



شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد
Mashad Electric Energy Distribution Co.

شبکه هوشمند برق و چالش های آن

گروه مؤلفین:

محمد حسین یغمائی مقدم، علی سعیدی

محسن ذبیحی و سعید علیشاهی

بناستار:

محمد علی نوائی

صاحب امتیاز:

شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد

تابستان ۱۳۹۴

عنوان و نام پدیدآور	شبکه هوشمند برق و چالش‌های آن / گروه مولفین محمدحسین یغمایی مقدم، [و دیگران]؛ ویراستار محمدعلی نورائی؛ صاحب امتیاز شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد.
مشخصات نشر:	مشهد: تعالی گستر، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	۲۸۸ ص: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.
شلبک	۱-۳-۹۴۱۷۱-۶۰۰-۹۷۸-۱۶۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
موضوع	برق نیرو - توزیع - خودکاری
موضوع	شبکه‌های هوشمند توزیع برق
شناسه افزوده	یغمایی مقدم، محمدحسین، ۱۳۵۰ -
شناسه افزوده	نورائی، محمدعلی، ۱۳۳۹ - ویراستار
شناسه افزوده	شرکت توزیع نیروی برق مشهد
رده بندی کنگره	TK۳۰۰۱/ش۲۸ ۱۳۹۴
رده بندی دیویی	۶۲۱/۳۱۹
شماره کتابشناسی ملی	۳۵۲۸۴۶۶

شبکه هوشمند برق و چالش‌های آن

- صاحب امتیاز: شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد
- گروه مؤلفین: محمدحسین یغمایی مقدم، علی سعیدی، محسن ذبیحی، سعیدعلی‌شاهی
- نوبت چاپ: اول - مهر ۱۳۹۴
- ویراستار و مدیر اجرایی: محمدعلی نورائی
- تیراژ: ۲۰۰۰ نسخه
- چاپ: چاپ زمرد مشهد
- طراح جلد، صفحه آرا و ناظر فنی چاپ: محمدجواد نورائی
- ناشر: تعالی گستر
- قیمت: ۱۴۰۰۰ ریال
- شابک: ۱-۳-۹۴۱۷۱-۶۰۰-۹۷۸

کلیه حقوق قانونی برای صاحب امتیاز محفوظ می‌باشد (نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است)

عنوان	شماره صفحه
«نمی» از «نمی».....	۹
مروری بر تاریخچه شرکت توزیع نیروی برق مشهد.....	۱۲
فصل اول - انگ: ایجاد شبکه‌های هوشمند برق	
شبکه‌های برق.....	۱۸
مسیر پیش روی صنعت برق جهان.....	۲۱
مشخصات اصلی شبکه‌های هوشمند برق.....	۲۳
اهداف هوشمند سازی شبکه‌های برق.....	۲۶
اساس فن آوری شبکه هوشمند برق.....	۳۶
نسل‌های مختلف شبکه هوشمند برق.....	۴۲
فواید شبکه توزیع هوشمند برق برای مسرکین.....	۴۵
ابعاد هوشمند سازی شبکه برق در کشورهای پیشرو.....	۴۷
فصل دوم - معرفی شبکه‌های هوشمند برق	
حرکت به سمت شبکه هوشمند برق.....	۵۶
ایجاد هوشمندی و نوآوری در شبکه‌های برق.....	۵۹
سیر تکاملی شبکه هوشمند برق.....	۶۳
شبکه‌های هوشمند برق.....	۶۵
توپولوژی شبکه هوشمند برق.....	۶۷
اجزای اصلی تشکیل دهنده شبکه‌های هوشمند برق.....	۷۰
ابزار مورد نیاز فن آوری پیاده سازی.....	۷۲
محرک‌های اصلی شبکه هوشمند برق.....	۷۵
مزایای هوشمند سازی شبکه‌های برق.....	۸۰

فهرست موضوعات

عنوان	شماره صفحه
پایاده سازی شبکه هوشمند برق	۸۲
تأثیر فن آوری ها در طراحی، توسعه و پایاده سازی شبکه هوشمند برق	۸۷
لوازم خانگی هوشمند	۹۱
نمونه اجرای سیستم مدیریت انرژی در ساختمان	۹۲
میکرو شبکه	۱۰۴
فن آوری ذخیره سازی انرژی الکتریکی	۱۰۶
تحقیقات و پروژه های شبکه هوشمند برق	۱۰۹
پاسخگویی بار (DR)	۱۱۹
فصل سوم - مدل مفهومی شبکه هوشمند برق	
مدل مفهومی مرجع شبکه هوشمند برق	۱۴۱
توصیف محدوده ها در شبکه هوشمند برق	۱۴۶
مدل های شبکه اطلاعات شبکه هوشمند برق	۱۵۸
شبکه های هوشمند برق مبتنی بر IP	۱۶۱
تفاوت کنتور و واسط سرویس انرژی	۱۶۳
فصل چهارم - زیر ساخت مخابراتی شبکه هوشمند برق	
کاربردهای شبکه هوشمند و نیازهای مخابراتی	۱۷۴
الزامات سیستم های مخابراتی در شبکه های هوشمند برق	۱۷۶
معماری مخابراتی شبکه های هوشمند برق	۱۷۹
فن آوری های مخابراتی مورد استفاده در شبکه های هوشمند برق	۱۸۶
معماری ارتباطات خطوط برق (PLC)	۱۹۱

فهرست موضوعات

عنوان	شماره صفحه
..... ساختار شبکه BPL	۲۰۲
..... فن آوری وایمکس	۲۰۸
..... فن آوری WiFi	۲۲۱
..... شبکه های حسگر بی سیم	۲۲۶
فصل پنجم - دایر های توسعه شبکه هوشمند برق	
..... گرایش ها و پروژ های توسعه	۲۳۷
..... مدیریت تقاضا و تولید	۲۴۰
..... سیاست های استاندارد اتصالات منابع انرژی پراکنده به شبکه	۲۴۴
..... راه حل شبکه هوشمند برق برای فراهم سازی کیفیت توان	۲۵۲
..... منابع انرژی پراکنده	۲۵۷
فصل ششم - چالش های توسعه شبکه هوشمند برق	
..... چالش های تکنیکی	۲۶۵
..... چالش های مالی و حرفه ای	۲۶۹
..... چالش های امنیتی شبکه هوشمند برق و راهبردهای آن	۲۷۱
..... چالش های توسعه شبکه هوشمند برق	۲۷۴
..... چالش های توسعه شبکه هوشمند برق در ایران	۲۷۹

«نَمی» از «یَمی»

مَنْتِ خدایِ سمیع و علیم را که جهان کائنات را چنان بر مدار هوشمندی آفرید که هنوز بشر به عنوان گل سرسبد این آفرینش هوشمند، انگشتِ حیرت به دندان گزیده و نتوانسته ابعاد هوشمندی جهان را دریابد، آنچنان که شناخت او از هوشمندی خلقت، به مثابه «نَمی» است از «یَمی» و به این سادگی هم از این وادی حیرت رها نخواهد شد. به گونه‌ای که حضرت مولانا گفته است:

جملة رات کالم درنهان باتومی گویند پیداونهان
ماسمیعیم وبه ریختیم باشما نامحرمان، ماخامشیم

وی در فرازی دیگر «هوشمندی» جهان را بدین صورت بیان می‌کند:

عقل، پنهان است و ظاهرش نَمی صورت ما موج، یا از وی نَمی
این سخن‌هایی که از عقل کُل است بوی آن گلزار سرو و سُنبل است
هَش، چه باشد عقل کُل ای هوشمند بفا زنی هَش بُود، اما نَزند^۱
جنبشی یینی، بگویی زنده است وین بگویی ز خرد آکنده است؟!^۲

هرچه سطح دانش و ابزار و ادوات دقیق علمی او افزون شود، بشر به ناتوانی خود از درک گستره هوشمندی خلقت پی برده و ردای بندگی، کُرنش و خشیت^۳ در برابر خدای کریمانش برتن می‌کند، چنانکه در مصحف شریف آمده است:

اِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ^۳

همانا از میان بندگان، تنها عالمان و دانشمندان از خدا خشیت دارند

اینک بشر پس از حرکت‌های پرفراز و نشیب در جهت ارتقای زندگی‌اش و پس از تخریب محیط «زیست» خویش، به خود آمده و با اتکا به هوشمندی‌ای که خالق یکتا در نهاد او به ودیعت نهاده، برای

۱- نَزند: فرومانده سرگشته فرومانده

۲- خشیت: ترس ناشی از جلال و عظمت خداوند

۳- سوره فاطر آیه ۲۸

جبران خرابی‌های محیط «زیست» و در عین حال تأمین اقتصادی انرژی مورد نیازش، به هوشمندسازی سیستم‌ها رسیده است. یکی از سیستم‌های مورد نیاز برای ادامه زندگی بشر، شبکه‌ها و سیستم‌های برق می‌باشد که او بر آن است تا در آینده نزدیک آنها را هوشمند نماید و اما... چگونه این اثر مکتوب شکل گرفت:

در سال ۱۳۹۰ شمسی برابر با ۲۰۱۱ میلادی، کنفرانس سیرد در شهر فرانکفورت آلمان برگزار شد و شرکت توزیع برق شهرستان مشهد هم با ارائه مقالاتی به صورت فعال در آن کنفرانس همکاری داشت. به گونه‌ای که در بین شرکت‌های توزیع برق سراسر کشور از نظر تعداد مقالات پذیرفته شده رتبه اول را به دست آورد. بدین اساس و بنا به موافقت مدیر عامل محترم و معاونت محترم هماهنگی توزیع شرکت توانیر گروهی از کارشناسان و نویسندگان مقالات فوق برای حضور در کنفرانس مذکور به آن کشور اعزام شدند.

مباحث مطرح شده در بخش توزیع در این کنفرانس و نمایشگاه جانبی آن در حقیقت، تلنگری به گروه کارشناسی این شرکت بود. شاکه مباحث مطرح شده این گونه بود که در چند سال آینده تعریف «سیستم‌های قدرت» به طور اساسی دگرگون می‌شود. زیرا در تعریف فعلی سیستم‌های قدرت، در اولین مرحله از فرآیند آن، «بخش تولید»، برق را تولید و «بخش انتقال» آن را به مناطق مصرف منتقل و در نهایت «بخش توزیع» آن را در بین مصرف کنندگان مختلف توزیع می‌کند. و در این صورت است که مسیر جریان الکتریسیته همیشه از «تولید» به سمت «توزیع» می‌باشد.

حال آنکه بر اساس مطالعات مبتنی بر فن آوری‌های نوین و بارویک استفاده از انرژی‌های نو و ملاحظات زیست محیطی، به زودی شاهد «سونامی تحول» در بخش توزیع برق خواهیم بود. این تحول شگرف به طور قطع یقین، تعریف فوق از «سیستم قدرت» را تغییر خواهد داد زیرا در آینده نزدیک با استفاده از فن آوری‌های جدید، منابع تولید کوچک و پراکنده (ثابت و متحرک) اعم از انرژی‌های نو یا استفاده از سیستم‌های CHP یا CCHP و... در بخش توزیع برق، هر مصرف کننده، به نوعی تولید کننده هم خواهد بود و بدین ترتیب مسیر جریان «دو سویه» خواهد شد.

زیر بنای همه تحولات متصور در آینده نزدیک در بخش توزیع «هوشمندی شبکه‌های برق» می‌باشد. این همه در حالی است که هنوز تصویر روشنی از «هوشمندی شبکه‌ها» وجود ندارد و گاهی دیده می‌شود که «هوشمندی شبکه‌های برق» از نظر مفهومی به «اتوماسیون شبکه‌های توزیع» و یا «کنترل‌های AMI»

تنزل داده می شود در حالی که اتوماسیون شبکه های توزیع برق و کنتور های AMI لازمه و بنیان «هوشمندی» هستند، ولی مفهوم «هوشمندی شبکه های توزیع برق» فراتر از این می باشد. این مباحث و سایر موضوعات سودمند دیگر، از جمله مواردی است که در آن کنفرانس مطرح شد و برای افرادی که بخواهند در تحولات آینده صنعت توزیع برق سهم باشند راه گشا بود.

در این راستا و پس از بازگشت گروه اعزامی از کنفرانس سپرد ۲۰۱۱، کمیته ای تحت عنوان «هوشمند سازی شبکه» در شرکت توزیع برق شهرستان مشهد تشکیل شد. از عناصر تأثیر گذار در هدایت گروه مذکور جناب آقای دکتر محمد حسین یغمایی مقدم مدیر گروه کامپیوتر دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد بودند که این شرکت در حال حاضر افتخار عضویت و همراهی فعال ایشان با کمیته تحقیقات خود را دارد. بر اساس مصوبات کمیته مزبور و با توجه به تخصص و دسترسی ایشان به منابع دانشگاهی داخل و خارج کشور و ارتباطات علمی به منابع معتبر نارجی، مقرر شد آخرین اطلاعات در خصوص مفهوم «هوشمندی شبکه های توزیع برق» تهیه شود. پس از بررسی، جرح و تعدیل و تطبیق آنها با شرایط صنعت توزیع برق کشور توسط جمعی از کارشناسان خبره شرکت، نتایج آن به صورت اثری مکتوب به صنعت برق کشور و جامعه مهندسين این صنعت عرضه گردد تا در شاء الله حاصل از لحاظ نظری و مفهومی، همگرایی لازم در حوزه محاورات مهندسی مربوط به «هوشمندی شبکه های توزیع برق» به وجود آید.

اینجانب بدین وسیله مراتب تقدیر و تشکر وافر خویش را به ویژه از جناب آقای دکتر یغمایی مقدم و دوستان دیگری که در کسوت گروه مؤلفین، این مفاهیم را گردآوری و در قالب یک مجموعه منسجم نوشتاری تنظیم نمودند ابراز نموده و امیدوارم که زحمات آنان مرضی سرگشته حضرت احدیت قرار گیرد. همچنین از جناب آقای نورائی به سبب تلاش مجدانه در جهت ویرایش متن و هدایت امور چاپی این اثر مکتوب سپاس گزاری می نمایم.

در پایان با توجه به نبودن عبارت «هوشمندی شبکه ها» در ادبیات فنی صنعت برق، از کلیه متخصصین و اهل فن خانواده عظیم این صنعت در کشور تقاضا می شود از ارسال نقدهای کارشناسانه خود به منظور اصلاح مفاد این کتاب دریغ ننمایند.