

**دانشگاه آزاد اسلامی**

واحد تهران جنوب

دانشکده فنی مهندسی

مهندسی برق -قدرت

**عنوان:**

**شبکه های توزیع هوشمند برق**

استاد راهنما:

نام دانشجو:



فهرست مطالب

عنوان صفحه

[چکیده 1](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289288#_Toc299289288)

[1- مقدمه 9](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289289#_Toc299289289)

[تعریف و پیش بینی شبکه هوشمند 12](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289290#_Toc299289290)

[فصل اول:](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289291#_Toc299289291) [خلاصه قانونی و ضوابط](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289292#_Toc299289292)

[1-1- مقدمه 16](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289293#_Toc299289293)

[1-2- خلاصه ضوابط و قوانین امریکا 16](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289294#_Toc299289294)

[1-2-1- کنگره ایالت متحده 16](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289295#_Toc299289295)

[1-2-2- FERC سیاست شبکه هوشمند 14 ژولای 2009 18](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289296#_Toc299289296)

[1-2-3- دایره انرژی ایالات متحده 18](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289297#_Toc299289297)

[1-2-4- کمیسیون ارتباطات فدرال ایالت متحده (FCC) 19](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289298#_Toc299289298)

[1-3- خلاصه ضوابط دولتی ایالت متحده: 21](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289299#_Toc299289299)

[1-4- خلاصه ضوابط و قوانین کانادا 22](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289300#_Toc299289300)

[فصل دوم](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289301#_Toc299289301): [شاخصه ها و ارزیابی تکنولوژی](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289302#_Toc299289302)

[2-1- مقدمه 25](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289303#_Toc299289303)

[2-2- ادغام تکنولوژی شبکه هوشمند در سیستم انبوه نیرو: 25](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289304#_Toc299289304)

[2-3- قابلیت اطمینان تکنولوژی اطلاعات و ادغام سیستم کنترل 27](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289305#_Toc299289305)

[2-4- ارزیابی تکنولوژی 29](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289306#_Toc299289306)

[2-5- تکنولوژیهای شبکهی هوشمند روی سیستم انبوه نیرو 30](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289307#_Toc299289307)

[2-6- ابزار phasor 32](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289308#_Toc299289308)

[2-7- کیفیت نیرو و کنترل جریان 33](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289309#_Toc299289309)

[2-8- واحدهای ترمینال از راه دور (RTNS): 38](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289310#_Toc299289310)

[2-9- تجهیزات انتقال 40](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289311#_Toc299289311)

[2-10- سیستم انبوه نیرو: ابزار رو به تکامل 44](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289312#_Toc299289312)

[2-11- سیستمهای تقویت بارپخش پیشرفته: 50](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289313#_Toc299289313)

[فصل سوم: تکنولوژیهای شبکه هوشمند روی سیستم توزیع](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289314#_Toc299289314)

[3-1- تکنولوژیهای شبکه هوشمند روی سیستم توزیع: 55](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289315#_Toc299289315)

[3-2- تولید نیروی توزیع شده و ذخیره آن: 57](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289316#_Toc299289316)

[3-3- سیستم توزیع- سیستمهای موجود 60](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289317#_Toc299289317)

[3-4- روان سازی بار تحت فرکانس: 61](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289318#_Toc299289318)

[3-5- تامین انتقال الکتریکی تقاضا 63](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289319#_Toc299289319)

[3-6- سیستم توزیع- سیستمهای در حال توسعه 66](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289320#_Toc299289320)

[3-7- سیستمهای اتومات صنعتی 68](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289321#_Toc299289321)

[فصل چهارم](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289322#_Toc299289322):  [طرح ریزی و عملکرد با شبکه هوشمند](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289323#_Toc299289323)

[4-1- مقدمه 72](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289324#_Toc299289324)

[4-2- ریسک های قابلیت اطمینان سیستم نیروی انبوه 72](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289325#_Toc299289325)

[4-3- عملکردهای مختص در زمان وقوع حادثه: 77](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289326#_Toc299289326)

[4-4- ارزیابی های پس از عملکرد: 78](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289327#_Toc299289327)

[4-5- طرح ریزی طولانی مدت: مقولههای مرتبط به سیستم نیرو 78](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289328#_Toc299289328)

[4-6- ملزومات شبیه سازی و طراحی 80](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289329#_Toc299289329)

[4-7- بلایای طبیعی 83](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289330#_Toc299289330)

[4-8- منابع توزیع شده و شبکههای کوچک و ادغام منابع قابل احیاء: 85](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289331#_Toc299289331)

[4-9- منابع توزیعی 98](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289332#_Toc299289332)

[4-10- عملیات زمان واقعی 98](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289333#_Toc299289333)

[4-10-1- نقص ها 98](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289334#_Toc299289334)

[4-10-2- خطرات در عملیات 99](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289335#_Toc299289335)

[4-10-3- کنترل توزیعی و مرتبهای (نظارتی) زمان واقعی: 100](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289336#_Toc299289336)

[4-11- ارزیابی عملیات 103](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289337#_Toc299289337)

[4-11-1- نیازهای ماتریسهای جدید کارایی سیستم 103](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289338#_Toc299289338)

[4-12- سایر ملاحظات 104](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289339#_Toc299289339)

[4-12-1- تغییر دیدگاه سازمانی 104](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289340#_Toc299289340)

[4-12-2- موضوعات مربوط به امید به زندگی 104](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289341#_Toc299289341)

[4-12-3- تداوم تجارت 105](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289342#_Toc299289342)

[4-12-4- پیادهسازی تکاملی 106](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289343#_Toc299289343)

[4-12-5- نیازهای R و D 106](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289344#_Toc299289344)

[4-13- کشفیات فصل 108](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289345#_Toc299289345)

[فصل پنجم](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289346#_Toc299289346): [تأمین cyber برای شبکهی هوشمند](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289347#_Toc299289347)

[5-1- مقدمه 111](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289348#_Toc299289348)

[5-2- از دست رفتن سیستمهای مرکز کنترل 115](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289349#_Toc299289349)

[5-3- سیستمهای ارتباطات 116](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289350#_Toc299289350)

[5-4- بیسیم 118](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289351#_Toc299289351)

[5-5- ساختار فرمان و کنترل 119](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289352#_Toc299289352)

[5-6- اهمیت کنترل و نظارت متمرکز زمان واقعی 121](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289353#_Toc299289353)

[5-7- از دست دادن کنترل و ارتباطات 121](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289354#_Toc299289354)

[5-8- دلایل از دست رفتن کنترل و ارتباطات 123](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289355#_Toc299289355)

[5-9- محلهای بالقوه برای از دست رفتن کنترل یا ارتباطات 124](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289356#_Toc299289356)

[5-10- پیامدهای از دست رفتن کنترل و ارتباطات 124](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289357#_Toc299289357)

[5-11- مدل امنیتی عمیق دفاعی 126](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289358#_Toc299289358)

[5-12- مدیریت ریسک 129](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289359#_Toc299289359)

[5-13- نیاز به فراند تصدیق قوی و قابل تطبیق 130](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289360#_Toc299289360)

[5-14- هماهنگی استانداردها و تکامل فرایند 131](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289361#_Toc299289361)

[5-15- افزایش پیچیدگی در اداره کردن دارایی 134](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289362#_Toc299289362)

[5-16- برقراری تعادل در منابع داخلی و خارجی ریسک سیستم 137](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289363#_Toc299289363)

[5-17- استفاده از تعیین استاندارد ریسک برای مجتمع سازی و یکپارچگی شبکهی هوشمند 138](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289364#_Toc299289364)

[5-18- ریسکهای نامشخص در هنگام استنتاج شبکهی هوشمند 139](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289365#_Toc299289365)

[5-19- سایر ملاحظات 143](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289366#_Toc299289366)

[5-19-1- امنیت فیزیکی دارایها در خارج از مرکز کنترل 143](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289367#_Toc299289367)

[5-19-2- برنامه ریزی متداوم و برنامه ریزی حادثه 147](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289368#_Toc299289368)

[5-20- نیازهای R&D 149](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289369#_Toc299289369)

[5-20-1- امنیت cyber 149](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289370#_Toc299289370)

[5-21- محاسبهی تودهی انبوه 151](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289371#_Toc299289371)

[5-22- توانایی های محاسبه 153](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289372#_Toc299289372)

[5-23- کشفیات فصل 154](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289373#_Toc299289373)

[فصل ششم: نتایج و پیشنهادات](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289374#_Toc299289374)

[6-1- نتایج و پیشنهادات 156](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289375#_Toc299289375)

[6-2-پیشنهادات 158](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289376#_Toc299289376)

[ضمیمه 1: استانداردهای شبکهی هوشمند و قابلیت اطمینان 159](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289377#_Toc299289377)

[منابع 162](file:///H:\ایلخانی.doc#_Toc299289378#_Toc299289378)

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول 1– مجتمع سازی موفق ابزارها و سیستم­های شبکه هوشمند 7

جدول 2- تکنولوژی­های شبکه­ی هوشمند- سیستم­ها و ابزارها 29

جدول 3: تاثیرات محتمل شبکه هوشمند 70

# چکیده

دولت­ها، قانون­گذاران و سازمان­های صنعتی به منظور بالا بردن حق خرید مصرف کنندگان، حمایت از خلاقیت­ها در تغییرات آب و هوایی و افزایش قابلیت اطمینان نیروگاه بزرگ آمریکای شمالی، یک "شبکه هوشمند" را پیشنهاد کرده­اند. البته برای تغییرات مهم در برنامه ریزی، طراحی و عملیات نیروگاه بزرگ به یکپارچه سازی این شبکه هوشمند احتیاج است. در این گزارش، شبکه هوشمند و قابلیت اطمینان نیروگاه بزرگ تعریف می­شود و یک ارزیابی مقدماتی از یکپارچه سازی موفق شبکه هوشمند ارائه می­شود.

سیستم قدرت انبوه آمریکای شمالی بزرگ­ترین سیستم الکتریکی بهم متصل در جهان است. عملکرد معتبر آن بستگی به بکارگیری گسترده­ای ارتباطات زمان واقعی، نظارت و سیستم­های کنترل دارد. به هنگام تکامل سیستم قدرت انبوه، بسیاری از تکنولوژی­های هوشمند برای چندین دهه بکار می­رود.

ابتکارات در سیاست اخیر فدرال، دولتی و کشور باعث توسعه­ی تصور شبکه­ی هوشمند می­گردد که دارای فعل و انفعال، همکاری، کارایی، اعتبار و استحکام بیشتری است. در اصل، ویژگی­های شبکه­ی هوشمند شامل تجهیزات هماهنگ است که به موجب پیشرفت­ها در ارتباطات، سیستم­های هوشمند و تکنولوژی اطلاعت (IT) مهیا شده است که با سیستم­های موجود و جدید کنترل دارای سطح مشترک می­باشد. پروتکل­های ارتباطی انبوه هماهنگ در سیستم وسیع ابزارهایی برای حفظ سیستم پویاتری است که مزایایی را برای کاربران نهایی دارد و بصورت کارآمد از قابلیت اعتبار سیستم ارسال توسعه یافته مطابق با دریافت و تشخیص­های راحت استفاده می­کند. با توجه به پیشرفت­هایی در تکنولوژی شبکه­ی هوشمند، تکامل بی نظیر سطوح کنترل و اندازه گیری سیستم بسیار وسیع و گسترده است. تلاش­های زیادی در دهه­ی گذشته به منظور توسعه و پیشرفت دادن این زیرساخت شبکه­ی هوشمند صورت گرفته است که بخش مدیریت سهامدار نیز تشویق به انجام این کار شده است.

سیستم قدرت انبوه امروزی به منظور فراهم کردن سطح مناسب و کافی­ای از قابلیت اطمینان طراحی و بکار گرفته شده است. شبکه­ی هوشمند می­تواند از سطح مناسب و کارآمد قابلیت اطمینان حمایت کند حتی در هنگامی که صنعت با چالش بر عهده برآمدن از سیاست هیئت و رهنمودهای قانونگذاری که ویژگی­های سیستم قدرت انبوه ایالات متحده­ی آمریکا را تحت تأثیر قرار می­دهد و تغییر می­نماید روبرو باشد. موفقیت یکپارچه سازی و مجتمع سازی مفاهیم و تکنولوژی شبکه­ی هوشمند بسیار بستگی به قابلیت اطمینان سیستم قدرت انبوه موجود در طی تکامل خود دارد. این مثاله تمرکز خود را بر روی جنبه­های مختلف این موضوع اساسی جلب کرده است.

تأثیر کلی شبکه­ی هوشمند بر روی قابلیت اطمینان سیستم قدرت انبوه همچنان قابل مشاهده می­باشد. در حالی که وظیفه­ی شبکه­ی هوشمند افزایش نسبی قابلیت اطمینان است اما اگر قابلیت اطمینان سیستم قدرت انبوه را بصورت ضعیف بکار برد در این صورت دچار صدمه و آسیب می­شود. بنابراین، اطمینان دادن به اینکه تکامل شبکه­ی هوشمند باعث افزایش آسیب پذیری سیستم قدرت انبوه نمی­گردد مهم می­باشد اما تا حدی از اهداف قابلیت اطمینان سیستم قدرت انبوه صنعت حمایت می­کند.

کمیته­ی برنامه ریزی NERC برای بررسی کردن کارکردهای سیستم­های هوشمندی کردن امکان یکپارچگی و مجتمع سازی موفق میسر می کند توانسته است نیروی کار شبکه­ی هوشمند (SGTF) شکل دهد. فصل SGTF هر یک از موضوعات و نگرانی­های شبکه­ی هوشمند را با توجه به قابلیت اطمینان سیستم قدرت انبوه مشخص و توضیح می­دهد و ویژگی­های قابلیت اطمینان شبکه­ی هوشمند و نحوه­ی تأثیر احتمالی آنها بر روی برنامه ریزی سیستم قدرت انبوه و فرایندهای طراحی و عملیاتی و ابزارهایی که برای حفظ قابلیت اطمینان مورد نیاز هستند را می­سنجد.

**پیشرفت نیروی کار و موافقت آن با تعریف زیر راجع­به صنعت شبکه­ی هوشمند:**

**شبکه­ی هوشمند-** مجتمع سازی و بکارگیری کنترل و نظارت زمان واقعی، ارتباطات پیشرفته­ی حسی، و تجزیه و تحلیل و کنترل این امکان را برای جریان پویای انرژی و اطلاعات فراهم می­کند که شکل­های موجود و جدید عرضه، تحویل و استفاده از سیستم قدرت الکتریکی ایمن، قابل اطمینان و کارآمد را از طریق تولید منبع برای کاربر نهایی هماهنگ کنند بر مبنای این سنجش مقدماتی، مجتمع سازی موفق شبکه­ی هوشمند می­تواند قابلیت اطمینان سیستم قدرت انبوه را تأمین کند. موارد زیر جزو مشاهدات کلیدی هستند:

تکامل شبکه­ی هوشمند توسط ابتکارات متوالی قانونی و منظم در آمریکای شمالی تسریع گرفته است. معرفی موفق تکنولوژی­های شبکه­ی هوشمند در مقیاس گسترده هم مزایای بالقوه را تحویل می­دهد و هم از قابلیت اطمینان سیستم قدرت انبوه حمایت می­کند. مورد ملاحظه قرار دادن نحوه­ی برنامه ریزی، طراحی و بکارگیری سیستم برای مجتمع سازی کردن موفق ابزارها/ سیستم­های شبکه­ی هوشمند در تمامی چارچوب­های زمانی برنامه ریزی مختلف مهم می­باشد.

برای دسترسی به این هدف، صنعت به زمان کافی به منظور توسعه دادن تجربه­ی شبکه­ی هوشمند و تأمین سیستم قدرت انبوه که به منظور حمایت از عملیات معتبر طراحی و برنامه ریزی شده است نیاز دارد.

مجتمع سازی شبکه­ی هوشمند مستلزم توسعه و پیشرفت ابزارها و فنون تجزیه و تحلیلی جدید برای حمایت از برنامه ریزی و عملکردهاست.

ابزارها و فنون تجزیه و تحلیلی جدید برای طراحی و بکارگیری گروهی از سیستم­های وسیع کنترل هوشمند در سیستم قدرت انبوه مورد نیاز هستند. در هنگامی که سیستم قدرت انبوه یک سیستم غیرخطی بزرگی است که از مقدار زیادی از اینرسی برای ایجاد نیروی الکتریسیته استفاده می­کند در این صورت انشعابات و طراحی شبکه­ی هوشمند بر روی سیستم­های کنترل باید به منظور اطمینان دادن به اینکه پیشرفت­های مورد انتظار در عملکرد انجام شده است مدل سازی، شبیه سازی و طراحی گردد.

مجتمع سازی موفق ابزارها و سیستم­های شبکه­ی هوشمند باید ملاحظات قابلیت اطمینان بالقوه مانند ناپایداری، پایداری بلند مدت، پایداری اندک در سیگنال، پایداری ولتاژ و حمله­ی هدفمند cyber یا خطاهای غیرعمدی IT/ ارتباطات و موضوعات مربوط به طراحی عنصر مانند ملاحظات مدار کوچک را نشان دهد. بعلاوه، اپراتورهای شبکه­ی هوشمند نیاز به مدل­های پیشرفته­های برای مشخص کردن تأثیرات نقص بر مبنای تعدادی بیشتر از حالت و جانمایی­ها دارند.

تکنولوژی­های شبکه­ی هوشمند ویژگی سیستم توزیع را تغییر می­دهند و آنها باید در برنامه ریزی و عملکردهای سیستم قدرت انبوه هماهنگ شوند.

مجتمع سازی کردن ابزارها و سیستم­های شبکه­ی هوشمند بر روی سیستم توزیع می­تواند ویژگی­های ثابت و پویای آن را تغییر دهد. مجتمع سازی موفق سیستم­ها/ ابزارهای شبکه­ی هوشمند باید ملاحظات مربوط به قابلیت اطمینان سیستم قدرت انبوه را که ناشی از این تغییرات است را نشان دهد. بعلاوه، اپراتورهای سیستم قدرت انبوه باید قابلیت رویت و مسیریابی را در هنگامی که ابتکارات شبکه­ی هوشمند باعث تغییر ویژگی سیستم­های توزیع می­گردد را افزایش دهند. سیستم­های امنیت و کنترل cyber مستلزم افزایش دادن قابلیت اطمینان است.

قدرت طراحی هماهنگ شبکه­ی هوشمند می­تواند حاملی را برای حمله­ی هدفمند cyber یا خطاهای غیرعمدی که سیستم قدرت انبوه را در بسیاری از نقاط مختلف ورودی و خروجی را تحت تأثیر قرار می­دهند فراهم کند مگر اینکه به دقت طراحی و بکار گرفته شود. بسیاری از سیستم­ها از تکنولوژی­های شبکه­ی هوشمند که برای عاملیت کنترل طراحی شده است و به خطاهای ناشی از سوء استفاده، ارتباطات نادرست با نقص­های سیستم تکنولوژی اطلاعات واکنش نشان نمی­دهند استفاده می­کنند. امنیت این سیستم­های کنترل می­تواند بصورت عمدی دچار نقص گردد و ممکن است به صورت غیرعمدی توسط نصب بهنگام درآوری­های نرم افزار و غیره تخریب گردد. این پیشرفت­ها مستلزم حمایت شدید از IT و آسیب پذیری­های سیستم ارتباطات است. روش­های عمیق دفاعی در هنگام سنجش ریسک می­توانند یک روش مناسب سازمانی را برای مدیریت اصول cyber فراهم کنند. استفاده از سنجش ریسک می­تواند در تعیین مقیاس­های دفاعی مناسب کمک کننده باشد.

بعلاوه، هم آهنگ سازی استاندارد بین سازمان­های پیشرفته­ی استاندارد آمریکای شمالی در کانادا و ایالات متحده­ی آمریکا برای بکارگیری موفق ابزارهای سیستم­های شبکه­ی هوشمند مهم می­باشد، در حالی که آسیب پذیری­های بالقوه­ی cyber را نشان می­دهد.

پژوهش و پیشرفت (R&D) نقش حیاتی در مجتمع سازی موفق شبکه­ی هوشمند دارد.

مدل سازی، تجزیه و تحلیل، تصمیم گیری پیچیده، چالش­های امنیتی سیستم cyber/ کنترل و طراحی سیستم­های پیچیده برگرفته شده از توان­های ورودی بسیار متغیر، همکاری نزدیک صنعت با دولت، سازمان­های R&D و دانشگاه­ها هستند که برای توسعه دادن مدل­های آینده، ساخت شبیه سازها و خلق سیستم­های آزمایش برای شناسایی و حل چالش­های بالقوه مورد نیاز می­باشند. بنابراین، R&D عنصر مهم در تکامل یافتن شبکه­ی هوشمند است و برای کسب مزایا از یکپارچه سازی ابزارها و سیستم­های هوشمند مورد نیاز هستند در حالی که قابلیت اطمینان سیستم قدرت انبوه را حفظ می­کنند.

**پیشنهادات**

این ارزیابی مقدماتی نتیجه می­گیرد که مجتمع سازی موفق ابزارها و سیستم­های شبکه­ی هوشمند می­تواند باعث توسعه­ی قابلیت اطمینان سیستم الکتریکی گردد. مجتمع سازی آنها منجر به تغییرات متوالی در سیستم قدرت انبوه در امتداد با اپراتورهایی می­گردد که نیاز به قابلیت رویت و مسیریابی بیشتر منابع بر روی سیستم­های توزیع دارند. نتیجه گرفته شده است که سیستم قدرت انبوه باید قابلیت اطمینان را حفظ کند. به منظور نشان دادن این موضوعات، یک نیروی کار برنامه­ی شغلی را توسعه داد که مراحل بعدی را برای مجتمع سازی موفق ابزارات و سیستم­های شبکه­ی هوشمند تعیین می­کند.