌شهرها است. طبق تحقیقات صورت گرفته، حفظ ایمنی و امنیت دومین چالش زیرساخت و ششمین چالش اجتماعی مهم است. از جمله مشکلات و عواملی که ایمنی و امنیت کلان‌شهر را تحت الشعاع قرار می‌دهند می‌توان در شکل (۲۱) مشاهده کرد. با توجه به اینکه حفظ امنیت یک کلان‌شهر چالش بزرگی محسوب می‌شود، وجود برخی عوامل در تصمیم‌گذاری‌های حوزه امنیت تاثیرگذار است (شکل (۲۲)).



شکل (۲۱): عوامل تاثیرگذار بر روی تصمیمات حوزه ایمنی و امنیت



شکل (۲۲): عوامل چالش‌زا در زیرساخت ایمنی و امنیت

الکتریسیته

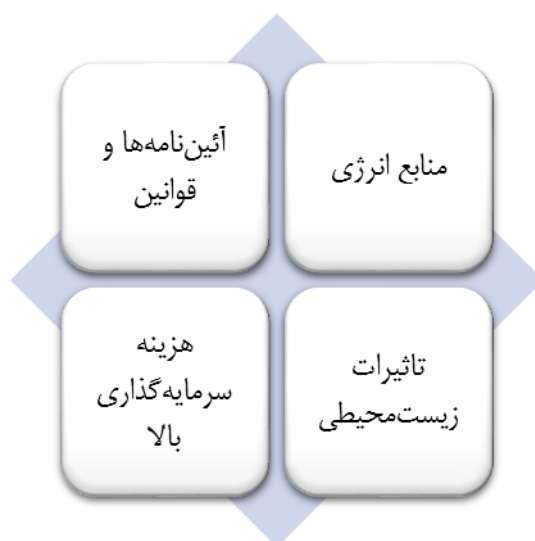
هرگونه بحث در مورد زیر ساخت‌های برق باید با در نظر گرفتن رشد سریع تقاضای جهانی باشد. بین سال‌های ۱۹۷۲ تا ۲۰۰۲، تولید ناخالص داخلی جهان ۳/۳ درصد در سال افزایش یافت، در حالی که مصرف برق در همین مدت بیش از ۳/۶ درصد رشد داشت.

آژانس بین المللی انرژی^۱ حتی با در نظر گرفتن افزایش بازده مورد انتظار پیش‌بینی می‌کند که بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۳۰ تقاضای برق در سراسر جهان دو برابر خواهد شد. بیشتر این افزایش در کشورهای در حال توسعه مانند هند و چین، به وجود خواهد آمد. از طرفی IEA پیش‌تر پیش‌بینی کرده است که کشورهای عضو OECD باید در طول این سال‌ها در حوزه تولید، انتقال و توزیع تقریباً ۴ تریلیون دلار سرمایه‌گذاری کنند، در حالی که کشورهای در حال توسعه نیاز به سرمایه‌گذاری تقریباً ۵/۲ تریلیون دلاری دارند.

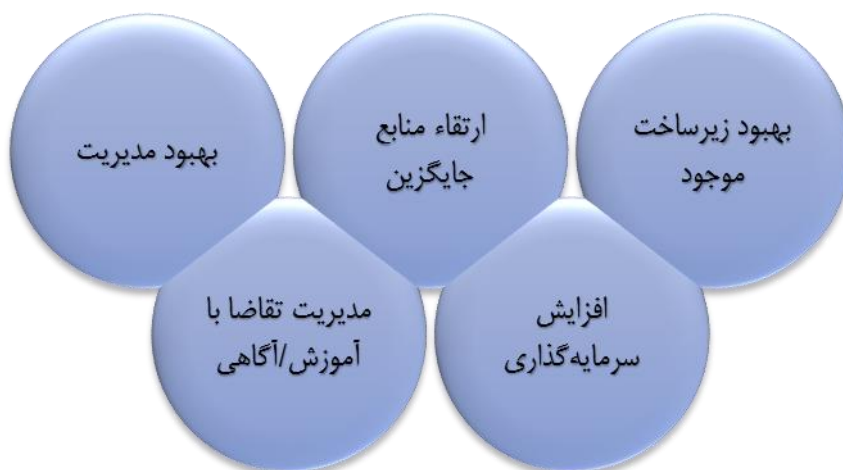
^۱International Energy Agency (IEA)

در حوزه زیرساخت الکتریسیته، هر سه الگوی شهری با مشکلات متعدد و متفاوتی مواجه هستند، اما در همه شهرها رشد تقاضا در حال فراتر رفتن از مقدار تولید است. در شهرهای تکامل یافته و در حال گذار، مسئله اصلی زیرساخت قدیمی است و پس از آن مسئله کارایی و کمبود ظرفیت تولید مطرح می‌شود. یک نمونه از محدودیت‌های زیرساخت ضعیف در سیستم الکتریسیته می‌توان به کلان‌شهر نیویورک اشاره کرد. در این کلان‌شهر با توجه به عدم توانایی زیرساخت قدیمی جهت تامین تقاضا، ساخت نیروگاه‌های تولیدی کوچک مدنظر قرار گرفته است. از سوی دیگر، در شهرهای نوپدید بر خلاف شهرهای تکامل یافته، کمبود ظرفیت تولید کافی مهم‌ترین نگرانی است.

به طور نمونه، در کلان‌شهرهای چین و هند، نیمی از مشکلات از کمبود ظرفیت تولید سرچشمه می‌گیرد. از جمله مشکلات کمبود ظرفیت تولید می‌توان به محدودیت‌های دسترسی به برق در شانگهای در فصل تابستان اشاره کرد که شرکت‌ها مجبور می‌شوند به طور کامل تعطیل شوند و یا تولید خود را به ساعات شب تغییر دهند. به طور کلی عواملی که روی تصمیمات حوزه‌ی الکتریسیته اثرگذار هستند، در شکل (۲۳)، به طور خلاصه بیان شده‌اند. از آنجا که کلان‌شهرها با چالش‌های جدی در زیرساخت الکتریسیته مواجه هستند، پیشنهاد برخی راه‌حل‌ها مانند شکل (۲۴)، می‌تواند راه‌گشا باشند.



شکل (۲۳): عوامل تاثیرگذار بر روی تصمیمات حوزه الکتریسیته



شکل (۲۴): راه حل های پیشنهادی جهت حل چالش های زیرساخت الکتریسیته

شبکه توزیع انرژی الکتریکی کلان شهرها

زیرساخت شبکه توزیع انرژی الکتریکی در کلان شهرها از جمله مهم ترین زیرساخت ها محسوب می شود. با توجه به اینکه رشد جمعیت در کلان شهرها به نسبت، بیشتر از مناطق شهری و روستایی است، طراحی و توسعه یک شبکه توزیع انرژی الکتریکی از مهم ترین طرح های برنامه ریزی شهری جهت تامین برق مطمئن شهروندان است. طراحی شبکه توزیع کلان شهرها در مقایسه با طراحی شبکه توزیع شهری از چالش های

متفاوت‌تری برخوردار است. از جمله این چالش‌ها را می‌توان در شکل (۲۵) پیدا کرد. طراحان و بهره‌برداران شبکه توزیع کلان شهری با توجه به نرخ بالای رشد جمعیت شهرها و در پی آن افزایش تقاضای برق، با چالش جدی تامین تقاضای مصرف‌کنندگان شهری روبه‌رو هستند.

شناسایی معیارها، الزامات و ساختار کلی روند طراحی شبکه توزیع کلان‌شهرها

همان‌طورکه در بخش‌های قبل بیان شد، شبکه توزیع انرژی الکتریکی از جمله بخش‌های زیرساخت الکتریسیته کلان‌شهرها محسوب می‌شود. با توجه به نرخ رشد جمعیت بالا در کلان‌شهرها در مقایسه با سایر شهرها، توجهات سمت طراحی مناسب شبکه توزیع انرژی الکتریکی افزایش یافته است. طراحی مناسب شبکه توزیع ملزم به رعایت الزامات و ملاحظات خاصی است. با توجه به این‌که کلان‌شهرها از نظر زیرساخت و فضا قابل قیاس با سایر شهرها هستند، به برخی از این معیارها و الزامات طراحی در کلان‌شهرها توجه زیادی شده است.

معیارها و الزامات طراحی پست‌های توزیع

شبکه توزیع از بخش‌های مختلفی تشکیل شده است. از جمله مهم‌ترین بخش‌ها می‌توان به پست‌های توزیع اشاره کرد. روند طراحی پست‌های توزیع به خصوص در کلان‌شهرها مستلزم رعایت معیارها و الزامات مناسبی است. از جمله این معیارها و الزامات را می‌توان در شکل (۲۶)، مشاهده کرد.

معیارها و الزامات طراحی فیدرهای توزیع

فیدر توزیع همانند پست‌ها، بخشی از شبکه توزیع محسوب می‌شوند. فیدرها با توجه به اینکه وظیفه برق‌رسانی به مشترکین را در آخر شبکه توزیع به عهده دارند، لذا در طراحی این بخش‌ها، توجهات بیشتری

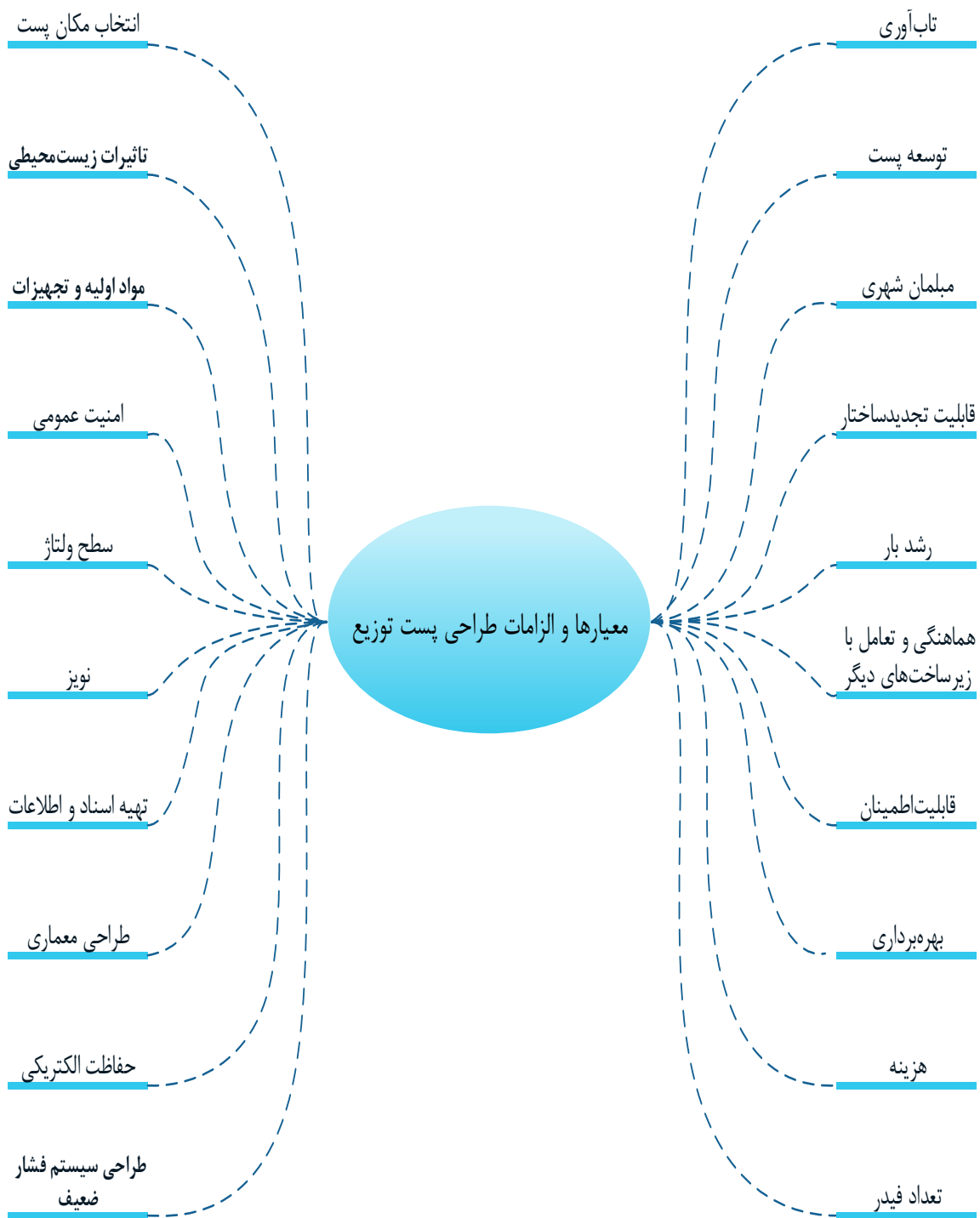
می شود. در روند طراحی فیدر توزیع نیز باید ملاحظات و معیارهای متناسبی رعایت کرد. از جمله این الزامات را می توان در شکل (۲۷) مشاهده کرد.



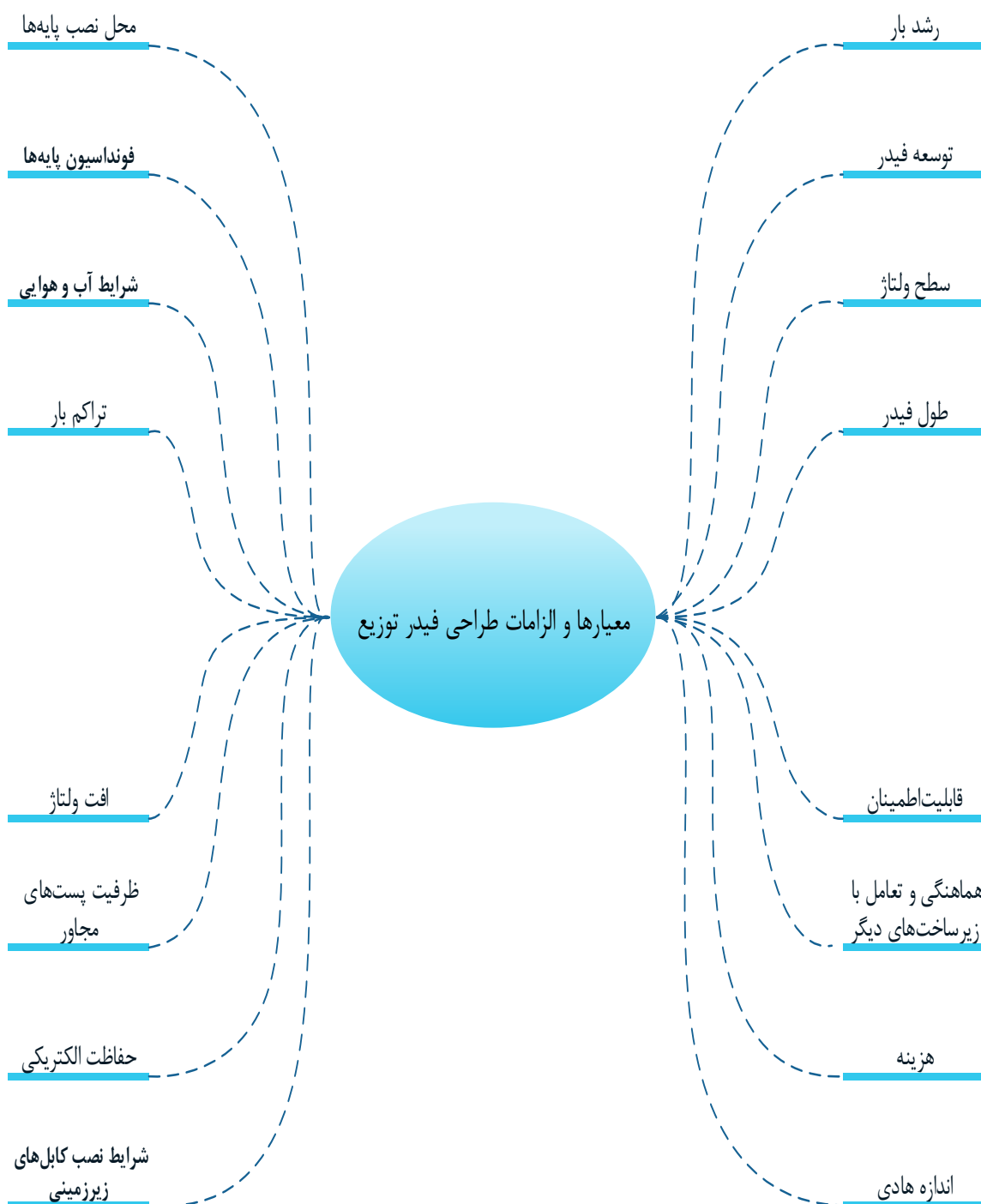
شکل (۲۵): چالش های طراحی شبکه توزیع کلان شهرها

بررسی تغییر فرایند و معیارهای طراحی شبکه توزیع کلان شهرها از گذشته تاکنون

توسعه شهرنشینی و به دنبال آن گسترش شهرها و کلان شهرها، این مناطق را با چالش های جدید روبه رو کرده است. چالش های بوجود آمده باعث تغییر توجهات طراحان و برنامه ریزان سمت موضوعات خاص شده و از طرفی موجبات تغییر معیارها و فرایند طراحی به خصوص طراحی شبکه توزیع را فراهم آورده است. شکل (۲۸)، مواردی از قبیل این تغییرات معیارها را بیان می کند.



شکل (۲۶): معیارها و الزامات طراحی پست توزیع در کلان‌شهرها



شکل (۲۷): معیارها و الزامات طراحی فیدر توزیع در کلان‌شهرها

- نصب تجهیزات توزیع در ساختمان یا فضای زیرزمین
- توسعه کاربرد کابل‌های زیرزمینی در فضای شهری
- توسعه کاربرد فضای سبز در زیرساخت شبکه توزیع
- احداث پست‌های زیرزمینی با قابلیت ساخت فضای سبز یا اماکن فرهنگی در محیط بالای پست
- استفاده از پست‌های کمپکت
- استفاده از پست‌های ابرسانا
- توسعه کاربرد کابل‌های فیبرنوری
- استفاده از ترانسفورماتورهای مایع با احتمال اشتعال‌زایی پایین
- توسعه کاربرد تجهیزات با عایق گازی
- استفاده از تجهیزات با نرخ نامی بالا
- استفاده از تجهیزات پروفایل پایین (اندازه کوچک‌تر)
- استفاده از تجهیزات با قابلیت تحمل جریان اتصال کوتاه بالا
- توسعه کاربرد دستگاه‌های چندمنظوره
- طراحی متناسب تجهیزات توزیع جهت بهبود ظاهر مبلمان شهری
- استفاده از مدارات توزیع ولتاژ بالا
- توسعه زیرساخت تاب‌آور
- قابلیت تجدیدساختار
- تملک فضای بخش خصوصی با دادن طرح‌های تشویقی
- توسعه کاربرد طرح‌های حفاظتی مانند REF و FDIR
- اتوماسیون شبکه توزیع
- استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر

شکل (۲۸): روند تغییر فرایند و معیارهای طراحی شبکه توزیع کلان‌شهرها

جمع بندی

توسعه شهرها به کلان شهرها باعث به وجود آمدن چالش های طراحی شبکه توزیع شده است. شناسایی این چالش ها، معیارها و الزامات برای طراحی شبکه توزیع کلان شهرها الزامی است. در این گزارش به بررسی ویژگی های عمده کلان شهرها و چالش های طراحی شبکه توزیع آن ها و همچنین معیارهای طراحی که در پی توسعه شهری به وجود می آید پرداخته شد.

در این گزارش، ابتدا مقدمه ای از سیر تحول شهرها و تبدیل آن ها به کلان شهر گفته شد و در ادامه چالش های موجود در کلان شهرها در زیر ساخت های مختلف مورد نقد و بررسی قرار گرفت. کمبود فضا، ارتقاء تاب آوری زیر ساخت های شهری و مبلمان شهری و ارتقاء سطح رفاه و سلامت عمومی از مهم ترین چالش ها به حساب می آیند. البته با توجه به متفاوت بودن سطح اقتصادی، فرهنگی و سیاسی برخی از کلان شهرها، هر یک از آن ها با چالش های متفاوتی روبه رو هستند.

همچنین به بررسی چالش ها و الزامات طراحی شبکه توزیع کلان شهری پرداخته شد. ارتقاء تاب آوری شبکه، کمبود فضا، مبلمان شهری، پیک های چندگانه و توسعه ساختار عمودی از جمله مهم ترین چالش ها به شمار می روند. در ادامه گزارش سعی شد علاوه بر شناسایی ویژگی ها و چالش های کلان شهرها از نقطه نظر کلی و عمومی به چالش های پیش روی طراحی سیستم توزیع انرژی الکتریکی این مناطق نیز پرداخته شود و راه حل های مناسب ارائه گردد.

مراجع

- [1] G. Berz, Megacities – Megarisks: Trends and challenges for insurance and risk management, Munchener Ruck-Munich Re Group, 2004.
- [2] <https://fa.wikipedia.org/wiki/>
- [3] V. Prasara, MEGACITIES, Department of Science and Technology, 2009.
- [4] K. H. Frauke Kraas, Harald Sterly, Jost Heintzenberg, Peter Herrle and Volker Kreibich, Mega Cities Mega Challenge, Borntraeger Science, 2019.
- [5] Urban planning policy in megacities, Asian Megacities and Global Sustainability: Forum on Science and Technology for Sustainability, 2004.
- [6] Megacity Challenges, Siemens AG, 2007.
- [7] S. Balantrapu “Artificial Intelligence based Power System Load Forecasting for Smart Grid,” International Institute of Information Technology, Hyderabad, 2017.
- [8] M. O. Oliveira, D. P. Marzec, G. Bordin, A. Bretas, and D. Bernardon, "Climate change effect on very short-term electric load forecasting." pp. 1-7.
- [9] R. Khamis, “Resilient Urban Infrastructure and Climate Change Adaption in Megacities: A comparative Assessment of Cairo, London and New York,” University of Twente, 2018.
- [10] M. M. Roger Cowe, Building a Resilient Power Sector, World Business Council for Sustainable Development, 2014.
- [11] Transforming Karachi into a Livable and Competitive Megacity: A City Diagnostic and Transformation Strategy, World Bank, 2018.
- [12] Overcoming urban power distribution challenges with technology innovations, ABB Power Products & Power Systems, 2012.

بررسی اثرات پدیده گرد و غبار بر تجهیزات شبکه توزیع برق اهواز و نحوه انتخاب

تجهیزات متناسب با میزان آلودگی محاسبه شده

✍ مجری: مجتبی گیلوانژاد

✍ مدیر پروژه: هادی نوروزی

بسیاری از سیستم‌های قدرت در کشورهای مختلف با چالش‌های بحرانی و مهمی در زیر ساخت‌های شبکه برق خود مواجه‌اند. موضوعاتی مانند عمر بالای تجهیزات، طراحی‌های قدیمی در سیستم، مشکلات زیست محیطی و آلودگی‌های محیطی، افزایش بسیار زیاد تقاضای انرژی، نحوه چیدمان و توپولوژی شبکه، نحوه تامین توان و انتقال آن، کنترل و حفاظت سیستم، روش‌های بهره‌برداری، کیفیت توان، قابلیت اطمینان، میزان تلفات، برنامه‌ریزی و هزینه‌های سرمایه‌گذاری در شبکه از جمله این چالش‌ها می‌باشند. یکی از چالش‌های نوظهور در سیستم‌های قدرت اثرات ناشی از وقوع حوادث طبیعی به علت تغییرات اقلیمی می‌باشد که در ایران، پدیده گرد و غبار موسوم به ریزگردها از جمله آنها می‌باشد.

ایران به دلیل مجاورت با کشورهای عربستان سعودی و عراق و همچنین با حدود ۲۰۰۰ کیلومتر حوزه آبی در امتداد حاشیه خلیج فارس و دریای عمان و نیز تغییرات اقلیمی در دهه‌های اخیر و توسعه کانون‌های داخلی مستعد تولید گرد و غبار، به طور جدی با پدیده ریزگردها و آلودگی‌های ناشی از آن درگیر می‌باشد. گزارشات اعلام شده از سوابق بهره‌برداری در استان‌های جنوبی و جنوب غربی کشور و تعداد دفعاتی که اقدام به تعویض تجهیزات صدمه‌دیده و سرویس و نگهداری از جمله شستشوی تجهیزات می‌گردد نشان‌دهنده مشکلات زیادی است که در استهلاك تسريع شده تجهیزات شبکه و پایداری ایزولاسیون در برابر شرایط سخت محیطی وجود دارد. در واقع پدیده گرد و غبار موسوم به ریزگردها با خاصیت

چسبندگی و رطوبت پذیری که دارد هم از لحاظ عایقی سیستم را دچار اختلال می‌کند و هم در سطوح فلزی باعث افزایش میزان خوردگی و در نتیجه کاهش عمر مفید آنها می‌گردد. همچنین بروز مشکلات حرارتی به علت کاهش تماس سطوح خارجی با هوا و تبادل حرارتی یکی دیگر تنش‌های ایجاد شده بر اثر وقوع گرد و غبار در شبکه می‌باشد.

تأثیرات متقابل شرایط محیطی و آلودگی باعث می‌گردد عایق این تجهیزات خود بستر مناسبی جهت هدایت جریان گردیده و اثرات خود را بر سیستم‌های قدرت بجا بگذارد. همچنین انواع خوردگی در این شرایط تسریع می‌گردد و عمر تجهیزات مختلف کاهش می‌یابد. در طی بیش از ۱۰ سال از آغاز پدیده ریزگرد در جنوب غرب کشور، مناطق وسیعی از غرب، شمال غرب، جنوب و مرکز ایران با این پدیده درگیر شده‌اند. بطوریکه بیش از ۲۰ استان کشور در بازه‌های زمانی متفاوت این پدیده را تجربه می‌کنند. این پدیده در استانهای جنوب غرب کشور به‌ویژه استان خوزستان و چند استان همجوار آن، با بیشترین بازه زمانی و بالاترین غلظت رخ می‌دهد. شبکه توزیع برق شهرستان اهواز به عنوان مرکز استان و قطب صنعتی (نظیر نفت، گاز، پترو شیمی، فولاد، نورد، صنایع نی‌شکرو ...) و استراتژیک جنوب غرب کشور در سالیان اخیر به شدت آسیب‌های ناشی از آلودگی‌های گرد و غبار بر خطای تجهیزات مختلف منصوبه و آثار خاموشی‌های طولانی مدت برق را تجربه کرده است. حوادث و خاموشی‌های گسترده‌ای که در بهمن‌ماه سال ۹۵ و در روزهای ۸، ۹، ۲۳ و ۲۶ بهمن در استان خوزستان با شروع حوادث از شهرستان اهواز و بر اثر بروز شرایط جوی ویژه همراه با گرد و غبار در شبکه برق این استان به وجود آمد از مهمترین چالش‌های سال‌های اخیر در کشور می‌باشد. عکس‌های زیر در تاریخ ۱۷ بهمن ماه ۹۵ چند روز پس از رخداد گرد و غبارهای نیمه‌ی اول ماه گرفته شده است و نشان‌دهنده‌ی وخامت پوشش آلودگی نشسته بر تجهیزات شبکه فشارمتوسط می‌باشد.



هر تجهیز توزیع با مشخصات فنی متناسب با منطقه مورد بهره‌برداری سفارش و خریداری می‌شود. تغییرات اقلیمی و حادثه شدن تعداد دفعات رخداد و شدت و غلظت گرد و غبارها در سالیان اخیر، نیاز به بازنگری در مشخصات فنی این تجهیزات را ضروری کرده‌است. با توجه به اینکه اکثر حوادث ایجاد شده در شبکه توزیع برق اهواز از خطای عایقی مقره‌ها و عایق‌های تجهیزات دیگر بوده است، ضروریست تا با مطالعات و اقدامات مناسب و با توجه به نوع و شدت آلودگی در محدوده تحت پوشش شرکت توزیع اهواز در انتخاب تجهیزاتی از قبیل مقره‌ها، کات‌اوت فیوزها، برقگیرها و بوشینگ‌های ترانسفورماتورها بازنگری مناسبی صورت گیرد. شدت آلودگی مناطق مختلف اهواز، پیش شرط هر گونه انتخاب و خرید تجهیزات متناسب منطقه و نیز برنامه‌ریزی دقیق در نگهداری پیشگیرانه اختصاصی برای هر تجهیز و اجرای به‌موقع آن می‌باشد. با شناخت اثرات مخرب گرد و غبارها بر تجهیزات خطوط و پستهای توزیع، می‌توان با ارائه راهکارهایی به افزایش طول عمر مفید تجهیزات پرداخت و طبعاً هزینه‌های تعمیرات و تعویضها را کاهش داد. هزینه‌های تحمیل شده به شبکه ناشی از آلودگی محیطی شامل هزینه‌های آشکار (شدتن تجهیزات، تعویض و جایگزینی قطعات و ...) و هزینه‌های غیرآشکار، (تلفات فنی در بخشهای مختلف شبکه برق، مشکلات پرسنلی، ضایعات و کاهش عمر مفید تجهیزات و ...) می‌باشند.

در پروژه حاضر در ابتدا حوادث بهمن ماه ۹۵ شهر اهواز و در بخش توزیع مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه یکی از مهمترین حوادث و خاموشی‌های گسترده‌ای که در طی سالیان اخیر در این شهر به وجود آمده است مربوط می‌شود به حوادث بهمن ماه سال ۱۳۹۵ که در طی چند روز با ایجاد طوفان ریزگرد، قطعی‌های مداومی در شبکه برق ایجاد گردید، در نتیجه برای بررسی دقیق نقاط ضعف شبکه نیاز بود که این حوادث مورد بررسی قرار گیرند. در این مرحله علاوه بر بررسی وضعیت موجود شبکه، اطلاعات آب و هوایی روزهای حادثه نیز مورد تحلیل قرار گرفت. پس از تحلیل و بررسی حوادث بهمن‌ماه در مرحله بعد ارزیابی کارائی و اثربخشی اقدامات اصلاحی انجام‌گرفته انجام شد. در واقع در این مرحله با استفاده از شاخص‌های ارزیابی که تعیین می‌شوند از قبیل نرخ خروج تجهیزات، مدت زمان خاموشی‌ها، تعداد و نوع مشترکین از مدار خارج شده، میزان انرژی فروخته نشده و سایر شاخص‌ها، اقدامات اصلاحی که در چند سال اخیر و بعد از حوادث بهمن‌ماه انجام یافته است، از لحاظ کارایی مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین با توجه به نظرات خبرگان صنعت برق و کارشناسان شبکه توزیع شهرستان اهواز میزان اثر بخش بودن اقدامات اصلاحی از لحاظ کیفی مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت مشخصات فنی تجهیزات مهم شبکه فشارمتوسط از قبیل مقره‌ها، کات اوت فیوزها، برقگیرهای اکسید فلزی، بو شینگهای تراز سفورماتورهای توزیع با توجه آلودگی و شرایط اقلیمی شهر اهواز بازنگری شد. همچنین راهکارهای فنی با هدف افزایش تاب‌آوری شبکه توزیع نیروی برق اهواز در برابر شرایط حاد گرد و غبار از ارائه گردید.

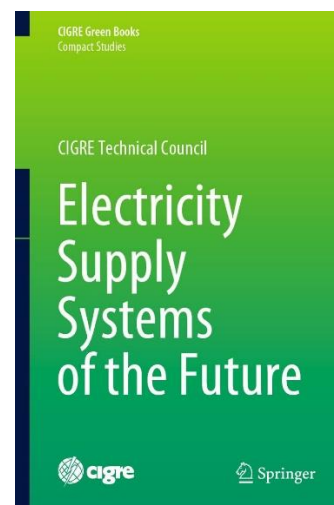
Title: Electricity Supply Systems of the Future

Edited by : Hatziargyriou, Nikos, de Siqueira, Iony Patriota

(Eds.)

Publisher: CIGRE

Originally published: July 20, 2020



این کتاب چشم اندازی از آینده سیستم های برق و دیدگاه های موسسه CIGRE در مورد نیازمندی ها و اقدامات لازم جهت گذار به سمت آن را ارائه می دهد. استفاده روزافزون از انرژی های نو و تجدیدپذیر، عوامل زیست محیطی و توسعه دانش و فناوری های انتقال اطلاعات از جمله موارد مهمی هستند که در سیستم های آینده تاثیرگذار میباشند. یکی از مزیت های این کتاب بخش بندی و فصول تخصصی آن میباشد که هر حوزه از سیستم های قدرت به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته است که از جمله آنها میتوان به فصل های زیر اشاره کرد:

🔹 ماشین های الکتریکی گردان

🔹 ترانسفورماتورها و راکتورهای قدرت

🔹 کابل ها

🔹 خطوط هوایی

📖 پست‌های انتقال

📖 سیستم‌های DC

📖 حفاظت و اتوماسیون

📖 اقتصاد و توسعه بازار برق

📖 بهره‌برداری و کنترل