

نشریه علمی-تخصصی

پژوهش‌های نوین مهندسی

ISSN: 2538-3809

فصلنامه پژوهش‌های نوین علوم مهندسی
سال چهارم، بهار ۱۳۹۷، شماره ۲۴، جلد دو

امکانسنجی استفاده از DEA به جای MDEA در بخش

اسکات واحد SRU پالایشگاه آبادان

علیرضا صدرانیا، محمد اسماعیل درستکار، فریدون
ابراهیم‌نخلی، طه قیامی، محمد عیسی‌زاده، حسین عباسیان

افزایش انعطاف‌پذیری و کنترل ولتاژ و فرکانس

ریز شبکه با استفاده از ذخیره‌سازها در حالت جزیره‌ای
عباداله عموزاد مهدیرجی، سید محمد شریعتمدار

شناسایی و اولویت‌بندی انواع ریسک در پروژه‌های

روستایی و پاسخ به آن‌ها

محمد جواد طاهری امیری، امید لطفی عمران، بهزاد حسن
نتاج

بهبود قابلیت اطمینان نقاط بار مشترکین براساس

مدل احتمالاتی برای سیستم حفاظتی میکرو شبکه مبتنی

بر الگوریتم هوشمند هایپرید خفاش و نلدرمید

بابک صفری چاپک، حمد عاشوری، کیوان چوپانی

بررسی تاثیر مدت زمان حرکت قوی زمین بر روی

سازه سیلو بتنی

سهراب صدرایی، علیرضا مرتضایی

پژوهش‌های نوین علوم مهندسی

فصلنامه پژوهش‌های نوین علوم مهندسی،
سال چهارم، شماره ۲ (پیاپی: ۲۴)، بهار ۱۳۹۸
ISSN: 2538-3809

صاحب امتیاز و مدیر مسئول:
امیرحسین یوسفی
سر دبیر: میلاد فتاحی
مدیر داخلی: منیژه ملائی

اعضای شورای علمی نشریه:

جناب آقای دکتر محمدعلی ارجمند، دانشگاه تربیت دبیر شهیدرجایی
جناب آقای دکتر شهروز اسدی، دانشگاه شهید بهشتی
جناب آقای دکتر رضا افضل، دانشگاه خواجه نصرالدین طوسی
جناب آقای دکتر علی جباری، دانشگاه اراک
سرکارخانم دکتر ساغر جارچی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی
جناب آقای دکتر چنگیز دهقانپان، دانشگاه تهران
جناب آقای دکتر نعمت حسینی، دانشگاه شهید بهشتی
سرکارخانم دکتر راحله خادمیان، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی
جناب آقای دکتر علی رحمانی، دانشگاه تربیت دبیر شهیدرجایی
سرکارخانم دکتر فائزه رحمانی، دانشگاه خواجه نصرالدین طوسی
جناب آقای دکتر قدرت الله رودینی، دانشگاه سیستان و بلوچستان
جناب آقای دکتر محبعلی رهدار، دانشگاه سیستان و بلوچستان
جناب آقای دکتر مرتضی زیودار، دانشگاه سیستان و بلوچستان
جناب آقای دکتر محمدحسین کاظمی، دانشگاه شاهد
جناب آقای دکتر علی فروغی، دانشگاه تبریز
جناب آقای دکتر علی لکی روحانی، دانشگاه زنجان
جناب آقای دکتر سیدحمید هاشمی، دانشگاه اراک

دفتر نشریه:

۰۲۱ ۳۳ ۲۰ ۲۴۸۷ ۰۲۱ ۴۳ ۸۵ ۷۱ ۲۴
۰۲۶ ۳۲ ۷۲ ۴۷۸۷ ۰۲۶ ۳۲ ۷۴ ۷۱ ۵۸
تهران: افسریه ۱۵، متری چهارم، کوچه ۳۸، پلاک ۲۸، واحد ۲

انتشارات هنر و علوم دانشگاهی

تهران، افسریه، ۱۵ متری اول، کوچه ۲۸، پلاک ۲۹۳
تلفن: ۰۲۱ ۳۳ ۸۴ ۵۷ ۹۲

۹۰
۳۰

فراخوان پذیرش مقاله

توسعه پرشتاب و گسترده علوم به ویژه در حوزه فنی و مهندسی، انجام اقدامات علمی برای معرفی دستاوردهای علمی را بیش از پیش ضروری کرده است. توسعه پایدار ایران اسلامی، مستلزم ایجاد زیرساخت‌های علمی به ویژه در حوزه علوم مهندسی است. موسسه مدیریت دانش شباک با همکاری اساتید برجسته دانشگاهی با هدف معرفی پژوهش‌های علوم مهندسی و ایجاد فرصتی برای تبادل مطالعات و تجارب در این حوزه، نشریه پژوهش‌های نوین علوم مهندسی را منتشر می‌کند.

تحریریه به منظور انتشار گسترده پژوهش‌های روزآمد از اساتید، صاحب‌نظران، مهندسان، دانشجویان، کارشناسان، پژوهشگران و علاقه‌مندان علوم مهندسی، دعوت می‌کند تا با ارائه مقالات علمی ارزشمند خود، از طریق وبسایت نشریه به نشانی www.nres.ir ضمن مشارکت فعال به غنای این نشریه کمک نمایند. برای ارسال مقاله به نشریه کافی است تا در وبسایت نشریه ثبت‌نام نموده و با ورود به پنل کاربری، مقاله خود را ثبت کنید. پس از بررسی اولیه و داوری علمی از طرف تحریریه جهت انتشار مقاله با نویسنده مسئول تماس گرفته می‌شود.

موضوعات نشریه پژوهش نوین علوم مهندسی:

- مهندسی صنایع
- مهندسی عمران
- مهندسی مکانیک
- مهندسی معدن
- مهندسی هوا فضا
- مهندسی مواد و متالورژی
- مهندسی برق و الکترونیک
- مهندسی انرژی و فیزیک
- مهندسی شیمی، نفت و پلیمر
- مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات
- مبانی علوم مهندسی
- مدیریت دانش در علوم مهندسی

فهرست مقالات

عنوان مقاله	صفحه
امکان‌سنجی استفاده از DEA به جای MDEA در بخش اسکات واحد SRU پالایشگاه آبادان	۱
علیرضا صدرا، محمد اسماعیل درستکار، فریدون ابراهیم‌نخلی، طه قیامی، محمد عیسی‌زاده، حسین عباسیان	
افزایش انعطاف‌پذیری و کنترل ولتاژ و فرکانس ریزش‌ شبکه با استفاده از ذخیره‌سازها در حالت جزیره‌ای	۵
عبداله عموزاد مهدیرجی، سید محمد شریعتمدار	
شناسایی و اولویت‌بندی انواع ریسک در پروژه‌های روستایی و پاسخ به آن‌ها	۱۳
محمد جواد طاهری امیری، امید لطفی عمران، بهزاد حسن نتاج	
بهبود قابلیت اطمینان نقاط بار مشترکین براساس مدل احتمالاتی برای سیستم حفاظتی میکرو شبکه مبتنی بر الگوریتم هوشمند هایبرید خفاش و نلدرمید	۲۱
بابک صفری چابک، حمد عاشوری، کیوان چوپانی	
بررسی تاثیر مدت زمان حرکت قوی زمین بر روی سازه سیلو بتنی	۳۵
سهراب صدرا، علیرضا مرتضایی	

امکان‌سنجی استفاده از DEA به جای MDEA در بخش اسکات واحد SRU پالایشگاه آبادان

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۳/۰۶

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۴/۰۴

علیرضا صدرانیا^۱، محمد اسماعیل درستکار^۲، فریدون ابراهیم
نخلی^۳، طه قیامی^{۳*}، محمد عیسی زاده^۳، حسین عباسیان^۳

چکیده

امروزه در پالایشگاه‌ها به منظور حذف گازهای اسیدی مانند سولفید هیدروژن و دی‌اکسید کربن در واحدهای شیرینسازی گاز از آمین‌ها استفاده می‌شود. در واحد SRU پالایشگاه آبادان که از دو بخش کلوس و اسکات تشکیل شده است بر اساس طراحی از MDEA جهت شیرین‌سازی گاز استفاده می‌شود. با توجه به اتمام این حلال در یک دوره در پالایشگاه و زمان‌بر بودن پروسه خرید آن و همچنین عواملی مانند گران‌قیمت بودن و عدم تولید آن در ایران، در این مقاله به بررسی استفاده از DEA به جای MDEA در بخش اسکات واحد SRU پرداخته شده است. نتایج شبیه‌سازی با نرم‌افزار Aspen HYSYS نشان می‌دهد که استفاده از DEA به جای MDEA در بخش اسکات باعث افزایش جذب دی‌اکسید کربن می‌شود که ارسال آن به بخش کلوس منجر به تجمع دی‌اکسید کربن و به تبع آن بروز مشکل در واحد خواهد شد. از این رو در بخش اسکات واحد SRU باید فقط از آمین‌های نوع سوم مانند MDEA که خاصیت انتخاب پذیری به سولفید هیدروژن دارند استفاده شود و تا زمان تهیه MDEA توسط پالایشگاه جهت راه‌اندازی بخش اسکات، فقط بخش کلوس واحد SRU می‌تواند در سرویس قرار گیرد.

واژگان کلیدی: آمین، اسکات، کلوس، DEA، MDEA

۱- رئیس مهندسی پالایش پالایشگاه آبادان

۲- مسئول مهندسی واحدهای شیرین‌سازی گاز و SRU

۳- مهندس ارشد واحدهای شیرین‌سازی گاز و SRU: tahaghiyami@gmail.com

گازهای همراه با نفت خام دارای مقدار زیادی سولفید هیدروژن و دی اکسید کربن می‌باشد. به گازهایی که دارای این گازهای اسیدی می‌باشند در اصطلاح گازترش نامیده می‌شود. با توجه به سمی بودن و اشتعال پذیری سولفید هیدروژن و ارزش حرارتی پایین دی اکسید کربن می‌بایست قبل از استفاده در مصارف مختلف از گاز زدوده شوند. فرآیند جداسازی گازهای اسیدی از گازترش، شیرین سازی گاز نامیده می‌شود. به طور کلی روش‌های شیرین سازی گاز را می‌توان به چهار دسته فرآیند شیرین سازی در بسترهای جامد، فرآیند شیرینسازی با حلال‌های فیزیکی، فرآیند شیرین سازی با حلال‌های شیمیایی و فرآیند شیرین سازی به روش تبدیل مستقیم تقسیم‌بندی کرد.

امروزه به منظور حذف گازهای اسیدی در پالایشگاه‌ها از فرآیند جذب و استفاده از حلال‌های آمین جهت شیرینسازی گازترش استفاده می‌شود. حلال‌های آمین بازهای آلی ضعیفی هستند که در دمای معمولی گازهای اسیدی را جذب کرده و در دمای بالاتر آن‌ها را دفع می‌نمایند. آمین‌ها مواد آلی نیتروژن دار می‌باشند که از ترکیب مواد آلی مخصوص با آمونیاک به دست می‌آیند. در واکنش اصلی یکی از هیدروژن‌ها با رادیکال آزاد یک ماده شیمیایی آلی تعویض می‌گردد. آمین‌ها بر اساس تعداد گروه‌های آلی متصل به اتم نیتروژن به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۱- آمین‌های نوع اول مانند مونواتانول آمین (MEA) و دی گلیکول آمین (DGA)

۲- آمین‌های نوع دوم مانند دی اتانول آمین (DEA) و دی ایزو پروپانول آمین (DIPA)

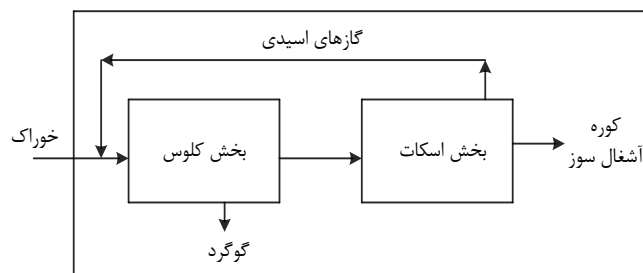
۳- آمین‌های نوع سوم مانند تری اتانول آمین (TEA) و متیل دی اتانول آمین (MDEA)

انتخاب نوع آمین در فرآیندهای شیرینسازی گاز علاوه بر مقدار و سرعت جذب، به عوامل دیگری مانند انرژی موردنیاز برای احیا حلال، خاصیت خوردگی، قیمت حلال و همچنین مشخصات گاز شیرین شده نیز بستگی دارد [۱، ۲]. محدوده غلظت آمین مورد استفاده شده جهت شیرین سازی گاز برای آمین‌های نوع اول، دوم و سوم به ترتیب در حدود ۲۰-۵۰، ۳۰-۱۵ و ۲۰-۵ درصد وزنی می‌باشد [۳]. آمین‌های نوع سوم مانند MDEA به علت ویژگی‌هایی مانند غلظت بالای حلال، فشار بخار پایین، جذب انتخابی سولفید هیدروژن، خوردگی کم حتی در غلظت‌های بالا، انرژی کمتر جهت احیا و فسادپذیری کمتر در فرآیندهای شیرین سازی گاز نسبت به آمین‌های نوع اول و دوم ارجحیت دارند. از معایب این نوع آمین می‌توان به تمایل به فوم در غلظت‌های بالا، قیمت بالای آن و عدم تولید در داخل کشور اشاره کرد.

در واحد SRU پالایشگاه آبادان بر اساس طراحی از MDEA جهت شیرینسازی گاز استفاده می‌شود. با توجه اتمام این حلال در پالایشگاه در یک دوره و زمان بر بودن پروسه خرید آن و همچنین عواملی مانند گران قیمت بودن و عدم تولید آن در ایران، در این مقاله به امکان‌سنجی تغییر حلال و استفاده از DEA به جای MDEA در این واحد پرداخته شده است.

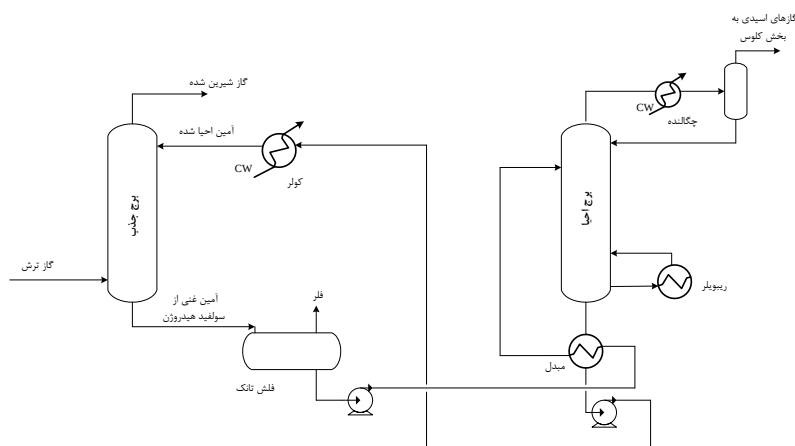
۲- شرح فرایند

واحد SRU جهت تبدیل سولفید هیدروژن گرفته شده از گازهای ترش به گوگرد طراحی شده است. واحد SRU پالایشگاه آبادان که تحت لیسانس شرکت شل ۱ است دارای دو بخش کلوس ۲ و اسکات ۳ می‌باشد. بخش کلوس نیز دارای دو بخش حرارتی و کاتالیست می‌باشد که بازده تولید گوگرد در آن حدود ۹۵ درصد می‌باشد. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود بخش اسکات در انتهای بخش کلوس و به منظور افزایش بازده تبدیل سولفید هیدروژن به گوگرد از ۹۵ به ۹۹/۸ درصد طراحی شده است. در این بخش گازهای خروجی از بخش کلوس به جای ارسال مستقیم به کوره آشغال سوز، پس از پیش گرم شدن وارد یک راکتور می‌شوند تا همه ترکیبات گوگرددار آن پس از واکنش با هیدروژن به سولفید هیدروژن تبدیل شوند. گازهای خروجی از آن پس از خنک سازی وارد یک بخش آمین می‌شود تا سولفید هیدروژن آن گرفته و به عنوان خوراک بخش کلوس به ابتدای واحد ارسال گردد و مابقی گاز به کوره آشغال سوز هدایت می‌شود.



شکل ۱- واحد SRU

همان‌طور که بیان شد گاز سولفید هیدروژن در بخش اسکات واحد SRU در یک بخش آمین جهت ارسال به ابتدای بخش کلوس گرفته می‌شود. در شکل ۲ شمایی ساده از بخش آمین واحد SRU نشان داده شده است. در فرآیند جذب گاز ترش از پایین و حلال آمین از بالا وارد برج جذب می‌شود. گازهای اسیدی در طول برج جذب حلال می‌گردند و گاز شیرین از بالای آن و محلول آمین غنی شده از گازهای اسیدی از پایین آن خارج می‌شود و برای احیا شدن و از دست دادن گازهای اسیدی و استفاده مجدد در برج جذب وارد برج احیا می‌شود [۴].



شکل ۲- شمایی ساده از بخش آمین واحد SRU

۳- شبیه‌سازی

همان‌طور که قبلاً بیان شد در بخش اسکات واحد SRU بر اساس طراحی از محلول ۴۰ درصد وزنی MDEA جهت شیرین سازی گاز و گرفتن سولفید هیدروژن از آن استفاده شده است. از این‌رو در ابتدا به شبیه‌سازی این بخش با نرم‌افزار Aspen HYSYS پرداخته شده است. سپس و جهت بررسی امکان تغییر آمین به شبیه‌سازی این بخش با استفاده از محلول ۳۳ درصد وزنی DEA پرداخته شده است. در شبیه‌سازی‌های انجام شده همه شرایط فرآیند جزء نوع حلال یکسان در نظر گرفته شده است.

۴- نتایج و بحث

نتایج شبیه‌سازی‌های انجام شده بخش آمین واحد SRU پالایشگاه آبادان با نرم‌افزار Aspen HYSYS برای MDEA و DEA در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- نتایج شبیه‌سازی‌های انجام‌شده با نرم‌افزار Aspen HYSYS برای MDEA و DEA

آمین		آیتم
DEA (۲۳ درصد وزنی)	MDEA (۴۰ درصد وزنی)	
۱۱۶۳۰	۱۱۶۳۰	خوراک برج جذب (کیلوگرم در ساعت)
۲/۱	۲/۱	سولفید هیدروژن در خوراک (درصد وزنی)
۱۶/۵	۱۶/۵	دی‌اکسید کربن در خوراک (درصد وزنی)
۱/۲۳	۰/۰۷۶	سولفید هیدروژن در گاز شیرین شده (درصد وزنی)
۶/۷۶	۱۴/۴۷	دی‌اکسید کربن در گاز شیرین شده (درصد وزنی)
۴۵/۵	۹۶/۵	درصد جذب سولفید هیدروژن
۶۲/۲	۱۶/۷	درصد جذب دی‌اکسید کربن
۱۳۰۵	۵۵۷	گازهای اسیدی ارسالی از بخش اسکات به کلاس (کیلوگرم در ساعت)

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌کنید مقدار جذب دی‌اکسیدکربن در صورت استفاده از DEA به مراتب بیشتر از MDEA می‌باشد که این به علت عدم اتصال اتم هیدروژن به اتم نیتروژن در ساختار موکولی MDEA می‌باشد. دی‌اکسید به‌طور مستقیم با آن واکنش نمی‌دهد و اگر آب در محلول نباشد MDEA قادر به واکنش با دی‌اکسید کربن نمی‌باشد. در ابتدا دی‌اکسید کربن با آب واکنش می‌دهد و تولید بی‌کربنات می‌کند سپس بی‌کربنات با آمین واکنش می‌دهد. تشکیل بی‌کربنات کند می‌باشد و سرعت واکنش MDEA با دی‌اکسیدکربن را کنترل می‌کند. درحالی‌که جذب سولفید هیدروژن به‌سرعت انجام می‌گردد، زیرا این واکنش فقط انتقال پروتون می‌باشد و نیازی به محیط آبی ندارد. نتایج شبیه سازی نیز نشان می‌دهد که مقدار برگشت دی‌اکسید کربن از بخش اسکات به بخش کلاس در زمان استفاده از DEA حدود چهار برابر زمانی است که از MDEA استفاده می‌شود که این منجر به تجمع دی‌اکسید کربن در واحد SRU و به تبع آن باعث بروز مشکل در این واحد خواهد شد. از دیگر مشکلات استفاده از DEA در این بخش مقدار جذب پایین سولفید هیدروژن می‌باشد که برای افزایش آن باید مقدار آمین گردشی را افزایش داد که در این صورت ظرفیت تجهیزات جوابگوی آن نخواهد بود. ازاین‌رو و با توجه به موارد بیان‌شده عملاً استفاده از DEA به جای MDEA در بخش اسکات واحد SRU امکان‌پذیر نمی‌باشد.

نتیجه‌گیری

همان‌طور که به آن اشاره شد یکی از خصوصیات آمین‌های نوع سوم مانند MDEA جذب انتخابی سولفید هیدروژن می‌باشد و این نوع آمین به‌طورکلی دی‌اکسیدکربن را بسیار کمتر از آمین‌های نوع اول و دوم جذب می‌کند. ازاین‌رو در مواردی مانند بخش اسکات واحد SRU که فقط جذب سولفید هیدروژن مدنظر می‌باشد و جذب دی‌اکسید کربن باعث بروز مشکلاتی در واحد خواهد شد فقط باید از این آمین‌ها استفاده کرد. در این مقاله با توجه اتمام این حلال در پالایشگاه آبادان در یک دوره و زمان‌بر بودن پروسه خرید آن و همچنین عواملی مانند گران‌قیمت بودن و عدم تولید آن در ایران به بررسی تغییر آمین از MDEA به DEA در بخش اسکات واحد SRU پالایشگاه آبادان پرداخته شد که نتایج شبیه‌سازی با نرم‌افزار Aspen HYSYS نیز نشان داد که عملاً امکان استفاده از DEA در این واحد به علت جذب دی‌اکسید کربن و مشکلاتی ناشی از آن وجود ندارد. ازاین‌رو تا زمان تهیه MDEA توسط پالایشگاه جهت راه‌اندازی بخش اسکات، فقط بخش کلاس واحد SRU می‌تواند در سرویس قرار گیرد.

منابع

- Spears, M. L., Hagan, k. M., Bullin, J. A. and Michalik, C. J. (1996). Converting to DEA/MDEA Mix Ups Sweetening Capacity, Oil & Gas Journal, vol.12, 63-67.
- Polasek, J.C., Inglesias-Silva, G. and Bullin, J. A. (1992). Using mixed amine solutions for gas sweetening, in Proceedings of the annual convention-gas processors association. Gas Processors Association.
- Polasek, J. and Bullin, J. (1984). Selecting amines for sweetening units, Energy Progress 4(3).p. 146-149.
- Mohamadirad, R., Hamlehdar, O. and Boor, H. (2011). Mixed amines application in gas sweetening plants. Chemical Engineering Transactions 24 .p. 265-270.

افزایش انعطاف پذیری و کنترل ولتاژ و فرکانس ریزشکته با استفاده از ذخیره‌سازها در حالت جزیره‌ای

عباداله عموزاد مهدیرجی^۱، سید محمد شریعتمدار^۲

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۲/۳۱

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۴/۰۲

چکیده

ریزشکته، شبکه کوچک تغذیه ولتاژ پایین است که برای تغذیه یک مجموعه بار حساس محلی طراحی می شود. ریزشکته شامل سیستم‌های تولید پراکنده، ذخیره‌سازهای انرژی توزیع شده و بارها می‌باشد. در بسیاری از آن‌ها توان مورد نیاز سیستم با استفاده از منابع تجدیدپذیر که طبیعت نامطمئن و متغیر دارند تأمین می‌شود که این امر کنترل این سیستم‌ها را سخت‌تر از سیستم‌های قدرت متداول می‌کند. نوسانات در توان تولیدشده ممکن است موجب برخی مشکلات در عملکرد کنترل معمولی شود. عملکرد مناسب یک ریزشکته تنها در صورت وجود یک سیستم کنترل مناسب امکان پذیر است و سیستم‌های قدرت مدرن نیاز به افزایش اطلاعات و انعطاف‌پذیری در کنترل و بهینه‌سازی دارند تا از قابلیت حفظ تعادل تولید و بار تحت اختلالات شدید اطمینان حاصل شود. در این مقاله، عملکرد کنترل ولتاژ و فرکانس ریزشکته جزیره‌ای با استفاده از کنترل VBD توسعه یافته انجام شده و هدف آن افزایش انعطاف‌پذیری در کاربردهای ذخیره‌سازهای انرژی است. پس از مقدمه، به بررسی ریزشکته و منابع تولید توان و روش کنترل VBD و کنترل آن بر ذخیره‌سازها پرداخته شده است. شبیه‌سازی در نرم افزار MATLAB شامل پاسخ گذرا و پویای ریزشکته نوعی ارائه شده و مقایسه حضور ذخیره‌سازها بر کنترل ولتاژ و فرکانس ریزشکته بررسی شده است.

واژگان کلیدی: ریزشکته، کنترل VBD، ذخیره‌ساز انرژی، انعطاف‌پذیری

۱- گروه مهندسی برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری، ساری، ایران. Ebad.amouzad@gmail.com

۲- گروه مهندسی برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نراق، نراق، ایران. Shariatmadar@iau-naragh.ac.ir

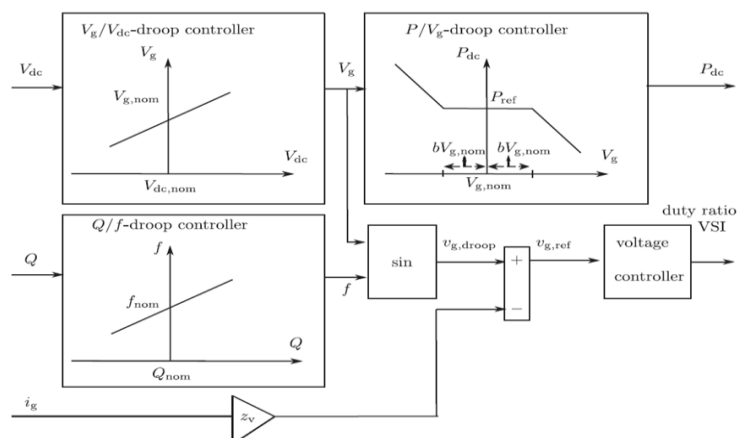
۱- مقدمه

مفهوم ریزشبهه، یک گروه از بارها و عملکرد ریز منابع، به عنوان یک سیستم قابل کنترل فرض می‌شود که برق و حرارت هر دو را در یک منطقه تهیه می‌کند. این مفهوم یک نمونه جدید، برای معرفی عملکرد تولید و توزیع می‌باشد. مزیت ریزشبهه این است که می‌تواند به عنوان یک باتری کنترل شده سیستم قدرت باشد. برای مثال این باتری می‌تواند به عنوان یک بار قابل توزیع باشد که می‌تواند پاسخگویی ثانیه‌ای در مقابل احتیاجات دیده شده‌ی سیستم انتقال باشد. برای مشتری، ریزشبهه می‌تواند برای نیازهای خاص دیده شده طراحی شود، مانند بالا بردن قابلیت اطمینان محلی، کاهش افت فیدرها، پشتیبانی ولتاژ محلی، مهیا ساختن افزایش راندمان از طریق استفاده از گرمای تلف شده، اصلاح ضعف ولتاژ یا تهیه نقش‌های پشتیبانی برق. یک ریزشبهه می‌تواند به عنوان یک شبکه ولتاژ پایین واحدهای تولیدی برق باشد، ابزارهای ذخیره سازی و بارهای مستعد برای تهیه یک منطقه محلی مانند مناطق برون شهری، مناطق صنعتی یا تجاری با برق و حرارت الکتریکی فرض می‌شود. ریزشبهه با پاسخگویی سریع توسط الکترونیک قدرت و حضور آن‌ها به صورت تنها واسط می‌تواند متصل به شبکه برق سنتی باشد و یا می‌تواند در حالت مجزا، به عنوان یک سیستم برق مورد پشتیبانی به واسطه خودش عمل کند [۱-۶]. ریزشبهه می‌تواند به شبکه اصلی در نقطه کوپل متداول (PCC) متصل باشد. ابزارهای عایق کاری در ایزوله کردن ریزشبهه از شبکه اصلی استفاده می‌گردد. واحدهای تولیدات پراکنده، مسئول تولید الکتریسیته هستند که شامل نوع دوار و نوع تولید اینورتری است. انواع چرخشی شامل موتورهای AC، توربین‌های گازی، میکروآلترناتور (دستگاه تولید برق متناوب) است، درحالی که نوع اینورتر شامل فوتو ولتائیک، پیل‌های سوختی و توربین‌های بادی هستند. هر دو نوع، دوار و اینورتری، نیازمند به مبدل‌های الکترونیک قدرت به عنوان واسط تولیدکننده و شبکه می‌باشند. رنج توان واحد DG درمقیاس کوچک در حدود 4 kW تا 10000 kW است. واحدهای ذخیره‌سازی انرژی برای هماهنگ کردن جریان برق در حالت عملکرد جزیره‌ای و همچنین استفاده از کنترل جریان برق شبکه اصلی ضروری است. آن‌ها در بهبود بخشیدن کیفیت برق و شرکت در کنترل ولتاژ کمک می‌نمایند. باتری‌ها، چرخ طیار، ابر خازن‌ها، ابر سلف‌های ذخیره‌ساز انرژی مغناطیسی و غیره می‌توانند به ذخیره انرژی کمک کنند. همه این ابزارها باز هم نیازمند ابزارهای الکترونیک قدرت واسط هستند. یک سیستم کنترل برای بهره‌برداری مناسب ریزشبهه در حالت‌های مختلف عملکرد وجود دارد. این سیستم می‌تواند بر پایه‌ی یک کنترل‌کننده مرکزی یا کنترل‌کننده پراکنده باشد. انتخاب کنترل‌کننده، وابستگی اساسی به حالت بهره‌برداری ریزشبهه و نیازهای آن دارد. هدف ریزشبهه، به کار گرفتن ولتاژ نامی و فرکانس توسط یک سیستم پایدار در طول همه‌ی حالت های بهره‌برداری می‌باشد [۷-۱۳].

هدف این مقاله به کارگیری منابع ذخیره‌ساز انرژی در ریزشبهه برای کنترل ولتاژ و فرکانس آن می‌باشد. امروزه به دلیل آشکار شدن مزایای ریزشبهه، استفاده از منابع تجدیدپذیر و ذخیره‌سازهای انرژی افزایش یافته است و بنابراین این سیستم‌ها باید قابلیت کنترل ریز شبکه‌ها را داشته باشد. روش VBD برای هماهنگی این نیروها با ذخیره‌سازی انرژی پیشنهاد می‌شود تا در مواقع لزوم به تنظیم ولتاژ و فرکانس ریزشبهه و تامین انرژی بیشتر بارها ریز شبکه کمک کند.

۲- کنترل افت مبتنی بر ولتاژ

کنترل افت مبتنی بر ولتاژ (VBD) برای ریزشبهه ایزوله یک نوع دیگری از نوعی کنترل افت P/V است که بر یکپارچگی مطلوب انرژی تجدیدپذیر در شبکه متمرکز شده و همچنین شامل یک کنترل‌کننده باس dc است. همان‌طور که یک کنترل‌کننده اولیه محلی بدون برقرار کردن ارتباط است، کنترل‌کننده VBD مسئولیت ایجاد قابلیت اطمینان سیستم را بر عهده دارد. این کنترل‌کننده VBD با توجه به فقدان اینرسی، خطوط مقاومت و سهم بالای انرژی‌های تجدیدپذیر که ویژگی‌های خاصی از ریزشبهه‌های ایزوله ولتاژ پایین هستند مورد توجه قرار گرفته است [۱۴].

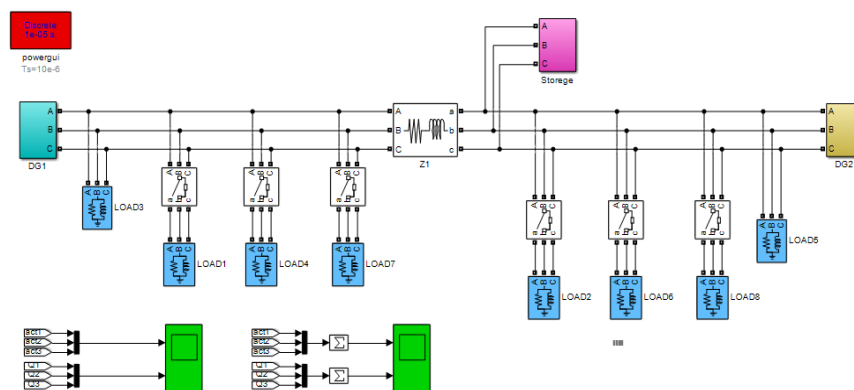


شکل ۱- کنترل کننده VBD و حلقه امیدانس مجازی

این کنترل کننده ارائه دهنده انعطاف پذیری بالایی برای پاسخگویی به انواع مختلف منابع انرژی پراکنده برای اطمینان از عملکرد پایدار ریز شبکه است. این واحدها در یک دستور اولویتی از پیش تعیین شده، بدون نیاز به برقراری ارتباط استفاده می شوند. این کنترل فراتر از وضعیتی است که از رویکرد تناسب و فراموش برای ادغام DG استفاده می کند که محدودیت تعداد منابع تجدید پذیر در شبکه را تعیین می کند. در کنترل VBD، کنترل کننده افت P/V به دو کنترل کننده افت، کنترل کننده افت V_g/V_{dc} و P_{dc}/V_g تقسیم می شود که V_g مقدار rms ولتاژ پایانه، V_{dc} ولتاژ پیوند dc و P_{dc} توان سمت DC است.

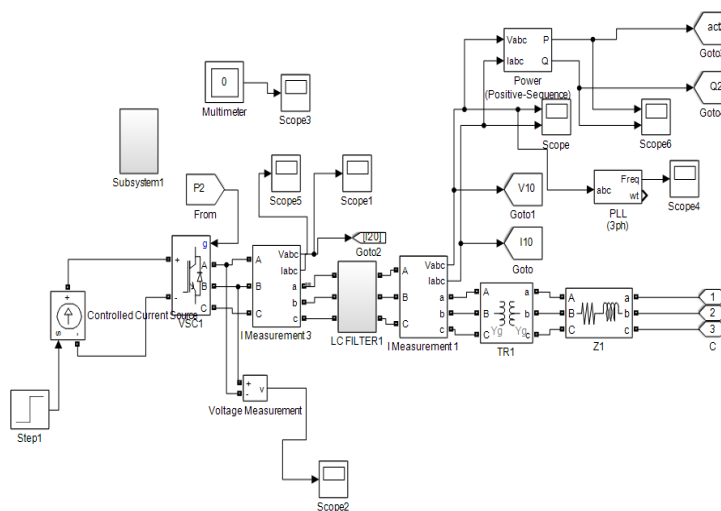
۳- شبیه سازی سیستم مورد نظر

در این بخش نحوه شبیه سازی ریز شبکه و نتایج حاصل از شبیه سازی در محیط Simulink/matlab ارائه می گردد. ریز شبکه شامل دو واحد DG و یک واحد ذخیره ساز انرژی و هشت مصرف کننده است که شش مصرف کننده قابل قطع و وصل هستند.

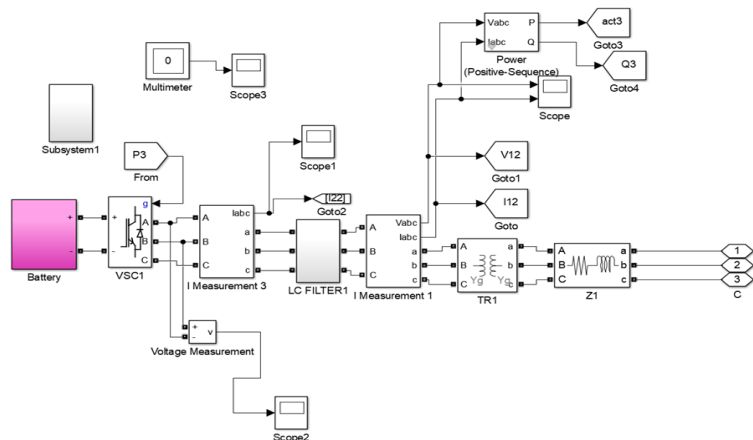


شکل ۲- شمای کلی شبیه سازی

همان طور که ملاحظه می شود ریز شبکه دارای دو واحد DG و یک واحد ذخیره کننده انرژی است که ساختار داخلی هر کدام در شکل های ۳ تا ۴ ارائه شده است.

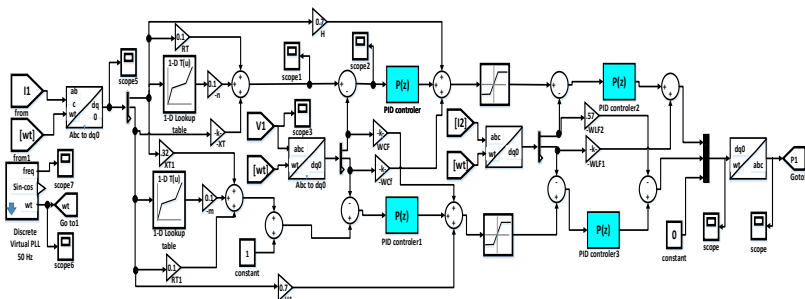


شکل ۳- شمای ساختار داخلی واحد DG اول

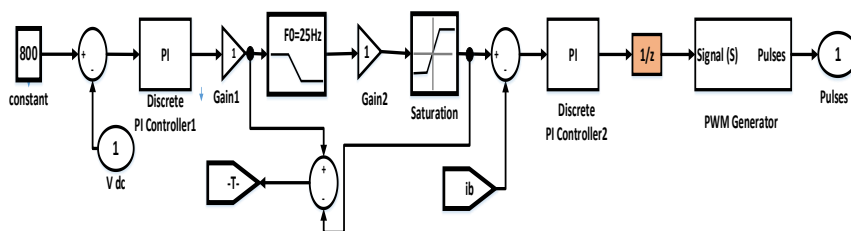


شکل ۴- شمای ساختار داخلی واحد ذخیره ساز انرژی

در شکل ۵ بخش کنترلی توان اکتیو و راکتیو DG همراه با کنترل ولتاژ-فرکانس و کنترل افت و ۶ بخش کنترل ذخیره ساز نشان داده شده است.



شکل ۵- بخش کنترلی توان اکتیو و راکتیو DG همراه با کنترل ولتاژ- فرکانس و دروپ کنترل



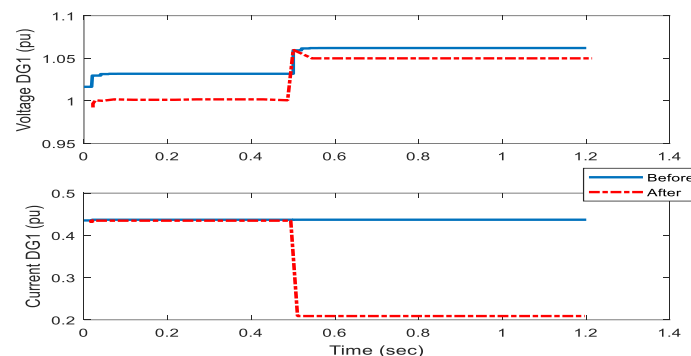
شکل ۶- بخش کنترلی ذخیره ساز (باتری)

۴- آنالیز نتایج حاصل از شبیه سازی

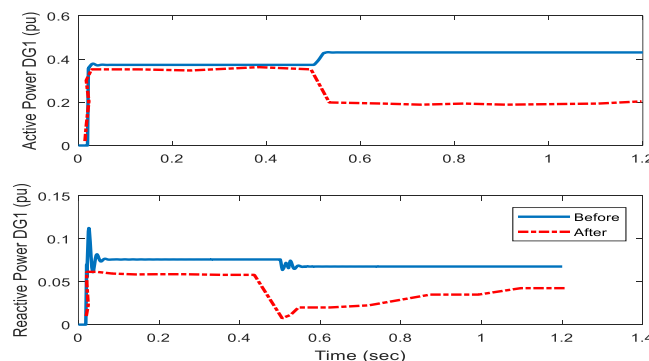
شبیه سازی نشان می دهد که عنصر ذخیره سازی به تنهایی یک اثر مثبت قابل توجهی بر روی عملکرد ریزشبه داشته است. همکاری بین عنصر ذخیره سازی و واحدهای انعطاف پذیر DG، از طریق کنترل VBD، کمک می کند تا از نقض محدودیت ولتاژ با استفاده از حداقل محدود سازی منابع انرژی تجدید پذیر جلوگیری شود. همچنین، کنترل کننده های VBD واحد DG و عنصر ذخیره سازی به طور مناسب در تأمین بهره برداری قابل اعتماد، اولویت بندی در فعال کردن تغییرات توان خروجی و در کنترل ولتاژ با هم عمل می کنند. برای رویت دقیق این امور ریزشبه در دو حالت گذرا و دینامیکی مورد بررسی قرار گرفته شده است.

۴-۱- بررسی حالت گذرا

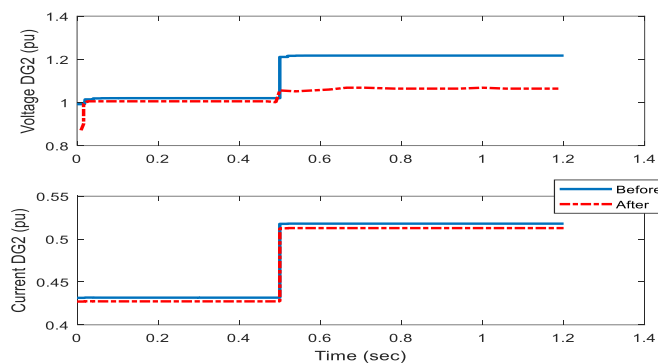
واحد DG2 از طریق یک امپدانس خط 0.5 اهم به بار 15 اهم متصل می شود که به نوبه خود به عنصر ذخیره سازی از طریق یک امپدانس خط 2 اهم متصل می شود. اثرات گذرا پس از تغییرات خروجی واحد DG مورد بررسی قرار می گیرد. از $0 < t < 0.5$ ثانیه توان خروجی اسمی واحد DG2 برابر 2 کیلووات است، از $0.5 < t < 1.2$ ثانیه به $2/5$ کیلووات افزایش می یابد. دو حالت در نظر گرفته می شود که در حالت اول عنصر ذخیره سازی وجود ندارد و در حالت دوم عنصر ذخیره سازی وجود دارد. در حالت دوم یک عنصر ذخیره سازی در ریزشبه موجود است. این عنصر ذخیره سازی دارای حداکثر توان خروجی 3 کیلووات است و ظرفیت کافی را دارد، به طوری که SOC به طور قابل توجهی در این شبیه سازی تأثیر نمی گذارد. این عمل بدون باند توان ثابت است. یک ریزشبه مقیاس کوچک با تغییرات بزرگ توان در نظر گرفته شده است و می تواند به وضوح اثرات کنترل کننده ها را نشان دهد. در محدوده زمانی اول، ولتاژ پایانه عنصر ذخیره سازی زیر ارزش اسمی است، به طوری که در کنترل شبکه با ارائه توان اکتیو به ریزشبه نقش دارد. در آخرین دوره زمانی، واحد DG به طور قابل ملاحظه ای توان بیشتری را ارائه می دهد، به طوری که عنصر ذخیره سازی شروع به شارژ شدن می کند.



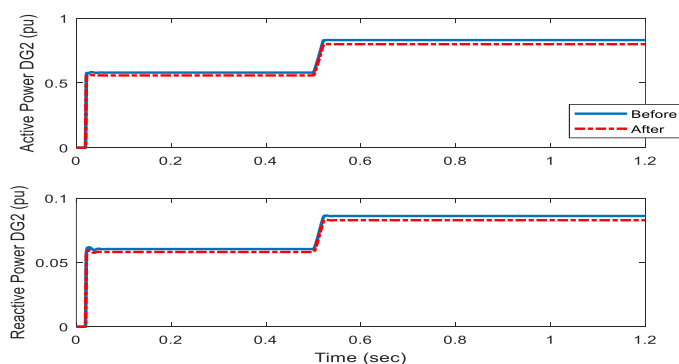
شکل ۷- ولتاژ و جریان برای حالت گذرا در حالت بدون/با عنصر ذخیره ساز



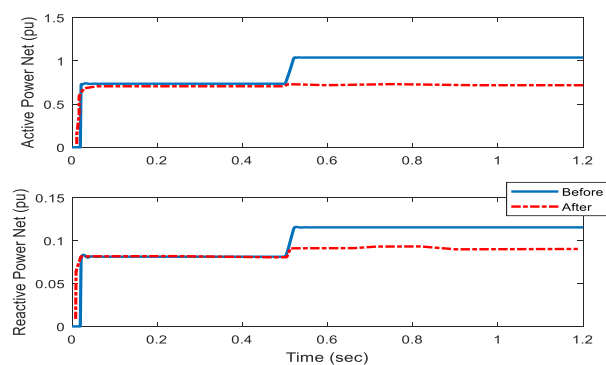
شکل ۸- توان اکتیو و راکتیو برای حالت گذرا در حالت بدون/با عنصر ذخیره ساز



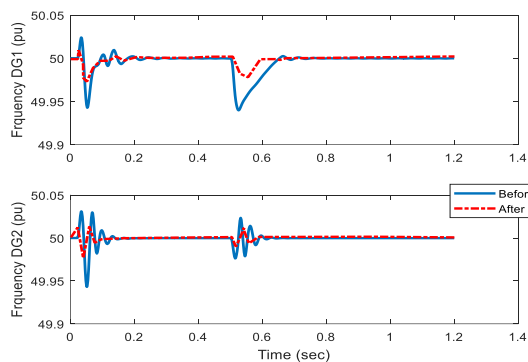
شکل ۹- ولتاژ و جریان DG2 برای حالت گذرا در حالت بدون/با عنصر ذخیره‌ساز



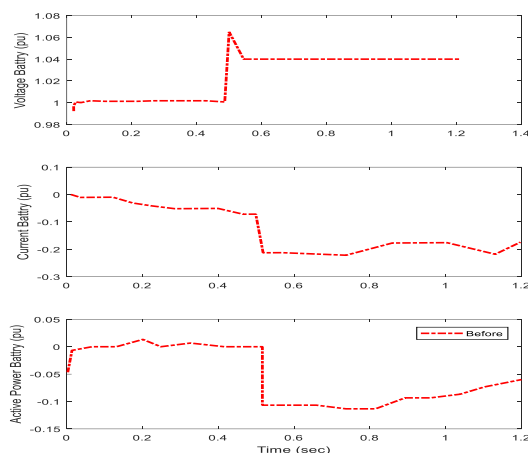
شکل ۱۰- توان اکتیو و راکتیو DG2 برای حالت گذرا در حالت بدون/با عنصر ذخیره‌ساز



شکل ۱۱- توان اکتیو و راکتیو شبکه برای حالت گذرا در حالت بدون/با عنصر ذخیره‌ساز



شکل ۱۲- فرکانس واحدهای DG در حالت بدون/با عنصر ذخیره‌ساز



شکل ۱۳- ولتاژ، جریان و توان اکتیو ذخیره‌ساز

۲-۴- بررسی حالت دینامیکی

در شبیه‌سازی قبلی، SOC عنصر ذخیره‌سازی به علت زمان شبیه‌سازی کوتاه، به طور قابل توجهی تغییر نکرده بود. در شبیه‌سازی‌های زیر، از مدل‌های میانگین استفاده می‌شود که قادر به شبیه‌سازی زمان طولانی‌تر است. در مدل‌های میانگین، عناصر ذخیره‌سازی و واحدهای DG به عنوان منابع ولتاژ با مرجع ولتاژ مشتق شده از کنترل VBD نمایش داده می‌شوند. از این رو، در مقایسه با شبیه‌سازی‌های قبلی، هیچ سوئیچ و کنترل‌کننده ولتاژ گنجانده نشده است. تنوع توان‌های اکتیو مورد بررسی قرار گرفته است (تغییرات فرکانس و توان راکتیو مورد مطالعه قرار گرفته است). دلیل خروج از جزئیات DG ویژه و ذخیره‌ساز این است که در اینجا، تعامل با شبکه به طور کلی در نظر گرفته شده است. مقیاس زمانی از نقطه نظر ذخیره‌ساز DG هنوز هم کوچک است (۱۶ ثانیه)، از نقطه نظر شبکه بزرگ هستند. اول، یک ریزش شبکه کوچک با تغییرات قابل توجه در SOC و بعد، یک ریزش شبکه بزرگتر با رویدادهای پویای بیشتری مورد مطالعه قرار می‌گیرد. تغییرات دینامیکی در بار و تولید شامل تغییرات خلاصه شده در جدول ۱ است. سه مورد مقایسه شده است. اول، واحد DG کاملاً غیر انعطاف‌پذیر در یک ریزش شبکه بدون ذخیره‌سازی، شبیه‌سازی شده است.

جدول ۱- تغییرات دینامیکی بار و توان تولیدی

واحد	زمان	مقدار
بار ۱	$0 < t < 16 \text{ s}$	20Ω
بار ۲	$0 < t < 3:5 \text{ s}$	$20 \Omega // 20 \Omega // 100 \Omega$
	$3:5 < t < 5:0 \text{ s}$	$20 \Omega // 100 \Omega // 100 \Omega$
	$5:0 < t < 16:0 \text{ s}$	$20 \Omega // 100 \Omega$
بار ۳	$< t < 16 \text{ s}$	25Ω
DG1	$< t < 16 \text{ s}$	Pref= 2 kW
DG2	$0 < t < 10 \text{ s}$	Pref = 4 kW
	$10 < t < 16 \text{ s}$	Pref = 6 kW

نتیجه‌گیری

امروزه با توجه به گسترش روز افزون نفوذ تولید پراکنده در شبکه برق و همچنین به وجود آمدن حالت جزیره‌ای به علت سوئیچینگ‌های ناشی از دلایل مختلفی مثل وقوع خطا یا سوئیچینگ از قبل تعیین شده، استراتژی‌های بهره‌برداری از تولیدات پراکنده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که هم به دلایل اقتصادی و بازار برق و هم حفظ پایداری شبکه وابسته است. در این مقاله پس از معرفی کامل شبکه‌های میکرو و تولید پراکنده و انواع تولیدات پراکنده و همچنین نحوه مدل کردن آنها در شبیه‌سازی، به بررسی استراتژی خاصی در بهره‌برداری از تولید پراکنده هنگام جزیره‌ای شدن شبکه میکرو پرداختیم که این استراتژی وارد مدار کردن واحدهای تولید پراکنده هنگام حالت جزیره‌ای را پیشنهاد می‌کند. در این مقاله، یک کنترل افت مبتنی بر ولتاژ برای عناصر ذخیره‌سازی در ریزش شبکه‌های جزیره‌ای ارائه شده است. این کنترل کننده ذخیره‌سازی به اندازه کافی با کنترل افت مبتنی بر

ولتاژ مشابه بر روی دیگر عناصر ریزشبهه مانند بارهای قابل کنترل و واحدهای DG همکاری می‌کند. به طوری که کنترل ریزشبهه بدون ارتباط هستند و عناصر ذخیره‌سازی به نحوی هماهنگ با دیگر عناصر شبکه به کنترل ریزشبهه کمک می‌کنند، این استراتژی به ثبات ریزشبهه منافع یک استراتژی کنترل سازگار را ارائه می‌دهد. به طوری که به طور عمل این سازگاری، اجرا و درک سریع مدیریت ریزشبهه را موجب می‌شود. برخی از شبیه‌سازی‌ها مورد بحث قرار گرفت که ابتدا تأثیرگذاری استراتژی کنترل را نشان می‌دهد و در مرحله دوم، شبیه‌سازی‌های گسترده‌تر، واکنش ولتاژ ناشی از کنترل‌کننده ژنراتورها و عناصر ذخیره‌سازی بر روی شبیه‌سازی‌های مختلف دینامیکی را نشان می‌دهد. این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از ولتاژ ترمینال برای کنترل اولیه برای ایجاد همکاری مناسب عناصر مختلف شبکه در کنترل ریزشبهه با یک استراتژی کنترل مشابه و بدون ارتباط بین واحد موثر است. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که حضور فقط ذخیره‌ساز می‌تواند بین ۴/۵ تا ۹/۵ درصد ولتاژ را بهبود دهد ولی زمانی که SOC ذخیره‌ساز به مقدار حداکثر خود می‌رسد دیگر قادر به تثبیت ولتاژ نیست. همچنین استفاده از VBD و ذخیره‌ساز ولتاژ را بین ۴/۵ تا ۱۲ درصد بهبود داد و حتی در زمانی که SOC ذخیره‌ساز به مقدار حداکثر خود می‌رسد، باز هم سیستم قادر به تثبیت ولتاژ است.

منابع

- Majumder, Ritwik. Modeling, stability analysis and control of microgrid. Diss. Queensland University of Technology, 2010.
- Caisheng Wang, "MODELING AND CONTROL OF HYBRID WIND/PHOTOVOLTAIC/FUEL CELL DISTRIBUTED GENERATION SYSTEMS," in MONTANA STATE UNIVERSITY Bozeman, Montana, 2006.
- G. Quinonez-Varela and A. Cruden, "Modelling and validation of a squirrel cage induction generator wind turbine during connection to the local grid," Generation, Transmission & Distribution, IET, vol. 2, pp. 301-309, 2008.
- V. Tine, M. Bart, D. Lieven, R. Bert, V. Lieven, "A control strategy for islanded microgrids with DC-link voltage control", IEEE Transactions on Power Delivery 2011;26(2):703-13
- Z. Xue-song, C. L. qiang, M. You-jie, "Research on control of micro grid, third international conference on measuring technology and mechatronics automation", vol. 2; 6-7 January 2011. p. 1129-32
- M. Ross, R. Hidalgo, C. Abbey, S. Joo, "Energy storage system scheduling for an isolated microgrid", IET Renewable Power Generation, 2011;5(2):117-23
- V. Ravikumar Pandi, A. Al-Hinai, Ali Feliachi "Coordinated control of distributed energy resources to support load frequency control" Energy Conversion and Management 105 (2015) 918-928
- Benjamin Kroposki, Richard DeBlasio, Marcelo Simões, Benefits of Power Electronic Interfaces for Distributed Energy Systems, IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION, VOL. 25, NO. 3, SEPTEMBER 2010.
- J. M. Andujar, F. Segura, and M. J. Vasallo, "Asuitable Model Plant For Control Of The Set Fuel Cell- DC/DC Converter," Renewable Energy, vol. 33, no. 4, pp. 813-826, Apr 2008.
- M. Ritwik, G. Arindam, L. Gerard, Z. Firuz, "Power management and power flow control with back-to-back converters in a utility connected microgrid", IEEE Transactions on Power Systems May 2010;25(2):821-34
- P. P. Varaiya, F. F. Wu, J. W. Bialek, "Smart operation of smart grid: risk-limiting dispatch", In: Proceedings of the IEEE, vol. 99(1); January 2011. p. 40-57
- K. Houshang, D. Edward, R. Iravani, "Multivariable servomechanism controller for autonomous operation of a distributed generation unit: design and performance evaluation", IEEE Transactions on Power Systems May 2010;25(2):853-64
- M. Ritwik, C. Balarko, G. Arindam, M. Rajat, L. Gerard, Z. Firuz, "Improvement of stability and load sharing in an autonomous microgrid using supplementary droop control loop", IEEE Transactions on Power Systems 2010;25(2):796-808
- Vandoorn, Tine L., et al. "Control of storage elements in an islanded microgrid with voltage-based control of DG units and loads." International Journal of Electrical Power & Energy Systems 64 (2015): 996-1006.

شناسایی و اولویت‌بندی انواع ریسک در پروژه‌های روستایی و پاسخ به آنها

محمدجواد طاهری امیری^۱، امید لطفی عمران^۲، بهزاد حسن‌نتاج^۳

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۲/۱۲

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۳/۲۵

چکیده

عدم اطمینان محیطی و شدت رقابت سازمانها و مدیران، آنها را با چالشهای متعدد مواجه ساخته است. برای مدیریت مؤثر این چالشها، رویکردهای نوین مدیریت و شایستگیهای خاص طرح و توصیه شده است. شناسایی و مدیریت ریسک یکی از رویکردهای جدید است که برای تقویت و ارتقای اثربخشی سازمانها مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور کلی، ریسک با مفهوم احتمال متحمل زیان و یا عدم اطمینان شناخته می‌شود که انواع مختلف و طبقه‌بندی‌های متنوع دارد. مدیریت ریسک در شرکت‌های ساختمانی موجب ارتقاء کیفیت و صرفه جویی در زمان و کنترل هزینه پروژه می‌شود. در این تحقیق، ریسک‌های پروژه‌های روستایی با استفاده از روش FMEA ارزیابی شدند و با استفاده از روش تصمیم‌گیری TOPSIS اولویت‌بندی شدند. نتایج نشان داد که ریسک عدم آگاهی دهیاران به مسائل فنی و پروژه‌های عمرانی و استفاده دهیاران از مسئول مالی کم تجربه به عنوان مهمترین ریسک‌ها شناسایی شدند و برنامه‌های واکنشی و مواجهه با ریسک در این بخش جهت ریسک نواحی بحرانی و مهم در نظر گرفته شده است و پس از آیتیم ریسک مربوط ارائه شده است.

واژگان کلیدی: چالش‌ها، ریسک، مدیریت ریسک، روش FMEA، روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، TOPSIS

۱- استادیار گروه عمران موسسه آموزش عالی پردیسان، مازندران، ایران

۲- دانشجوی دکترای عمران دانشگاه گیلان، گیلان، ایران

۳- کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت موسسه آموزش عالی طبری، بابل، ایران

۱- مقدمه

تحولات عمده در محیط کسب‌وکار مثل جهانی شدن کسب‌وکار و سرعت بالای تغییرات در فناوری، باعث افزایش رقابت و دشواری مدیریت در سازمانها گردیده است. در محیط کسب‌وکار امروز، مدیریت و کارکنان می‌بایست توانایی برخورد با روابط درونی و وابستگی‌های مبهم و بغرنج میان فناوری، داده‌ها، وظایف، فعالیت‌ها، فرایندها و افراد را دارا باشند. در چنین محیط‌های پیچیده‌ای سازمانها نیازمند مدیرانی هستند که این پیچیدگی‌های ذاتی را در زمان تصمیم‌گیری‌های مهمشان لحاظ و تفکیک کنند. مدیریت ریسک مؤثر که بر مبنای یک اصول مفهومی معتبر قرار دارد، بخش مهمی از این فرایند تصمیم‌گیری را تشکیل می‌دهد. روند اجرای مدیریت ریسک در پروژه‌های روستایی که به عنوان مطالعه موردی در نظر گرفته شده است به نحوی مطالعه و تدوین شده که مطابق با روش‌ها و دستورالعمل‌های تهیه شده در کمیته ریسک، راهبری و کنترل و پایش می‌شود. گزارش سه ماهه آن پس از دریافت توسط دبیرخانه کمیته ریسک به واحد توسعه و برنامه‌ریزی شرکت ارسال و سپس بازخورد آن به مدیر عامل جهت اخذ تصمیمات آتی گزارش می‌شود. با بهره‌گیری از رویکرد پروژه محور، هدف‌هایی را می‌توان محقق ساخت که دستیابی به آنها از طریق سازماندهی سنتی با تحمل دشواری‌های فراوان میسر بود. دانش مدیریت پروژه به جنبه‌های مختلفی از جمله مدیریت زمان، مدیریت هزینه و مدیریت کیفیت می‌پردازد. مدیریت زمان پروژه، شامل فرآیندهای ضروری برای مدیریت تکمیل به موقع پروژه است. که شامل تعریف فعالیت‌ها، ترتیب فعالیت‌ها، برآورد منابع فعالیت‌ها، برآورد مدت زمان فعالیت‌ها، توسعه‌ی زمان‌بندی و کنترل زمان‌بندی می‌باشد. مدیریت هزینه‌ی پروژه شامل فرآیندهای مرتبط با برآورد، بودجه‌بندی و کنترل هزینه‌ها است تا پروژه بتواند با بودجه مصوب، تکمیل شود. که شامل برآورد هزینه‌ها، تعیین بودجه و کنترل هزینه‌ها می‌باشد.

۲- پیشینه پژوهش

چان و همکاران، در پژوهش خود به پیاده‌سازی فرایند مدیریت ریسک و بکارگیری آن در مدیریت پروژه‌های عمرانی پرداختند. هدف از پیاده‌سازی فرایند مدیریت ریسک پروژه، شناسایی و ریشه‌یابی علل وقوع هر ریسک، تحلیل آن تا حد امکان، برنامه‌ریزی و اجرای روشهای واکنش و تخصیص ریسکها به عوامل ذی صلاح، به منظور کنترل مؤثر ریسک‌های ارجح هر پروژه می‌باشد. برای این منظور، در این پژوهش، یک روش اجرایی پیاده‌سازی مراحل فرایند فوق به همراه تجربه‌های بدست آمده از اجرای آزمایشی آن در مطالعه موردی، به صورت گام به گام و به همراه فرمهای طراحی شده برای پیگیری و پیاده‌سازی مراحل فرایند، برای اطمینان از حرکت صحیح در جهت رسیدن به اهداف مدیریت ریسک پروژه، منطبق بر استاندارد PMBOK و PMCD انجمن مدیریت پروژه آمریکا ارائه شده است [۱].

سامباسیوان و همکاران در تحقیق خود به بررسی تعدادی از عوامل مشترک در اکثر پروژه‌های عمرانی، نکاتی حساس و تاثیرگذار پرداختند. نتایج نشان داد که استراتژی و نحوه برخورد در تصمیم‌گیری برای کاهش هزینه بایستی همراه با انجام مطالعات فنی و اقتصادی و بدور از هرگونه عجله باشد و بایستی از سایر تجربیات استفاده شود. مباحث مربوط به هزینه در پروژه‌ها همانند شریان حیاتی هر پروژه دارای اهمیت زیادی می‌باشند و اینکه هر تغییری در هر قسمت پروژه یکی از اولین تاثیراتش را بر روی هزینه پروژه خواهد گذاشت [۲].

لی و همکاران در تحقیق خود بیان کردند که مشاوران در مواردی همچون به تاخیر انداختن پاسخ به درخواست‌های پیمانکاران در خصوص مسائل مربوط به طراحی و همچنین عدم وجود یک سیستم کنترل که مسئولیت رسیدگی به کنترل و ارزیابی درخواست از کارفرما را داشته باشد، باعث بروز تاخیرات و در نتیجه ایجاد هزینه‌های اضافی در پروژه می‌گردد [۳].

فنگ و همکاران در پژوهش خود اینگونه بیان کرده است که طراحی و حفاظت از سیستم‌های زیرساخت‌های شهری به وسیله به حداقل رساندن هزینه‌ها در حالی که قابلیت اطمینان سیستم در سطح قابل قبول حفظ شود، محور شده است. نگرانی‌های رو به رشد، پیری و بدتر شدن زیرساخت و نیاز به اطمینان از زیرساخت‌های انعطاف‌پذیر و سازگار با محیط زیست و جوامع، نیاز به توسعه و استفاده از مصالح ساختمانی نوین و سیستم‌های ساختاری و شیوه‌های مدیریت عملکرد حالت ارتجاعی زیرساخت‌ها و رسیدن به یک تعادل مناسب بین پایداری اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی است [۴].

داویس و همکاران در تحقیق خود به تشریح مسائل کلیدی و اقدامات مهم که توسط گروه مشاوران در انجام این پروژه نقش داشته‌اند پرداختند. این تحقیق با استفاده از یک فرایند مصاحبه با شرکت کنندگان از بخش راه آهن شهری نیو ساوت ولز در استرالیا و تجربه عملی نویسندگان به عنوان مشاور در پروژه‌های زیربنایی، با تمرکز بر روی این پروژه صورت گرفت که نتایج حاکی از اثرگذاری بالای مشاورین در میزان پایداری پروژه داشت [۵].

جگبرو و همکاران، در یک تحقیق که به صورت نظرسنجی صورت گرفت به شناسایی و ارزیابی عوامل مهم در تاخیرات پروژه‌های عمرانی پرداخته و به این نتیجه رسیده‌اند که شرایط محیطی همانند آب‌های زیرزمینی عامل اصلی تاخیر در پروژه‌های عمرانی در کشور غنا می‌باشد [۶].

۳- حالت شکست و تحلیل اثر^۱ (FMEA)

FMEA روشی سیستماتیک، تکنیکی مهندسی و ابزاری تحلیلی جهت شناسایی و اولویت‌بندی عیوب بالقوه و تأثیرگذار بر محصول، فرآیند و تجهیزات و تلاش به منظور پیشگیری از وقوع، کاهش یا حذف آن‌ها با تعیین اقداماتی خاص می‌باشد.

۳-۱- گام‌های لازم جهت اجرای تکنیک FMEA

جمع‌آوری اطلاعات مربوط به فرآیند

تعیین خطرات بالقوه

بررسی اثرات هر خطر

تعیین خطر

تعیین شدت وقوع (نرخ وخامت): شدت یا وخامت خطر فقط در مورد اثر آن در نظر گرفته می‌شود. برای شدت خطر، شاخص‌های کمی وجود دارند که برحسب مقیاس ۱ تا ۱۰ بیان می‌گردد.

احتمال وقوع: مشخص می‌کند که یک علت یا مکانیزم بالقوه خطر با چه تواتری رخ می‌دهد. احتمال رخداد بر مبنای ۱ تا ۱۰ سنجیده می‌شود. بررسی سوابق و مدارک گذشته بسیار مفید است.

نرخ احتمال کشف خطر: احتمال کشف نوعی ارزیابی از میزان توانایی است که به منظور شناسایی یک علت یا مکانیزم وقوع خطر وجود دارد. به عبارت دیگر احتمال کشف، توانایی پی بردن به خطر قبل از رخداد آن است.

اطلاعات مذکور معمولاً از طرق گوناگون و با استفاده از تکنیک‌هایی نظیر طوفان فکری، تجزیه و تحلیل علت و معلول، آنالیز چرا-چرا و ... تعیین می‌گردد. البته در این خصوص باید توجه داشت که ارتباط بین شکست بالقوه و علل بالقوه، الزاماً یک رابطه مستقیم و یک‌به‌یک نیست و در عمل بسیار محتمل است که تعداد قابل ملاحظه‌ای علت شکست برای یک خرابی بالقوه شناسایی گردد [۷ و ۸].

۴- روش TOPSIS

تکنیک TOPSIS، یکی از تکنیک‌های معروف روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره کلاسیک می‌باشد که اولین بار توسط هوانگ و یون معرفی گردید [۹]. منطق اصولی TOPSIS، تعریف حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل می‌باشد. حل ایده‌آل حلی است که معیارهای سود را ماکزیمم و معیارهای هزینه را مینیمم می‌نماید. به طور خلاصه، حل ایده‌آل شامل تمام بهترین مقادیر معیارهای در دسترس می‌باشد درحالی که حل ضد ایده‌آل، ترکیبی از بدترین مقادیر معیارهای در دسترس می‌باشد. گزینه بهینه، گزینه‌ای است که کوتاه‌ترین فاصله از حد ایده‌آل و بیشترین فاصله را از حد ضد ایده‌آل دارد.

۵- شناسایی ریسک

بخشدار مرکزی دارای ۱۲۰ روستا می‌باشد که هر روستا دارای دهیار می‌باشد. در این پروژه از تکنیک دلفی برای شناسایی ریسک‌ها استفاده شده است. لیست حاضر جهت سهولت شناسایی ریسک‌ها و ارائه ساختاری یکسان برای آن تدوین شده است که می‌تواند به عنوان ورودی جلسات شناسایی ریسک در شرکت‌ها مورد استفاده قرار گیرد، که نتایج آن شناسایی ریسک می‌باشد که مطابق جدول ۱ می‌باشد.

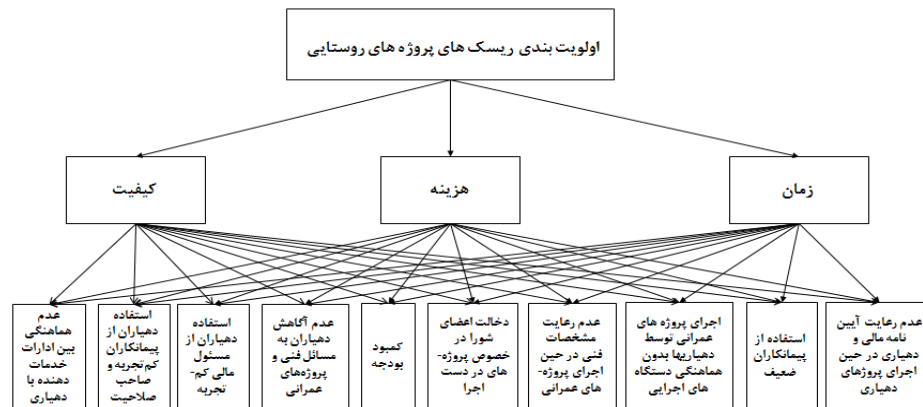
¹ - Failure Mode and Effect Analysis

جدول ۱- شناسایی ریسک‌ها

ریسک	شرح ریسک	احتمال وقوع	شدت اثر	قابلیت شناسایی خطا	عدد الویت ریسک	مؤثری ریسک	اقدام واکنشی پیشنهادی	اقدامات انجام شده تاکنون
۱	عدم آگاهی دهیاران به مسائل فنی و پروژه های عمرانی	۸	۷	۸	۴۴۸	دهیاری	آموزش به دهیاران در خصوص پروژه های عمرانی	در حال اقدام
۲	استفاده دهیاران از پیمانکاران کم تجربه وصاحب صلاحیت	۸	۷	۶	۳۳۶	دهیاری	پیشنهاد برگزاری مناقصه ومعرفی پیمانکاران باتجربه به دهیاران	در اقدام
۳	استفاده دهیاران از مسئول مالی کم تجربه	۷	۸	۸	۴۴۸	مالی	آموزش به مسئول مالی دهیاران یا جذب مسئول مالی قوی تر	در حال اقدام
۴	کمبود بودجه	۷	۸	۷	۳۹۲	مالی	مکاتبه با دستگاه های دولتی بالاتر (استانداری- بنیاد) - کمک های مردمی از طریق عوارض سطح روستا	به صورت مداوم مکاتبه با دستگاه های مختلف صورت گرفته وتنظیم فرم عوارض برای دهیاران
۵	اجرای پروژه های عمرانی توسط دهیارها بدون هماهنگی دستگاه های اجرایی(به خصوص بنیاد)	۸	۶	۸	۳۸۴	فنی	تشکیل گروهی از دستگاه های اجرایی برای بازدید از پروژه های عمرانی به صورت هفتگی و ماهانه	در حال اقدام
۶	عدم رعایت مشخصات فنی در حین اجرای پروژه های عمرانی	۷	۶	۶	۲۵۲	فنی	استفاده از کارشناسان بخشداري مسئول فنی روستا	تشکیل جلسات قبل از شروع پروژه
۷	استفاده از پیمانکاران ضعیف	۶	۷	۶	۲۵۲	دهیاری	گزارشات هفتگی و ماهانه به بخشداري	در حال اقدام
۸	عدم رعایت آیین نامه مالی و دهیاری در حین اجرای پروژه های دهیاری به خصوص عدم استفاده از دستورالعمل عقد قرارداد های عمرانی و خدماتی دهیارها	۷	۸	۵	۲۸۰	دهیار- مسئول فنی	آموزش به دهیاران به آیین نامه ها و چگونگی عقد قراردادها	در حال اقدام
۹	دخالت اعضای شورا در خصوص پروژه های دردست اجرا	۸	۶	۷	۳۳۶	دهیاری	مکاتبه با شوراها درخصوص عدم دخالت در کارهای اجرایی	در حال اقدام
۱۰	عدم همکاری ادارات خدمات دهنده با دهیاری	۷	۸	۷	۳۹۲	دهیاری	هماهنگی فرمانداری با ادارات	در حال اقدام

۶- تشکیل ساختار سلسله مراتبی

با استفاده از نظر خبرگان و مطالعه ادبیات موضوع، ۳ معیار مرتبط با ریسک‌های پروژه‌های روستایی شناسایی شد. سپس ساختار سلسله مراتبی تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره مطابق شکل ۱ ترسیم شد.



شکل ۱. ساختار سلسله مراتبی اولویت بندی ریسک‌ها

پس از مشخص شدن وزن‌های گزینه‌ها نسبت به معیارهای مختلف، در این مرحله ماتریس تصمیم‌گیری باید به ماتریس بی-مقیاس شده تبدیل شود. ابتدا باید میانگین هر سطر ماتریس را محاسبه کرده و بر اساس هر معیار ماتریسی مطابق جدول ۲ تشکیل می‌شود.

جدول ۲. ماتریس میانگین هر سطر از ماتریس با توجه به معیار مربوطه

کیفیت	هزینه	زمان	
۱,۳۷۸	۳,۸۵	۳,۱	عدم رعایت آیین نامه مالی و دهیاری در حین اجرای پروژه های دهیاری
۲,۴۳۳	۱,۸۵۸	۱,۸۵۸	استفاده از پیمانکاران ضعیف
۲,۴۳۳	۰,۳۳۲	۰,۷۰۹	اجرای پروژه های عمرانی توسط دهیارها بدون هماهنگی دستگاه های اجرایی
۴,۸	۰,۷۰۹	۲,۶۳۳	عدم رعایت مشخصات فنی در حین اجرای پروژه های عمرانی
۰,۸۰۹	۳,۱	۴,۷	دخالت اعضای شورا در خصوص پروژه های در دست اجرا
۰,۳۱۶	۴,۷	۰,۹۹۵	کمبود بودجه
۰,۵۲۱	۱,۳۷۸	۰,۳۳۲	عدم آگاهی دهیاران به مسائل فنی و پروژه های عمرانی
۰,۹۹۵	۲,۴۳۳	۰,۵۱۶	استفاده از دهیاران از مسئول مالی کم تجربه
۱,۸۵۸	۰,۵۲۱	۱,۳۷۸	استفاده از پیمانکاران کم تجربه و صاحب صلاحیت
۳,۰۸۳	۰,۹۹۵	۳,۸۵	عدم هماهنگی بین ادارات خدمات دهنده با دهیاری
۱,۳۷۸	۳,۸۵	۳,۱	عدم رعایت آیین نامه مالی و دهیاری در حین اجرای پروژه های دهیاری

در ادامه پس از انجام محاسبات، اولویت ریسک‌ها مطابق جدول ۳ بدست خواهد آمد.

جدول ۳. محاسبه نزدیکی نسبی و اولویت ریسک‌ها

اولویت	Cl_i	ریسک
۸	۰,۳۹۲۴۵۳	عدم رعایت آیین نامه مالی و دهیاری در حین اجرای پروژه‌های دهیاری
۵	۰,۶۴۳۹۸۹	استفاده از پیمانکاران ضعیف
۳	۰,۸۱۰۲۹۶	اجرای پروژه‌های عمرانی توسط دهیارها بدون هماهنگی دستگاه‌های اجرایی
۷	۰,۴۵۱۲۸۳	عدم رعایت مشخصات فنی در حین اجرای پروژه‌های عمرانی
۱۰	۰,۱۸۳۳۵	دخالت اعضای شورا در خصوص پروژه‌های در دست اجرا
۶	۰,۵	کمبود بودجه
۱	۰,۹۷۷۶۹۶	عدم آگاهی دهیاران به مسائل فنی و پروژه‌های عمرانی
۲	۰,۹۳۳۵۲۶	استفاده دهیاران از مسئول مالی کم‌تجربه
۴	۰,۷۵۴۶۲۵	استفاده دهیاران از پیمانکاران کم‌تجربه و صاحب صلاحیت
۹	۰,۲۱۸۱۲۱	عدم هماهنگی بین ادارات خدمات دهنده با دهیاری

با توجه به جدول ۳، اولویت ریسک‌های پروژه‌های روستایی مشخص شده و به ترتیب زیر می‌باشند:

عدم آگاهی دهیاران به مسائل فنی و پروژه‌های عمرانی

استفاده دهیاران از مسئول مالی کم‌تجربه

اجرای پروژه‌های عمرانی توسط دهیارها بدون هماهنگی دستگاه‌های اجرایی

استفاده دهیاران از پیمانکاران کم‌تجربه و صاحب صلاحیت

استفاده از پیمانکاران ضعیف

کمبود بودجه

عدم رعایت مشخصات فنی در حین اجرای پروژه‌های عمرانی

عدم رعایت آیین نامه مالی و دهیاری در حین اجرای پروژه‌های دهیاری

عدم هماهنگی بین ادارات خدمات دهنده با دهیاری

دخالت اعضای شورا در خصوص پروژه‌های در دست اجرا

نتیجه‌گیری

پس از مشخص شدن مهمترین ریسک‌ها، برنامه‌هایی برای واکنش به ریسک‌ها ارائه شده است:

۱- عدم نقدینگی و تاخیر در پرداخت صورت وضعیت‌ها به پیمانکار

۱-۱- برنامه‌ریزی تامین منابع مالی از قبیل فاینانس خارجی، تهاتر، وام‌های بلند مدت، فروش اوراق مشارکت و غیره

۱-۲- تهیه جریان نقدی پروژه در ابتدای فاز ساختمان و نصب و اخذ تعهد سهامداران و هیئت مدیره در التزام به پرداخت-ها

۲- توان مالی ناکافی پیمانکار

۱-۲- بررسی و تخصیص پیمانکار براساس سوابق مالی شرکت کنندگان در مناقصه با توجه به سیاست‌های مالی کارفرما

درتأمین مالی پروژه (اجتناب)

۳- تحمیل برنامه زمانبندی فشرده به پیمانکار در مواقعی که کاهش زمان پروژه براساس ضروری باشد، موارد زیرالزامی می- باشد:

۱-۳- تهیه و ارائه مدارک پشتیبان برنامه زمانبندی در مواقعی که کاهش زمان پروژه ضروری باشد، موارد زیر الزامی می- باشد:

۲-۳- تهیه و ارائه مدارک پشتیبان برنامه زمانبندی از قبیل مقادیر نفرات (نفز/روز)، متریکال، لیست ماشین‌آلات مورد نیاز و درصد پیشرفت در بازه‌های زمانی هفتگی یا ماهانه از ابتدا تا پایان پروژه.

۳-۳- تعیین هزینه‌های تخصیص منابع اضافی جهت تسریع انجام کار و تعیین متولی پرداخت هزینه‌های

۳-۴- محاسبه ارزش کسب شده قابل حصول در مقابل هزینه‌های پیش‌بینی شده و آنالیز حساسیت هزینه فعالیت‌ها در حالت کاهش زمان انجام فعالیت‌ها.

۳-۵- تصمیم‌گیری در خصوص لزوم فشرده‌سازی زمان.

۴- تحریم/جنگ

۴-۱- تقلیل هزینه‌ها و نتایج تحریم و جنگ بر هزینه‌های مواد اولیه، تجهیزات و هزینه‌های گمرکی (پذیرش)

۴-۲- انتخاب واسطه‌ها و عامل سوم جهت تامین نیازمندیهای مورد نیاز (کاهش)

۴-۳- تامین از منبع دیگر یا تغییر در بخشی از پروژه بدلیل عدم دسترسی به متریال یا تکنولوژی خاص مورد نیاز

۵- برآورد/متره اشتباه جهت ارائه قیمت در مناقصه

۵-۱- بررسی اطلاعات پروژه‌های دیگر براساس حجم و مشخصات فنی محصولات (کاهش)

۵-۲- امکان تایید مقادیر کار اضافی و بالتبع آن تغییر در مبلغ و حجم قرارداد (اجتناب)

۵-۳- بکارگیری مهندسی و آنالیز ارزش جهت حذف موارد غیراساسی و غیرضروری جهت کاهش حجم کار و هزینه‌های آن با

حفظ کارکردهای لازم و تعدیل در اشتباه در تخمین و برآورد پس از انجام مناقصه و در فاز طراحی

۶- توانایی ضعیف مدیریتی و هماهنگی پیمانکار

۶-۱- الزام کارفرما به پیمانکار در انتخاب تیم مدیریت کارگاهی مجرب و کارآمد (اجتناب)

۶-۲- تقسیم وظایف و تفویض اختیار بین مسئولین مختلف بخشها جهت تمرکز و پیگیری بر فعالیت‌های پروژه

۷- ناکارآمدی سیستم ارزیابی و انتخاب پیمانکاران

۷-۱- انتخاب شاخص‌های استاندارد مناسب و ارزیابی پیمانکاران صنایع مختلف در سطح شرکت سرمایه‌گذاری مسکن توسط

مراجع ذیصلاح و مستقل.

۷-۲- درجه‌بندی پیمانکاران شرکت سرمایه‌گذاری مسکن و ارائه نتایج ارزیابی به مدیران جهت ارتقاء سطح عملکرد

پیمانکاران. نمونه این رتبه بندی در حال حاضر توسط شرکتهای مختلف دنیا مانند لپ‌تاب، خودرو، موبایل در حال انجام می‌باشد.

۷-۳- الزام در ایجاد کنسرسیوم با پیمانکاران خارجی که این امر سبب انتقال تکنولوژی و مهارت‌های انسانی و سخت-افزاری

گردد.

۸- ناهماهنگی بین گروههای درگیر پروژه (پیمانکار، کارفرما، طراح و...)

۸-۱- تشکیل جلسات هماهنگی بین گروهها و تعیین متولی جهت پیگیری مشکلات

۸-۲- استقرار سیستم جریان اطلاعات مناسب جهت کاهش سطح بروکراسی نالازم

۹- جابجایی و ترک شغل توسط پرسنل کلیدی

۹-۱- ایجاد نظام ثبت اطلاعات و به روز رسانی بانک اطلاعاتی از وقایع، فعالیتها و مدارک.

۹-۲- قائم به فرد نبودن وظایف محوله به پرسنل و تربیت جانشین کارآمد.

۹-۳- استقرار و پیروی از روشهای اجرایی و استانداردهای مدون بجای روشهای سلیقه‌ای و منحصر به فرد.

۱۰- تاخیر یا کسری در تحویل نقشه‌های اجرایی.

۱۰-۱- ارائه برنامه زمانبندی جهت تهیه مدارک و نقشه‌های مورد نیاز فاز ساخت.

۱۰-۲- الزام پیمانکار جهت تحویل مدارک و نقشه‌ها براساس برنامه زمانبندی فاز اجرا و اخذ جریمه تاخیرات توسط کارفرما.

۱۰-۳- استقرار دفتر مهندسی کارگاهی جهت تهیه نقشه‌های اجرایی در محل سایت و براساس شرایط کارگاه.

منابع

- Chan,D.W.M., and Kumaraswamy,M.M(2012)"Comparessing construction durations:lesson learned from Hong Kong building projects" International Journal of Project Management, Vol. 20, No. 1, 23-35.
- Sambasivan,M.and Wen soon,y., (2013), "Causes and effects of delay in malaysian construction industry", International journal of project management, Vol. 25, No. 5, 517-526.
- Le-Hoai, L., Lee, Y.D. and Lee, J.Y. (2012), "Delay and Cost Overruns in Vietnam Large Construction Projects: A comparison with other selected countries", KSCE Journal of Civil Engineering , Vol. 12, No. 6, 367-377.
- Lo, T.Y., Fung, I.W.H. and Tung, K.C.F. (2015), "Construction delays in Hong Kong civil engineering projects", Journal of Construction Engineering Management, Vol. 132 No. 6, 636-649.
- Swies, G., Swies. R., Hammad. A. A. and Shboul, A. (2014), "Delays in construction projects: The case of Jordan", International Journal of Project Management, Vol. 26, No. 6, 665-674.
- Aibinu AA, Jagboro GO, (2012), "The effects of construction delays on project delivery in Nigerian construction industry", International Journal of Project Management, Vol. 20, No. 8, 593-599.
- رضایی، کامران و سیدی، مجید(۱۳۸۲) ، FMEA تجزیه و تحلیل حالات خطا و اثرات ناشی از آن، شرکت مشارکتی توف ایران با همکاری نشر آتنا، پاییز.
- مهربان، رضا، تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن، چاپ اول، زمستان (۱۳۸۶)، انتشارات جهان فردا.
- Hwang .C.L., Zadeh L.A., (1970), Decision-making in a fuzzy environment, Management Sciences, Vol. 17, 141-164

بهبود قابلیت اطمینان نقاط بار مشترکین بر اساس مدل احتمالاتی برای سیستم حفاظتی میکروشبکه مبتنی بر الگوریتم هوشمند هایبرید خفاش و نلدرمید

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۱/۱۲

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۲۸

بابک صفری چابک^۱، احمد عاشوری^{۲*}، کیوان چوپانی^۳

چکیده

برای یک میکروگرید، علاوه بر وقوع اتصال کوتاه عوامل دیگر نظیر آب و هوای بد منجر به اضافه بار در برخی فیدرها و قطعی برق مشترکین بواسطه تغییر پیکربندی شبکه می‌شود. تنظیمات غیر بهینه تجهیزات حفاظتی برای این شرایط قابلیت اطمینان میکروشبکه را کاهش می‌دهد. در این مقاله یک مدل احتمالاتی جدید برای سیستم حفاظتی میکروشبکه مبتنی بر الگوریتم هوشمند هایبرید خفاش و نلدرمید Bat-NM بمنظور بهینه‌سازی قابلیت اطمینان نقاط بار مشترکین پیشنهاد می‌گردد. مفهوم نرخ خروج دینامیکی به طور مجزا از نرخ خروج استاتیکی برای پیش‌بینی احتمال عملکرد نادرست سیستم حفاظتی میکروشبکه بمنظور مورد توجه قرار گرفته است. مدل احتمالاتی مذکور برای تطبیق عملکرد سیستم حفاظتی میکروشبکه تحت شرایط متنوع بهره‌برداری غیر نرمال، بکارگیری مقادیر تنظیم مجازی با هدف کمینه سازی شاخصهای قابلیت اطمینان نظیر میانگین دقات قطعی و میانگین زمان قطعی و همچنین بار انتظاری تأمین نشده مشترکین پیشنهاد می‌کند. در نهایت، بمنظور اعتبارسنجی و ارزیابی کارایی مدل پیشنهادی در عملکرد سیستم حفاظتی مطالعات شبیه‌سازی با تغییر برخی پارامترهای مدل را برای یک سیستم میکروگرید ۴۰۰ ولتی اجرا نموده و نتایج حاصله را بیان نموده است.

واژگان کلیدی: الگوریتم هوشمند هایبرید خفاش و نلدرمید BAT-NM، نرخ خرابی دینامیکی و استاتیکی میکروشبکه، شاخص‌های قابلیت اطمینان میانگین دقات و زمان قطعی، بار انتظاری تأمین نشده مشترکین و مقادیر تنظیمی مجازی سیستم حفاظتی

۱- شرکت کهکشان پژوهش گستر برق، لاهیجان، ایران: Babak.safari9941@gmail.com

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خدابنده، گروه مهندسی برق، خدابنده، ایران: a_ashouri2007@yahoo.com

۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه مهندسی برق، کرج، ایران: keyvanchoopani@gmail.com

۱- مقدمه

تحولات اخیر در تکنولوژی و نگرانی‌های برای گرمایش جهانی صنعت برق را به سمت تولید برق از منابع انرژی پاک و نزدیکی به مناطق مصرفی سوق داده است. بنابراین، سهم منابع تولید پراکنده به طور قابل توجهی در انرژی تجدیدپذیر افزایش می‌یابد [۱]. مفهوم میکروشبکه می‌تواند یک گزینه‌های اقتصادی مناسب با ترکیب واحدهای DG در سیستم قدرت ارائه دهد، به جای گسترش انتقال و توزیع افزایش تقاضای بار را تامین کند. ریز شبکه‌های توزیع ولتاژ پایین یا متوسط که تحت شرایط مجزا از شبکه یا متصل به آن عملکرد دارند و توان را به طور پیوسته به بار تحویل می‌دهند، قابلیت اطمینان را افزایش می‌دهد و تولید و توزیع قدرت را بهینه می‌سازد. با این وجود، چالش‌های فنی در کنترل، مدیریت و حفاظت را بوجود می‌آورند. ماهیت دینامیکی عملکرد میکروشبکه مشکلات بهره‌برداری از سیستم حفاظتی معمول را ایجاد می‌کند [۲]. ماهیت تناوبی توان خروجی واحدهای DG، و تاثیر مدهای عملیاتی حالت متصل یا منفصل از شبکه در سطوح متنوع جریان‌های خطای راهکارهای متفاوتی برای سیستم‌های حفاظت میکروگریدها را طلب می‌کند [۳-۴]. نگرانی‌ها برای حفاظت بهینه از میکروگریدها و افزایش قابلیت اطمینان نقاط بار انگیزه تحقیقات گسترده در مورد ارائه شیوه‌های جدید تعیین تنظیمات حفاظتی از میکروگریدها را برانگیخته است [۵-۶]. برخی مراجع تحلیل ویژگی‌های بهره‌برداری میکروگرید نظیر مدهای عملیاتی میکروشبکه [۱]-[۴]، تحت شرایط متصل به شبکه [۲]-[۶] برخی دیگر اثرات شرایط غیر طبیعی مانند شرایط آب و هوایی فوق العاده [۹]، [۱۰]، و بارگذاری مازاد [۱۱] برای ارزیابی قابلیت اطمینان در سیستم‌های انتقال/توزیع تمرکز دارند. امروزه، طرح‌های حفاظتی چندگانه برای میکروگریدها مانند حفاظت اضافه جریان [۱۳]، حفاظت مبتنی بر ولتاژ [۱۴]، حفاظت تطبیقی [۱۵] و حفاظت دیفرانسیل [۱۶]، یک چالش بزرگ برای طراحی سیستم حفاظتی یکپارچه است که می‌تواند در برنامه‌های مختلف استفاده شود یا سازگار با شرایط عملیاتی مختلف باشد. در این مقاله، یک مدل‌سازی حفاظتی احتمالاتی جدید با توجه به شرایط مختلف بهره‌برداری نرمال و غیرنرمال ریزشبکه ارائه می‌شود که مقادیر تنظیم مجازی متناظر با تجهیزات حفاظتی برای هر فیدر با هدف کمینه‌سازی احتمال عملکرد حفاظتی نادرست جهت بهینه‌سازی شاخص‌های قابلیت اطمینان میکروشبکه انتخاب می‌شود. مسئله مذکور یک مسئله بهینه‌سازی است که شامل تابع هدف و قیود فنی است درون الگوریتم هایبرید خفاش و نلدرمید کدسازی و حل می‌گردد. مابقیه این مقاله به شرح زیر است: در بخش دوم، فرمولاسیون ریاضیاتی مدل احتمالاتی برای انتخاب مقادیر بهینه تنظیم مجازی هر فیدر با تجزیه و تحلیل پیش‌بینی احتمال عملکرد حفاظتی نادرست تحت شرایط متنوع بهره‌برداری برای ارزیابی شاخص‌های قابلیت اطمینان با استفاده از نرخ‌های خروج استاتیکی و دینامیکی انجام می‌شود. در بخش سوم، فلوجارت حل بهینه مدل احتمالاتی حفاظت تطبیقی میکروشبکه توسط الگوریتم هوشمند هایبرید خفاش و نلدرمید تشریح شده و نحوه کدسازی مسئله درون این الگوریتم ارائه می‌گردد. در بخش چهارم، مطالعات شبیه‌سازی بر روی یک سیستم تست میکروشبکه ۴۰۰ ولتی برای تایید کارایی روش پیشنهادی استفاده می‌شود و در بخش پنجم، برخی نکات حاصل از انجام مطالعات عددی ارائه می‌گردد.

۲- مدل‌سازی احتمالاتی پیشنهادی برای سیستم حفاظتی میکروشبکه به منظور بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان

بسیاری از میکروشبکه‌ها با قدرت خروجی متناوب، نوسانی و غیر قابل پیش‌بینی دقیق مواجه هستند اغلب اوقات منابع فتوولتائیک و ژنراتورهای بادی به عنوان سیستم تولید میکروشبکه مورد مطالعه قرار می‌گیرند. به همین دلیل یک مدل تصادفی برای مدت زمانی کوتاه از پیش تعیین شده بر اساس داده‌های محدود معتبر هواشناسی بمنظور پیش‌بینی شرایط بهره‌برداری یک میکروگرید مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آنجایی که در مورد یک PV قدرت موجود $G_{s-\mu Si}$ را می‌توان از طریق تابعی از تابش خورشید $S(W/M2)$ و دمای محیط $E(^{\circ}C)$ برآورد کرد [۱۹]، به طور مشابه، یک تابع تکه‌ای خطی $G_{w-\mu Si}$ برای تخمینی خروجی ژنراتور بادی تحت مقادیر مشخصی از سرعت باد V استفاده می‌شود [۲۰]، بنابراین، تولید دو منبع را می‌توان به شکل روابط (۱) و (۲) بیان کرد.

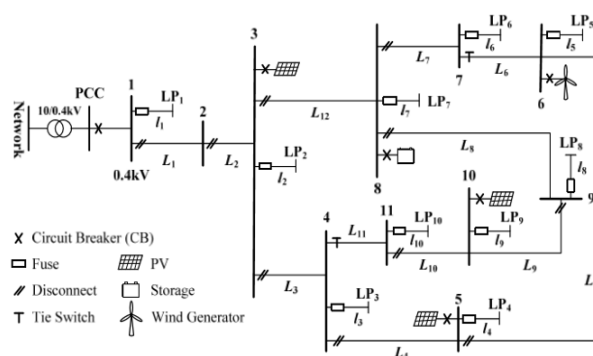
$$G_{s-\mu Si}(S, E) = S \cdot \eta_{\mu Si}(E) \cdot G_{rate-\mu Si} / S_{rate-\mu Si} \quad (1)$$

$$G_{w-\mu Si}(V) = \begin{cases} G_{rate-\mu Si} \rightarrow V_{rate} \leq V \leq V_{Co} \\ \frac{G_{rate-\mu Si}(V - V_{Ci})}{(V_{rate} - V_{Ci})} \rightarrow V_{Ci} \leq V \leq V_{rate} \\ 0 \rightarrow otherwise \end{cases} \quad (2)$$

که $G_{rate-\mu Si}$ نشان دهنده توان نامی هر μSi است، $S_{rate-\mu Si}$ مقدار نامی از تابش خورشید $(W/M2)$ و $\eta_{\mu Si}(E)$ یک آرایه برای نشان دادن تأثیر دمای محیط E بر راندمان پنل فتوولتائیک برای تولید انرژی است. اندیسهای

V_{CO} , V_{Ci} و V_{rate} به ترتیب مقدار سرعت حداقل قطع، مقدار حداکثر قطع و مقدار نامی توربین بادی μ_{Si} است. اندیس S به عنوان یک متغیر تصادفی در یک دوره زمانی در نظر گرفته می‌شود و فرض براینست که توزیع بتا دنبال را می‌کند [۲۱]. به طور مشابه، برای منابع توربین بادی یک توزیع ویبال برای مقدار سرعت باد V فرض می‌شود [۲۲]. برای تولید فضای نمونه‌ای از پارامترهای هواشناسی بر اساس روش نمونه‌گیری طبقه بندی شده اقدام می‌شود، که به عنوان نمونه‌برداری لاتین هاپیرکیوب شناخته می‌شود. در مقایسه با نمونه‌گیری تصادفی، این روش قویتر و همگرایی بهتری برای توزیع احتمالی را تحت یک اندازه نمونه ثابت نشان می‌دهد. گام‌های اصلی این روش به شرح زیر است: در مرحله اول پارامترهای توزیع بتا و توزیع ویبال ارزیابی می‌شود. در مرحله دوم با توجه به توابع توزیع تجمعی دو توزیع چگالی بتا و ویبال، کدومین به طور مساوی به تعداد N فاصله غیر همپوشا تقسیم می‌شوند. در مرحله سوم یک مقدار تصادفی از طریق توزیع یکنواخت در بازه $(1 \leq i \leq N)$ ، $[(i-1)/N, i/N]$ تولید می‌شود. در مرحله چهارم مقادیر هر نمونه از تابش S_i یا سرعت باد V_i بوسیله معکوس توابع تجمعی متناظر محاسبه می‌گردد. در مرحله پنجم، مرحله سوم و چهارم را برای N دفعه تکرار کنید و دو ماتریس $S = [S_1, S_2, \dots, S_N]^T$ و $V = [V_1, V_2, \dots, V_N]^T$ را تشکیل دهید. در مرحله ششم جایگزینی تصادفی را برای کاهش همبستگی بین S و V انجام دهید. پخش بار توان در میکروگریدها به طور تصادفی ناشی از عدم قطعیت موجود در منابع تولیدی فتوولتائیک، توربین بادی و همچنین تغییر در تقاضای بارهای متفاوت است که به طور دقیق پیش‌بینی آن بسیار دشوار است. شکل ۱ یک سیستم میکروشبه نمونه شامل سه منبع فتوولتائیک و یک منبع توربین بادی و یک ذخیره‌ساز را نشان می‌دهد. در اینجا، به ازای نمونه‌های مفروض پخش بار تصادفی برای جریان عبوری از فیدر با استفاده از نرم افزار متلب شبیه‌سازی شده است، از نتایج دیده می‌شود که مقدار جریان در کلیه شاخه‌های فیدر از یک تابع توزیع نرمال $N(I_{mean}, \sigma)$ مطابق رابطه (۲) تبعیت می‌نماید.

$$f(I) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot \exp\left[-\frac{(I - I_{mean})^2}{2\sigma^2}\right], I \in [0, +\infty) \quad (3)$$



شکل ۱- میکروشبه تحت مطالعه

بررسی‌های آماری بعمل آمده برای یک میکروگرید، نشان می‌دهد که وقوع شرایط عملیاتی غیر طبیعی نظیر آب و هوای بد که به فرم حوادث اضافه جریان در فیدرها بیشتر از حوادث تصادفی دیگر مانند رویدادهای مدار باز یا اتصال کوتاه رخ می‌دهد و بنابراین واکنش نامناسب برای این شرایط قابلیت اطمینان میکروشبه را کاهش می‌دهد.

۲-۱- مدل‌سازی احتمالاتی طرح حفاظت تطبیقی برای میکروشبه

همان‌طور که بیان شد یک تنظیم ثابت برای تجهیزات حفاظتی در حضور دو مد عملیاتی عملکرد جزیره‌ای و متصل به شبکه ممکنه برای یک میکروشبه مناسب نباشد. برای توسعه طرح حفاظت تطبیقی دو فرض پایدار ولتاژ ترمینال هر میکروشبه هر یک از شرایط بهره‌برداری و استراتژی تعقیب توان مشابه برای هر میکروشبه بعد خروج در نظر گرفته شده است. پس، جریان خطای عبوری از میان تجهیزات حفاظتی بوسیله جریان I_{fault} می‌توان توسط مجموع جریان شبکه I_{grid} و جریان منابع تولید پراکنده ریزشبه $I_{\mu s, i}$ می‌توان مطابق رابطه (۴) تقریب شود.

$$I_{\text{fault}} = I_{\text{Network}} \times \xi_{\text{grid}} + \sum_{i=1}^m I_{\mu S, i} \quad (4)$$

که m تعداد منابع μS درون میکروشبکه اصلی است و ξ_{grid} یک متغیر است در مد متصل به شبکه برای بهره-برداری میکروشبکه معادل ۱ و در مد جزیره‌ای معادل صفر است. بمنظور مدلسازی طرح حفاظت تطبیقی برای میکروشبکه باید به سه ایتام توجه داشت که آیتام اولی برای تعیین I_{Network} بر روی فاصله الکتریکی بین شبکه و نقطه خطا اتکا دارد و در مد عملکرد جزیره‌ای ریزشبکه معادل صفر است. آیتام دوم بررسی سناریوهای حاد در ریزشبکه است که منابع توربین‌های بادی و فتوولتاییک در وضعیت تضعیف شده بهره‌برداری می‌شوند فرض می‌شود که سطح مشارکت جریان خطا از طریق هر اینورتر واسط μS متناسب است با خروجی توان واقعی تا اینکه به محدودیت حد جریان برسد. می‌توان این جریان را به شکل توزیع نرمال بریده شده برای توزیع پخش بار تصادفی تحت شرایط نرمال فرض کرد. از آنجایی I_{fault} یک توزیع نرمال بریده شده بوسیله یک مقدار محدود بالایی را دنبال می‌کند، مقدار تنظیمی تجهیز حفاظتی باید متعاقباً شکل دهی شود. اگر نیاز به عملکرد تجهیزات حفاظتی برای هر فیدر در یک فضای مجازی بکار گرفته شود، مقدار جریان تنظیم فعالسازی آنها I_{op} باید یک توزیع نرمال بریده‌شده $N(I_{\text{Set}}, \delta)$ دنبال کند. تابع چگالی احتمال آن $g(I_{\text{op}})$ مطابق رابطه (۵) و (۶) است که I_s مقدار جریان نامی کوتاه مدت فیدر است.

$$g(I_{\text{op}}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\delta} \cdot \exp\left[-\frac{(I_{\text{op}} - I_{\text{Set}})^2}{2\delta^2}\right], \rightarrow I_{\text{op}} \in (0, I_s] \quad (5)$$

$$K = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\delta} \cdot \int_0^{I_s} \exp\left[-\frac{(x - I_{\text{Set}})^2}{2\delta^2}\right] dx \quad (6)$$

که مقدار میانگین I_{op} برای تمیز قایل شدن از طریق پارامترهای عملی در طرح حفاظتی به عنوان مقدار تنظیمی مجازی I_{Set} تعریف می‌شود. اندیس‌های I_{Set} و δ برای شبیه‌سازی انتخاب پذیری و حساسیت حفاظت ریز شبکه استفاده شده است. فاکتور δ تنها به دقت بهره‌برداری تجهیزات حفاظتی و کارایی استراتژی حفاظتی بستگی دارد و مقدار ایده-آل آن معادل صفر است. درحالی‌که، ساختار پارامترهای I_{Set} از جنبه بهبود قابلیت اطمینان مورد تحلیل قرار خواهد گرفت. برای هر فیدر، شرایط عملیاتی غیر نرمال آن با استفاده از یک پارامتر مربوط به ویژگی ذاتی آن، که به عنوان جریان بهره‌برداری مورد انتظار تعریف شده و توسط I_{exp} بیان می‌شود که به طور مرسوم ۱،۲ مقدار جریان نامی تعریف می‌شود. برای یک توزیع جریان $f(I)$ ، سناریو شرایط بهره‌برداری غیرنرمال بوسیله رابطه جریانی $I \geq I_{\text{exp}}$ محدود می‌شود. به هر حال، شکست در عملکرد شامل عملکرد نامناسب و عدم عملکرد سیستم حفاظت میکروشبکه می‌شود. دو پارامتر A و B مطابق رابطه (۷) بمنظور عملیات نامناسب و عدم عملکرد حفاظت مورد توجه است.

$$A = \{I | I \geq I_{\text{exp}}\} \text{ و } B = \{I | I \geq I_{\text{op}}\} \quad (7)$$

احتمال عدم عملکرد P_{rej} به عنوان احتمال A در اشتراک با مکمل B یا $\{A \cap \bar{B}\}$ ، احتمال نامناسب برابر است با احتمال

وقوع B در اشتراک با مکمل A یا $\{\bar{A} \cap B\}$. به لحاظ ریاضی احتمال P_{rej} ، P_{Mal} بوسیله روابط (۸) و (۹) محاسبه می‌گردد.

$$P_{\text{rej}} = \int_{I_{\text{exp}}}^{I_s} \int_{I_{\text{op}}}^{I_{\text{op}}} f(I) \cdot g(I_{\text{op}}) dI dI_{\text{op}} \quad (8)$$

$$P_{\text{mal}} = \int_0^{I_{\text{exp}}} \int_{I_{\text{op}}}^{I_{\text{op}}} f(I) \cdot g(I_{\text{op}}) dI dI_{\text{op}} \quad (9)$$

احتمالات $P_{rej}(\xi, \eta)$ و $P_{Mal}(\xi, \eta)$ پس از تعریف دو پارامتر جدید فاکتور انتخاب ξ و نرخ بار میانگین η مطابق روابط (۱۰) و (۱۱) قابل محاسبه می‌باشد. فاکتور انتخاب ξ برای مشخص نمودن رابطه نسبت بین جریان بهره‌برداری مورد انتظار و جریان نامی یک فیدر و نرخ بار میانگین η به عنوان اندازه‌گیری سطح جریان نامی یک فیدر طی یک دوره تعریف می‌شود.

$$\xi = \frac{I_{Set}}{I_N} \quad (10)$$

$$\eta = \frac{I_{mean}}{I_N} \quad (11)$$

در یک سناریو با یم نرخ بار η ، احتمال کل عملکرد ناصحیح، بوسیله $P_{Inc}(\xi)$ که مجموع $P_{rej}(\xi)$ و $P_{Mal}(\xi)$ است، مطابق رابطه (۱۲) تعریف می‌شود. مقدار ξ تحت حداقل مقدار P_{inc} به عنوان فاکتور انتخاب بهینه ξ_{Opt} تعریف می‌شود. به طبع آن، مقدار تنظیم مجازی بهینه فیدر بوسیله $\xi_{Opt} \cdot I_N$ تعیین می‌گردد.

$$P_{Inc}(\xi) = P_{rej}(\xi) + P_{Mal}(\xi) \quad (12)$$

واضح است که P_{inc} از تغییرات η و ξ متاثر می‌گردد، در این مقاله از الگوریتم هوشمند هایبرید خفاش و نلدرمید به نحوی استفاده می‌کنیم که در هر فیدر به ازای یک مقدار معین η پارامتر تطبیقی $\xi_{Opt}(\eta)$ را برای کمینه‌سازی مجموع احتمال عدم عملکرد و عملکرد نامناسب سیستم حفاظتی تعیین شود. دو فرض شامل توزیع نرمال جریان فیدر تحت شرایط مختلف بهره‌برداری در طول دوره زمانی معین و روش تنظیم تطبیقی مد نظر می‌باشد. برای ارزیابی تأثیرات شکست سیستم حفاظتی نیازمند بکارگیری اندیس‌های قابلیت اطمینان هستیم. از آنجایی که عدم عملکرد از عملکرد نامناسب در شبکه‌های فشار ضعیف نظیر یک میکروشبه بسیار جدی‌تر است، بسیار ضروری است که حفاظت پشتیبان در مدلسازی احتمالاتی پیشنهادی لحاظ گردد. اگر فرض کنیم که اندیس C عملکرد موفق و $\bar{C}$ شکست در عملکرد حفاظت اصلی شناخته شود و اندیس D عملکرد موفق و $\bar{D}$ شکست در عملکرد حفاظت پشتیبان تعریف می‌گردند. احتمال بهره‌برداری حفاظت پشتیبان می‌توان به صورت $\Pr\{\bar{C} \cap D\}$ بیان نمود. استخراج رابطه (۱۳) با فرض عملکرد مستقل حفاظت پشتیبان در طی دوره بهره‌برداری است. احتمال عدم عملکرد حفاظت پشتیبان توسط P'_{rej} در رابطه (۱۴) به روزرسانی می‌شود. آزمایشات نشان می‌دهد تأثیرات آن بر روی قابلیت اطمینان میکروشبه قابل چشم‌پوشی است.

$$\Pr\{\bar{C} \cap D\} = \Pr(\bar{C}) \cdot \Pr\{D|\bar{C}\} = \Pr\{\bar{C}\} \cdot \Pr\{D\} \quad (13)$$

$$P_{rej} = \Pr\{\bar{C} \cap \bar{D}\} = \Pr(\bar{C}) \cdot \Pr\{\bar{D}|\bar{C}\} = \Pr\{\bar{C}\} \cdot \Pr\{\bar{D}\} \quad (14)$$

این مطالعه خطاهایی که منجر به خرابی‌های ناگهانی شرایط بهره‌برداری غیر نرمال می‌شود را طبقه‌بندی می‌کند. نرخ خرابی یک فیدر در پریود $[t, t + \Delta t]$ از دو ترم تشکیل شده است ترم اول نرخ خرابی استاتیکی یا نرخ خرابی تصادفی $\lambda_s(t)$ که یک توزیع یکنواخت برای این ترم فرض می‌شود البته بوسیله مقادیر آماری سالیانه λ_0 که از طریق رابطه (۱۵) محاسبه می‌گردد و ترم دوم، نرخ خرابی دینامیکی $\lambda_D(t)$ با احتمال بهره‌برداری حفاظتی در واحد زمان اندازه‌گیری می‌شود، این ترم از یک مقدار ثابت بزرگتر نمی‌باشد و مطابق رابطه (۱۶) محاسبه می‌گردد. اگر Δt برای زمان تعمیر یک فیدر قابل ملاحظه باشد، خرابی می‌تواند درون بازه Δt ثابت باشد و احتمال چندین خرابی قابل صرف نظر کردن است.

$$\lambda_s(t) = \lambda_0 \cdot \frac{\Delta t}{8760} \quad (15)$$

$$\lambda_D(t) = P(I_{mean}) / \Delta t \quad (16)$$

بوسیله یک پخش بار قطعی بدست آمده توسط مقادیر میانگین S و V بیان شده توسط I_{mean}، احتمال شکست در عملکرد حفاظتی طی یک دوره زمانی [t, t + Δt] یک تابع از I_{mean} یا η که مطابق رابطه (۱۷) محاسبه می‌شود. مطابق آنالیزهای بالا، نرخ خرابی فیدر λ(t) از شرایط بهره‌برداری مستقل است و توسط رابطه (۱۸) قابل محاسبه می‌باشد.

$$P(I_{Mean}) = \Pr\{I > I_{OP} | I > I_{exp}\} \cdot \Pr\{I > I_{exp}\} + P_{mal}(\eta) \quad (17)$$

$$= \int_{I_{exp}}^I \int_0^I f(I)g(I_{OP})dI_{op}dI + P_{mal}(\eta) = \int_0^I \int_0^I f(I)g(I_{OP})dI_{op}dI \quad (18)$$

$$\lambda(t) = \lambda_D(t) + \lambda_s(t) \quad (18)$$

۲-۲- مدل‌سازی شاخص‌های قابلیت اطمینان نقاط بار مشترکین میکروشبه

اندیس‌های قابلیت اطمینان کوتاه مدت سیستم میکروشبه شامل فرکانس قطعی میانگین، زمان قطعی میانگین و انرژی تامین نشده می‌باشد. باید کلیه خرابی‌هایی که منجر به خرابی یک نقطه بار در شبکه می‌شود را ارزیابی کنیم. نقطه بار i ام مطابق با زمان خرابی r_{ie} ($i = 1, 2, \dots, N, e = 1, 2, \dots, M$) در هر رخداد خرابی τ_e به سه دسته تقسیم می‌شود که N تعداد نقاط بار و M تعداد رخداد خرابی می‌باشند. مقدار r_{ie} مساوی صفر، یعنی نقطه بار LPi هیچ قطع باری را تجربه نمی‌کند. مقدار $r_{ie} = t_r$ یعنی نقطه بار LPi را می‌توان به سمت μ_s انتقال داد یا نقطه انتقالی را به طور نرال باز نمود. مقدار $r_{ie} = t_d$ یعنی نقطه بار LPi توان مصرفی اش قطع می‌گردد تا اینکه خطا برطرف گردد. معمولاً برای انتخاب مقدار بار قابل انتقال به سمت μ_s یا نقطه انتقال به طور نرمال باز یک محدودیت وجود دارد و آن قوانین اولویت شامل فاکتور اهمیت بار و فاصله الکتریکی شبکه سراسری بالادست است که برای ترتیب برقرار کردن بارها مورد توجه می‌باشد. فاصله الکتریکی به صورت مجموع امیدانس‌های سری فیدرها بین نقاط بار و شبکه سراسری تعریف می‌گردد. نقاط بار نیازدارند که کلیه تجهیزات مابین خود و منبع تغذیه به طور نرمال عملکرد داشته باشند. به طبع آن، میانگین زمان خرابی $\omega_i(t)$ و نرخ خرابی میانگین $\xi_i(t)$ و زمان خرابی $r_i(t)$ برای اندازه‌گیری قابلیت اطمینان کوتاه مدت در سمت مشترکین توسط روابط (۱۹)، (۲۰)، (۲۱) و (۲۲) محاسبه می‌شود.

$$\begin{bmatrix} \omega_1(t) \\ \omega_2(t) \\ \dots \\ \omega_N(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11}(t) & r_{12}(t) & \dots & r_{1M}(t) \\ r_{21}(t) & r_{22}(t) & \dots & r_{2M}(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{N1}(t) & r_{N2}(t) & \dots & r_{NM}(t) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \lambda_1(t) \\ \lambda_2(t) \\ \dots \\ \lambda_N(t) \end{bmatrix} \quad (19)$$

$$\xi_i(t) = \sum_{event=1}^M \lambda_i(t) \cdot h(r_{ie}), \rightarrow (i=1, 2, \dots, N) \quad (20)$$

$$h(r_{ie}) = \begin{cases} 1, \rightarrow r_{ie} > 0 \\ 0, \rightarrow r_{ie} = 0 \end{cases} \quad (21)$$

$$r_i(t) = \frac{\omega_i(t)}{\xi_i(t)} \quad (22)$$

بنابراین، شاخص‌های قابلیت اطمینان کوتاه مدت میکروشبه نظیر شاخص میانگین فرکانس قطعی (SAIFI)، شاخص مدت زمان میانگین قطعی سیستم (SAIDI) و شاخص انرژی تامین نشده (ENSI) مطابق روابط (۲۳)، (۲۴) و (۲۵) قابل تعریف می‌باشد. که m_i تعداد مشترکین در نقطه بار LPi است.

$$SAIFI = \sum_{K=1}^{N_s} n(\sigma_s) \cdot \frac{\sum_{i=1}^N \xi_i(\sigma_s) \cdot m_i}{\sum_{i=1}^N m_i} \quad (23)$$

$$SAIDI = \sum_{k=1}^{N_s} n(\sigma_s) \cdot \frac{\sum_{i=1}^N \omega_i(\sigma_s) \cdot m_i}{\sum_{i=1}^N m_i} \quad (24)$$

$$ENSI = \sum_{k=1}^{N_s} n(\sigma_s) \cdot \frac{\sum_{i=1}^N d_i(\sigma_s) \cdot r_i(\sigma_s)}{\sum_{i=1}^N m_i} \quad (25)$$

۳- الگوریتم هوشمند هایبرید خفاش و نلدرمید Bat-NM و نحوه کدسازی مسئله ارزیابی قابلیت اطمینان میکروشبکه درون الگوریتم مذکور با هدف تنظیم بهینه مقادیر مجازی تجهیزات حفاظتی

۳-۱- الگوریتم هوشمند هایبرید خفاش و نلدرمید Bat-NM

همان طور که می‌دانیم الگوریتم هوشمند خفاش برای جستجوی جواب‌های بهینه گلوبال از قابلیت فوق العاده‌ای برخوردار است در حالی که روش نلدرمید یک الگوریتم با جستجوی جواب‌های بهینه محلی خوب است حال انگیزه اصلی کاربرد این الگوریتم هایبرید BAT-NM جبران نقاط ضعف هریک از روش‌های حل به تنهایی و تقویت نقاط قوت در یافتن نزدیکترین پاسخ به جواب بهینه گلوبال است. الگوریتم بهینه‌سازی خفاش که در سال ۲۰۱۰ برای نخستین بار توسط Xin-She Yang ارائه شد الهامی از خصوصیات ردیابی خفاش‌های کوچک در جستجوی شکار است [۲۳]. به منظور بسط این الگوریتم بهینه‌سازی از قوانین کلی استفاده شده است که در زیر به آنها اشاره می‌گردد: قانون اول: همه خفاش‌ها به کمک پژواک فاصله را تشخیص می‌دهند و همچنین، همه آنها تفاوت صدای پژواک شده ناشی از غذا و اجسام اطراف پیرامونشان را می‌دانند. قانون دوم: خفاش‌ها به صورت تصادفی با سرعت V_i در موقعیت P_i و با فرکانس ثابت f_{min} طول موجهای مختلف و بلندی صوت R شکار خود را دنبال کرده، می‌توانند به صورت خودکار طول موج و همچنین، نرخ پالس‌های ارسالی خود را با توجه نزدیکی به شکارشان تنظیم کنند. قانون سوم: اگر چه بلندی صوت می‌تواند در بسیاری از حالات متفاوت باشد، با این حال فرض می‌شود که این تغییرات از بیشترین مقدار R_0 تا کمترین مقدارش به عنوان R_{min} محدود باشد. با توجه به قوانین توصیف شده در بالا، به منظور مدلسازی ریاضی، برای هر خفاش مجازی i در فضای جستجوی d بعدی، موقعیت P_i و سرعت V_i در هر تکرار الگوریتم می‌توان از روابط ذیل استفاده کرد:

$$f_i = f_{min} + (f_{max} - f_{min}) \times \beta \quad (26)$$

$$V_i^{\tau+1} = V_i^{\tau} + (P_i^{\tau} - P^*) \quad (27)$$

$$P_i^{\tau+1} = P_i^{\tau} + V_i^{\tau} \quad (28)$$

در روابط بالا τ شمارنده تکرار الگوریتم و β تصادفی با توزیع یکنواخت در بازه صفر و یک است P^* بهترین موقعیت فعلی است که در هر تکرار پس از مقایسه با موقعیت‌های جدید خفاش‌های مجازی انتخاب می‌شود. از سوی دیگر در هر تکرار، جستجوی محلی بر اساس گردش تصادفی حول موقعیت بهترین خفاش به صورت $P_{new} = P_{old} + \epsilon r_{\tau}$ انجام می‌شود که در آن ϵ بین ۱- و ۱ است برای جهت محدود کردن پله‌های گردش تصادفی به کار گرفته شده است. در رابطه فوق r_{τ} میانگین بلندی اصوات همه خفاش‌های در تکرار τ است. از طرفی، بلندی صوت R_i و نرخ پالس ارسالی r در هر تکرار الگوریتم باید مطابق روابط ذیل بروز شود:

$$R_i^{\tau+1} = \alpha R_i^{\tau} \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (29)$$

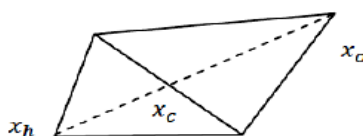
$$r_i = [1 - \exp(-\tau \gamma)] \quad (30)$$

همان طور که از رابطه (۲۹) مشخص است بازه تغییرات بین صفر و یک است؛ عدد صفر به معنی عدم ارسال پالس و عدد یک به معنی ارسال بیشینه آن است. الگوریتم NM اولین بار توسط نلدرمید در سال ۱۹۶۵ طرح شد و روشی سریع برای یافتن یک جواب مینیمم محلی در مسائل بهینه‌سازی است و برای مسائل بهینه‌سازی چند بعدی نیز قابل استفاده است بعلاوه این روش برای یافتن جواب از مشتق توابع برخلاف روش گرادیان بهره نمی‌برد. الگوریتم نلدرمید به مقدار مینیمم محلی از طریق تشکیل یک

ساختار منحصر به فرد همگرا می‌شود با استفاده از این ساختار یگانه^۱ جستجو در جهت‌های با پتانسیل بالا برای مینیمم‌سازی تابع هدف اجرا می‌گردد. ساختار منحصر به فرد در روش نلدرمید به فرم یک شکل هندسی مرکب از $N+1$ گوشه تعریف می‌شود که N تعداد متغیرهای تابع هدف مسئله بهینه‌سازی است. در هر تکرار الگوریتم نلدرمید شروع به محاسبه تصویر بدترین نقطه (گوشه دارای بالاترین مقدار تابع هدف best) در راستای نقطه مرکزی (گوشه با مقدار متوسط good) می‌نماید. بر اساس مقدار محاسبه شده در مرحله اول^۲ الگوریتم عملیات گسترش و انقباض به شکلی با ساختار جدید اجرا می‌کند. به عبارت دیگر^۳ مقادیر تابع هدف برای هر تکرار در گوشه‌های ساختار ایجاد شده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و بالاترین مقدار تابع هدف برای هر گوشه ساختار در هر تکرار جایگزین بدترین مقدار محاسبه شده از مرحله قبل می‌شود و در غیر این صورت ساختار به طرف بهترین نقطه (گوشه با کمترین مقدار تابع هدف) انقباض می‌یابد. این فرآیند تکرار می‌شود تا اینکه خطای مطلوب حاصل گردد. سرعت همگرایی الگوریتم توسط سه پارامتر α ، β و γ متاثر می‌شود که به ترتیب پارامتر α ثابت انعکاس^۴ پارامتر β ثابت انقباض و γ ثابت گسترش ساختار هستند. تمام مراحل الگوریتم را می‌توان مطابق زیر بیان نمود: در ابتدا یک جمعیت اولیه $N+1$ عضوی را با توجه به متغیرهای مسئله که N تعداد متغیر مسئله باشد بصورت بردار $[X_0, X_1, \dots, X_s, X_h]$ انتخاب می‌شود یعنی برای هر متغیر یک عضو از جمعیت انتخاب شده است (هر X_i یک جواب مسئله است). مقادیر تابع هدف را برای آنها محاسبه می‌شود. هر X_i در الگوریتم نلدرمید بیانگر راسی از فضای جستجو و جوابی برای مسئله بهینه‌سازی می‌باشد. سپس در مرحله اول این الگوریتم مقادیر تابع هدف برای هر یک از جمعیت‌های تولید شده را محاسبه نموده و آنها را به ترتیب صعودی مرتب می‌کنند به گونه‌ای که باید اولین جمعیت دارای کمترین مقدار تابع هدف و آخرین جمعیت دارای بیشترین مقدار تابع هدف باشد $[F_0, F_1, \dots, F_s, F_h]$. در مرحله دوم که مرحله انعکاس است در آن ابتدا توسط رابطه (۳۱) نقطه X_c را محاسبه می‌کنیم. سپس با توجه به شکل ۲ انعکاس نقطه X_h را نسبت به X_c طبق رابطه (۳۲) محاسبه می‌کنیم و آن را X_o می‌نامیم.

$$X_c = \frac{1}{N} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq h}}^{N+1} X_j \quad (31)$$

$$X_o = (1 + \alpha)X_c - \alpha X_h \quad (\alpha > 0) \quad (32)$$

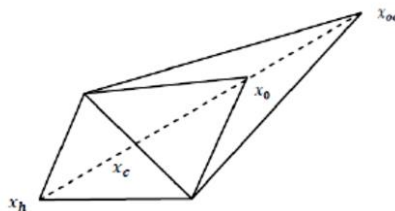


شکل ۲- انعکاس بردار X_h نسبت به بردار X_c

در این حالت برازش X_o محاسبه می‌شود (F_o) اگر $F_0 \leq F_o \leq F_s$ باشد آنگاه نقطه X_h را با نقطه X_o جایگزین نموده و الگوریتم به مرحله دوم باز می‌گردد. در غیر اینصورت اگر $F_o \leq F_0$ باشد آنگاه بر اساس شکل ۳ از فاکتور گسترش که مرحله سوم الگوریتم می‌باشد برای محاسبه مقدار X_{oo} طبق رابطه (۳۳) اقدام می‌شود.

$$X_{oo} = (1 - \gamma)X_c + \gamma X_o \quad (\gamma > 1) \quad (33)$$

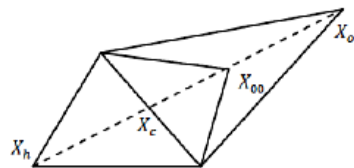
پس از مرحله سوم باید اعمال زیر انجام شود: مرحله چهارم اگر $F_{oo} \leq F_o$ و $F_{oo} \leq F_h$ آنگاه X_{oo} با X_h جایگزین می‌شود. در غیر این صورت مرحله پنجم اگر $F_{oo} \leq F_h$ و $F_{oo} \geq F_o$ آنگاه با نصف کردن فواصل از X_1 فضای جستجو را نصف کرده و به مرحله دوم بر می‌گردد.



شکل ۳- گسترش بردار فضای جستجو

در مرحله انقباض که مرحله ششم است اگر $F_O \geq F_s$ باشد آنگاه با استفاده از فاکتور β دو حالت زیر بررسی می‌شود: برای حالت اول خواهیم داشت اگر $F_O \leq F_h$ آنگاه بر اساس شکل ۴ بردار X_{OO} طبق رابطه (۳۴) محاسبه می‌شود.

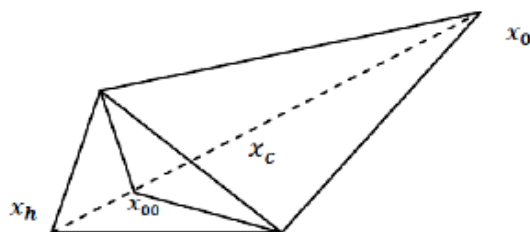
$$X_{OO} = (1 - \beta)X_c + \beta X_O \quad (0 < \beta < 1) \quad (34)$$



شکل ۴- انقباض فضای جستجو (حالت اول)

برای حالت دوم خواهیم داشت اگر $F_O > F_h$ آنگاه بر اساس شکل ۵ بردار X_{OO} طبق رابطه (۳۵) محاسبه می‌شود.

$$X_{OO} = (1 - \beta)X_c + \beta X_h \quad (0 < \beta < 1) \quad (35)$$



شکل ۵- انقباض فضای جستجو (حالت دوم)

مرحله آخر: در صورتیکه شرط پایان یابی الگوریتم حاصل شده باشد از الگوریتم بیرون می‌آییم و در غیر این صورت به مرحله دوم باز می‌گردیم. [۲۴]. روند اجرای الگوریتم بهینه‌سازی پیشنهادی بدین ترتیب است که ابتدا اطلاعات ورودی الگوریتم خفاش و نلدرمید شامل تعداد خفاش‌ها (که موقعیت هر خفاش معادل جواب مسئله ردیاب توان ماکزیمم است)، تعداد تکرارهای الگوریتم خفاش، شدت صوت و فرکانس اولیه، نرخ پالس و ضرایب مربوط به کاهش شدت صوت و افزایش نرخ پالسهای اصوات ایجاد شده به هنگام نزدیکی به جواب بهینه، تعدا ضرایب انعکاس، تعداد تکرار، گسترش و انقباض الگوریتم نلدرمید وارد مدل پیشنهادی می‌شود.

۳-۲- کدسازی مسئله ارزیابی قابلیت اطمینان میکروشبه درون الگوریتم مذکور با هدف تنظیم

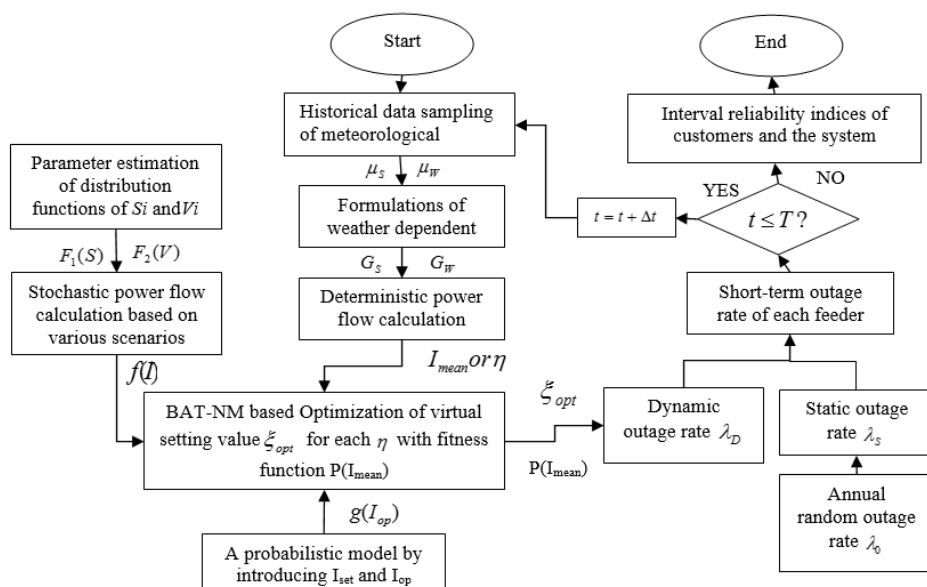
بهینه مقادیر مجازی تجهیزات حفاظتی

در این بخش فلوچارت کدسازی مسئله ارزیابی قابلیت اطمینان میکروشبه درون الگوریتم هوشمند هابیرید خفاش و نلدرمید با هدف تنظیم بهینه مقادیر مجازی تجهیزات حفاظتی تشریح می‌گردد. مراحل دقیق روش نشان داده شده در شکل ۶ به شرح زیر توضیح داده شده است. آغاز نمودن کار در مرحله اول با جمع آوری اطلاعات آب و هوا از طریق پایگاه داده یا نتایج تاریخی انجام می‌شود. در مرحله دوم با بکارگیری توابع توزیع بتا و ویبال و معکوس تابع تجمعی آنها نمونه‌های تابش خورشید و سرعت باد منابع فتوولتاییک و توربین بادی محاسبه می‌کنیم. سپس، محاسبه پخش بار قطعی میکروشبه انجام شده و مقدار میانگین جریان عبوری شاخه در طی دوره زمانی Δt و I_{mean} مورد توجه قرار می‌گیرد. در مرحله بعد مقدار تنظیم مجازی تطبیقی بهینه تجهیزات حفاظتی برای هر فیدر مطابق $I_N \cdot \xi_{Opt}$ با بکارگیری الگوریتم هابیرید خفاش و نلدرمید طی سطوح متنوع تقاضای بار تعیین می‌گردد در جدول ۱ بردار موقعیت خفاش مسئله نشان داده شده است.

جدول ۱- بردار موقعیت مسئله

ξ_{opt}	η
-------------	--------

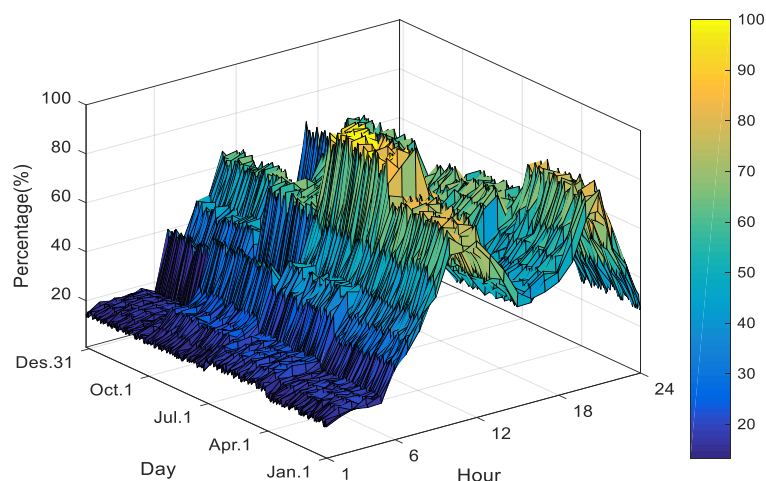
احتمال عملکرد تجهیزات حفاظتی $P(I_{mean})$ توسط رابطه (۱۷) محاسبه می‌شود موقعیت خفاش‌ها با هدف کمینه‌سازی آن مطابق روابط (۲۶) تا (۳۵) برورسانی می‌شوند. سپس نرخ خرابی استاتیکی، نرخ خرابی دینامیکی و نرخ خرابی کوتاه مدت فیدر توسط رابطه (۱۸) محاسبه شود و در ادامه با بکارگیری روابط (۱۹) تا (۲۵) اندیس‌های قابلیت اطمینان کوتاه مدت مشترکین و سیستم ارزیابی شود. مراحل ۲ تا ۸ را برای هر بازه زمانی بهره‌برداری میکروگرید تکرار می‌شود و مقادیر دوره ای هر اندیس قابلیت اطمینان مجدداً به طور بهینه برای میکروشبكة تحت تنظیم مجازی بهینه تطبیقی محاسبه می‌گردد.



شکل ۶- روش ارزیابی قابلیت اطمینان بهره‌برداری پیشنهادی

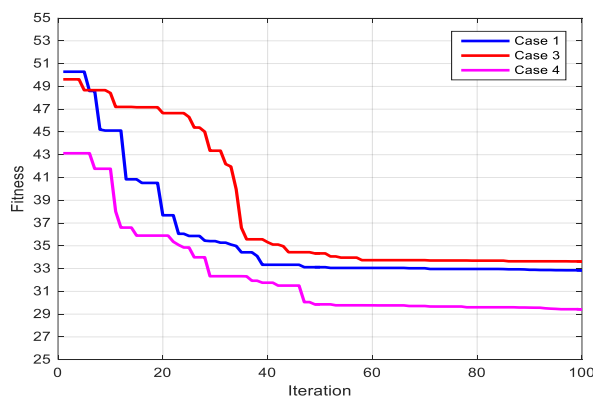
۴- مطالعات شبیه‌سازی

در این بخش، شماتیک یک سیستم تست میکروگرید ۴۰۰ ولت در شکل ۱ به نمایش در آمده است که برای ارزیابی مدل احتمالاتی پیشنهادی برای تنظیم مقادیر تنظیم مجازی سیستم حافظت تطبیقی استفاده می‌شود. ساختار میکروشبكة شامل ۱۱ باس و ۱۲ فیدر می‌شود، ۵ منبع تغذیه شامل ۳ منبع فتوولتاییک و یک توربین بادی و یک سیستم ذخیره‌ساز انرژی می‌شود. خروجی آنها برای یک دوره زمانی کوتاه مدت مطابق با اطلاعات هواشناسی تاریخی در محل میکروشبكة پیش‌بینی شده است. باید اشاره کرد که بیشتر تقاضای بار ماهیتا از نوع تجاری هستند. تقاضای بار پیک میکروشبكة در زمستان و تابستان مورد مطالعه قرار می‌گیرد. بعلاوه، پروفیل بار میانگین در شکل ۷ نشان داده شده است.



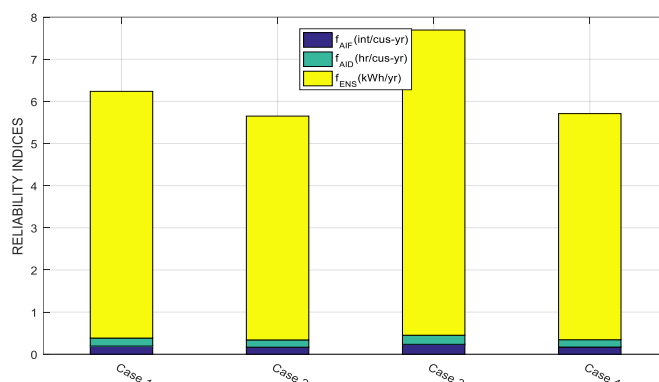
شکل ۷- پروفیل بار میانگین طی یک روز در هر فصل سال

در این میکروشبکه، یک ذخیره ساز با ظرفیت ۱۰ کیلووات به باس ۸ وصل شده است و ظرفیتش به منبع تغذیه دائمی طی تعمیرات فیدر محدود می‌گردد. زمان تعمیرات فیدر ۱ ساعت در نظر گرفته شده است. مدل احتمالاتی مبتنی بر الگوریتم هوشمند هایبرید خفاش و نلدرمید بمنظور تنظیم مقادیر مجازی سیستم حفاظت تطبیقی برای چهار سناریو بهره‌برداری تعیین می‌گردد. در سناریو اول، مسئله بهینه‌سازی برای شبکه تحت مطالعه با مقادیر پیش فرض با هدف تعیین شاخص بهینه قابلیت اطمینان از طریق مقدار ξ_{Opt} حل می‌شود (CASE1). برای سناریو دوم، فرض شده است که نرخ دینامیکی خرابی $\lambda_D(t)$ معادل صفر است و بنابراین $P(I_{Mean})$ معادل صفر ارزیابی می‌شود در حالیکه اطلاعات باقیمانده میکروشبکه در مقایسه با مطالعه حالت پایه بدون تغییر باقی می‌ماند (CASE2). برای مطالعه سوم، مقدار تنظیم مجازی حفاظتی I_{opt} معادل با I_{exp} فرض شده است و مابقی اطلاعات مشابه مطالعه دوم در مقایسه با مطالعه پایه بدون تغییر باقیمانده اند. در این مطالعه، نرخ خرابی دینامیکی و تاثیر آن بر روی مقادیر قابلیت اطمینان مورد توجه می‌باشد (CASE3). مورد نهایی به تاثیرات تنظیمات مجازی بر روی مقادیر شاخص قابلیت اطمینان وقتی ξ معادل با $\xi_{Opt}(\eta)$ برای هر فیدر تنظیم می‌شود، مرتبط است، که مقدار η نرخ میانگین بارفیدر طی دوره مورد مطالعه می‌باشد (CASE4). در این مطالعه، فرض شده است که سیستم ذخیره ساز در شرایط نرمال یا متصل به شبکه سراسری شارژ می‌شود و فقط تحت شرایطی که میکروشبکه عملکرد جزیره ای دارد دشارژ می‌گردد. منحنی مشخصه همگرایی الگوریتم هایبرید خفاش و نلدرمید نشان داده شده در شکل ۸ بمنظور دستیابی به سطح بهینه قابلیت اطمینان میکروشبکه آمده است.



شکل ۸- مشخصه همگرایی الگوریتم هایبرید خفاش و نلدرمید برای دستیابی به سطح بهینه قابلیت اطمینان میکروشبکه

اندیس‌های قابلیت اطمینان برای ۴ مطالعه موردی در شکل ۹ مقایسه شده اند. از آنجایی که فقط خرابی تصادفی در مطالعه اول رخ می‌دهد، شاخص‌های قابلیت اطمینان کاهش نشان می‌دهند. به عبارت دیگر، حساسیت بیش از حد حفاظتی باعث ضعیف شدن عملکرد حفاظتی برای قابلیت اطمینان سیستم می‌شود. از آنجایی که عدم عملکرد به موقع در مطالعه سوم بزرگتر از مطالعه اول توسط بکارگیری مقادیر بهینه I_{set} است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که $\xi_{opt}(\eta)$ با تغییر کاهشی η افزایش می‌یابد. زمان خرابی سالیانه مشترکین برای ۴ سناریو در جدول ۲ نمایش شده است.

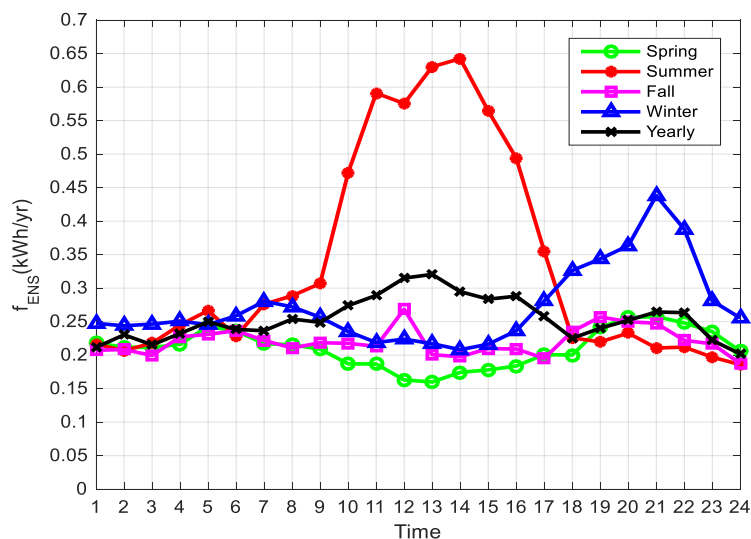


شکل ۹- شاخص‌های قابلیت اطمینان برای ۴ مطالعه موردی

جدول ۲- مقایسه نرخ خرابی سالیانه

	LP ₁	LP ₂	LP ₃	LP ₄	LP ₅	LP ₆	LP ₇	LP ₈	LP ₉	LP ₁₀
Case I	0.145	0.16	0.225	0.155	0.17	0.23	0.24	0.24	0.18	0.235
Case II	0.12	0.16	0.20	0.12	0.13	0.21	0.20	0.22	0.15	0.20
Case III	0.15	0.17	0.23	0.17	0.18	0.22	0.26	0.26	0.17	0.25
Case IV	0.14	0.15	0.21	0.13	0.15	0.215	0.22	0.225	0.16	0.21

از دیدگاه قابلیت اطمینان، هر عملکرد حفاظتی قابلیت اطمینان را تضعیف می‌کند، فارغ از توجه به این موضوع که دلیل آن عدم عملکرد است یا عدم غیر بهنگام. به هر حال، بیشتر آسیب‌های جدی برای میکروشبکه ممکنه به دلیل عدم عملکرد و یا عملکرد ناقص باشد. اطمینان کامل از حفاظت پشتیبان برای کاهش عدم عملکرد باید ضرورتاً اجتناب گردد. در این تحقیق، ξ_{Opt} مطابق با مقدار مینیمم احتمال P_{mal} بهینه می‌شود. در شکل ۱۰ پروفیل قابلیت اطمینان میانگین برای ۴ مورد مطالعات شبیه‌سازی مقایسه شده است.



شکل ۱۰ - مقایسه چهار مطالعه موردی شاخصهای قابلیت اطمینان f_{ENS}

مقدار انرژی تامین نشده مشترکین در طی یک سال از یک مقدار ثابت بیشتر نمی‌شود، از آنجایی که در مطالعه دوم دیده می‌شود. مقادیر آن به شرایط بهره‌برداری در دوره‌های زمانی مختلف بستگی دارد. برای این میکرو شبکه، این مقدار قابلیت اطمینان نسبتاً بالایی در بهار دارد اما در تابستان این شاخص از لحاظ کمی کاهش می‌یابد. دو پیک به طور واضح در طی روز تابستان و شب زمستان اتفاق می‌افتد که با بار پیک سازگار هستند. پیش بینی بار و کنترل آن درون میکرو شبکه بسیار سخت است. به هر حال، برخی استراتژی‌ها تعرفه‌ای برق فصلی برای شیفت بار بمنظور بهبود شاخصهای قابلیت اطمینان قابل استفاده می‌باشد.

نتیجه‌گیری

این مقاله بر روی ارائه طرح حفاظت تطبیقی با بکارگیری مدل احتمالاتی تنظیم مجازی تجهیزات حفاظتی منصوب در فیدرها توسط الگوریتم هوشمند هایبرید خفاش و نلدرمید با هدف بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان ریز شبکه تمرکز دارد. مدل احتمالاتی بوسیله پارامترهای بهینه شده توسط روش هوشمند هایبرید خفاش و نلدرمید برای شبیه‌سازی عملکرد نادرست سیستم حفاظتی تحت شرایط غیرنرمال شبیه‌سازی می‌شود. همه پتانسیلهای میکرو شبکه بر حسب احتمال عملکرد سیستم حفاظتی اندازه‌گیری می‌شود. نتایج شبیه‌سازی گواه این حقیقت است سیستم حفاظتی میکرو شبکه برای ارزیابی قابلیت اطمینان تحت شرایط فعلی نیازمند توجه بیشتر می‌باشد. به هر حال، این مطالعه بر روی طرح حفاظتی تطبیقی مبتنی بر هایبرید خفاش و نلدرمید متمرکز است.

منابع

- C. M. Colson, M. H. Nehrir, "A review of challenges to real-time power management of micro-grids", Proc. IEEE Power & Energy Society General Meeting PES '09, pp. 1-8, 2009 .
- R.A. F. Currie et al., "Fundamental research challenges for active management of distribution networks with high levels of renewable generation", Proc. 39th Int. Universities Power Engineering Conf. UPEC 2004, vol. 2, pp. 1024-1028, 2004.
- T. Boutsika et al., "Calculation of the fault level contribution of distributed generation according to IEC Standard 60909", Proc. CIGRE Symp., Apr. 2005.
- P. P. Barker, R. W. De Mello, "Determining the impact of distributed generation on power systems. I. Radial distribution systems", Proc. IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, vol. 3, pp. 1645-1656, 2000.
- B. Lasseter, Proc. IEEE 2001 WM Panel Role of Distributed Generation in Reinforcing the Critical Electric Power Infrastructure, 2001.

- M. A. Zamani, T. S. Sidhu, A. Yazdani, "A strategy for protection coordination in radial distribution networks with distributed generators", Proc. IEEE Power Eng. Soc. Gen. Meet., pp. 1-8, Jul. 2010.
- M. A. Muhaini and G. T. Heydt, "Evaluating future power distribution system reliability including distributed generation," IEEE Trans. Power Del., vol.28, no.4, pp.2264-2272, Oct. 2013.
- C. Chen, W. Wu, B. Zhang, and C. Singh, "An analytical adequacy evaluation method for distribution networks considering protection strategies and distributed generators," IEEE Trans. Power Del., to be published, Dec. 2014.
- X. Zhan, T. Xiang, H. Chen, B. Zhou, and Z. Yang, "Vulnerability assessment and reconfiguration of microgrid through search vector artificial physics optimization algorithm," Electr. Power Energy Syst., vol.62, pp.679-688, 2014.
- H. E. Farag, M. M. A. Abdelaziz, and E. F. El-Saadany, "Voltage and reactive power impacts on successful operation of islanded microgrids," IEEE Trans. Power Syst., vol.28, no. 2, pp.1716-1727, May 2013.
- K. Alvehag and L. Soder, "A reliability model for distribution systems incorporating seasonal variations in severe weather," IEEE Trans. Power Del., vol. 26, no. 2, pp. 910-919, Apr. 2011.
- R. Rocchetta, Y.F. Li, and E. Zio, "Risk assessment and risk-cost optimization of distributed power generation systems considering extreme weather conditions," Reliab. Eng. Syst. Saf., vol. 136, pp. 47-61, 2015.
- Y. Sun, P. Wang, L. Cheng, and H. Liu, "Operational reliability assessment of power systems considering conditional-dependent failure rate," IET Gener. Transm. Distrib., vol.4, no.1, pp.60-72, Jan. 2010.
- J. He, Y. Sun, P. Wang and L. Cheng, "A hybrid conditions-dependent outage model of a transformer in reliability evaluation," IEEE Trans. Power Del., vol. 24, no. 4, pp. 2025-2033, Oct. 2009.
- A. H. Etemadi and Reza Iravani, "Overcurrent and overload protection of directly voltage-controlled distributed resources in a microgrid," IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 60, no. 12, pp.5629-5638, Dec. 2013.
- H. Al-Nasseri, M. A. Redfern, and F. Li, "A voltage based protection for micro-grids containing power electronic converters," presented at the Power Eng. Soc. Gen. Meeting, Montreal, QC, Canada, Sep. 2006.
- L. Che, M. E. Khodayar, M. Shahidehpour, "Adaptive protection system for microgrids: Protection practices of a functional microgrid system", IEEE Electrific. Mag., vol. 2, no. 1, pp. 66-80, Mar. 2014.
- E. Casagrande, W. L. Woon, H. H. Zeineldin, D. Svetinovic, "A differential sequence component protection scheme for microgrids with inverter-based distributed generators", IEEE Trans. Smart Grid, vol. 5, no. 1, pp. 29-37, Jan. 2014.
- X. Xu, J. Mitra, T. Wang, L. Mu, "Evaluation of operational reliability of a microgrid using a short-term outage model", IEEE Trans. Power Syst., vol. 29, no. 5, pp. 2238-2247, Sep. 2014.
- X. Xu, J. Mitra, T. Wang, L. Mu, "An evaluation strategy for microgrid reliability considering the effects of protection system", IEEE Trans. Power Del., vol. 31, no. 5, pp. 1989-1997, Oct. 2016.
- E. S. Gavanidou, A. G. Bakirtzis, "Design of a stand alone system with renewable energy sources using trade off methods", IEEE Trans. Energy Convers., vol. 7, no. 1, pp. 42-48, Mar. 1992.
- H. Yu, C. Y. Chung, K. P. Wong, J. H. Zhang, "A chance constrained transmission network expansion planning method with consideration of load and wind farm uncertainties", IEEE Trans. Power Syst., vol. 24, no. 3, pp. 1568-1576, Aug. 2009.
- A. Gandomi, X.-S. Yang, A. Alavi, S. Talatahari, "Bat algorithm for constrained optimization tasks", Neural Comput. Appl, vol. 22, no. 6, 2013, PP. 1239-1255.
- E. Zahara, Y.-T. Kao, "Hybrid Nelder-Mead simplex search and particle swarm optimization for constrained engineering design problems", Expert Systems with Applications, vol. 36, no. 2, 2009, pp. 3880-3886.

بررسی تأثیر مدت زمان حرکت قوی زمین بر روی سازه سیلو بتنی

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۰۵
تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۱/۲۱

سهراب صدراپی^۱، علیرضا مرتضایی^۲

چکیده

اثر مدت زمان حرکت شدید زلزله یکی از پارامترهای مهم و از جهاتی مبهم در سازه‌ها می باشد. این پارامتر در کنار بزرگای و فاصله از گسل از عوامل تعیین کننده در خرابی سازه ها می باشند و بررسی عوامل تاثیرگذار در چگونگی عملکرد این شاخص بر روی سازه ضروری به نظر می رسد. در این پژوهش سعی شده تا بررسی پژوهش های گذشته برای انجام پژوهشی درست، گام برداشته شود و زوایای پنهان کار که می تواند بر عملکرد سازه ها تا خرابی کامل منجر شود، روشن شود

واژگان کلیدی: مدت زمان حرکت شدید زمین، بزرگای، حوزه گسل

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش سازه، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان، سمنان،

ایران

۲- استادیار، دانشکده، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان، سمنان، ایران

۱- مقدمه

یکی از پارامترهای مهم جهت تشخیص خصوصیات زمین لرزه ها، مدت زمان تداوم آن یا مدت زمان حرکت شدید زمین می باشد که به نوعی بیانگر میزان انرژی ورودی به سازه می باشد و نقش بسزایی در ایجاد خرابی در سازه ها در زلزله های گذشته داشته است. لذا توجه به این موضوع جهت دست یافتن به پاسخ واقعی سازه (شامل تحلیلهای خطی و غیر خطی) در برابر حرکت قوی زمین از اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین این پارامتر نقش مهمی در تحلیل مسئله روانگرایی و جابه جایی دائمی خاک و ارزیابی پاسخ سازه در برابر زلزله ایفا می کند. از طرف دیگر تخمین مناسب از مدت زمان حرکت شدید زمین بر اساس شرایط حاکم بر هر منطقه، ابزاری مهم جهت پیش بینی تابع زمانی حاکم بر زلزله ها (پوش منحنی) به شمار می رود که در تولید زلزله سازگار با شرایط آن منطقه مورد استفاده قرار می گیرد. لذا با توجه به اهمیت موضوع، پتانسیل لرزه خیزی بالا در اکثر مناطق ایران، شرایط حاکم از نظر تکنیک صفحه ای، نوع گسلش و شرایط محلی، لزوم ارائه مدلی جهت تخمین مدت زمان تداوم زلزله بیشتر آشکار می شود.

۲- پیشینه تحقیق

وندلیت و گاه در سال ۲۰۰۴ در رابطه با اثر مدت زمان زلزله بر روی قابلیت اطمینان سازه مطالعاتی انجام دادند. هدف از مقاله وی فراهم کردن روشی بنیادی برای تخمین بهتر از اثر زمان زلزله روی قابلیت اطمینان سازه با استفاده از (۱) مقاومت نهایی (۲) چرخه ساختاری کوتاه که براساس تابع محدوده خسارت ارائه می شود می باشد. مدل آسیب براساس پارک و انگ همراه با تئوری منظم آماری که همه در داخل چارچوب مونت کارلو شبیه سازی شده به منظور برآورد احتمال شکست برای گروه های مشخص سازه ای توسعه یافته است. سازه ها با استفاده از نوسانگر الاستوپلاستیک به منظور ساده سازی آنالیز و مقایسه کامل با مطالعات گذشته و حال ایده آل سازی شده اند. مطالعه وی از جهت رسیدن به حداکثر پاسخ سازه ای غیرخطی متنوع بدون انجام آنالیزهای حوزه زمانی منحصر بفرد است. ضریب اثر زمان (DEF)، شاخصی مناسب برای مقایسه بین مطالعات زمان زلزله است همچنین شاخص قابلیت اطمینان سازه (β) که در این مقاله عملکرد طراحی پایه را به خوبی عنوان می کند [۱]. بررسی عملکرد لرزه ای براساس آسیب های لرزه ای تحقیقی است که توسط آلدینوویچ و همکاران در سال ۲۰۱۱ انجام داده اند. مقاله ارائه شده روشی برای ارزیابی ایمنی و طراحی سازه های مقاوم در برابر زلزله براساس کاربرد طیف آسیب می باشد. طیف آسیب می تواند برای ارزیابی لرزه ای آسیب پذیری سازه ای با مشخصات معلوم استفاده شود و می تواند اطلاعات پتانسیل آسیب پذیری حرکت زمین ثبت شده را فراهم کند [۲]. رنوسو و همکاران در سال ۲۰۰۰ در کاری مشابه، تاثیر مدت زمان حرکت قوی زمین روی طراحی لرزه ای سازه ها را بررسی کردند. این مقاله مدت زمان حرکت قوی زمین با استفاده از اطلاعات شتابنگاشت از فرورانش و گسلش نرمال زلزله مکزیک را بررسی می کند. با استفاده از تعریف فاصله زمانی ۲/۵ تا ۹۷/۵ درصد شدت آریاس این مدت در نظر گرفته شده است. در این پژوهش مدت زمان بر حسب بزرگا، فاصله از منطقه گسیختگی و دوره سایت به همراه تئوری ارتعاشات، برای پیش بینی طیف پاسخ با یکدیگر مورد استفاده قرار می گیرند. طیف پاسخ سه بعدی از ضریب لرزه ای، پریود سازه ای و تعداد دوره های بار غیر الاستیک بدست آمده و پاسخ غیر الاستیک یک سازه بتنی که در منطقه لاکید در مکزیکوسیتی واقع است، بررسی شده است. و در نهایت یک شتابنگاشت مصنوعی برحسب مدت زمان حرکت زمین و پریود سایت که بازدهی مشابه پاسخ غیر الاستیک شتابنگاشت واقعی دارد و ابزار ساده شده ای از رفتار مدل غیرالاستیک در منطقه لاکید ارائه شده است [۳]. اثر مدت زمان حرکت شدید زمین روی پاسخ لرزه ای غیر خطی در در پژوهشی که توسط لروولینو و همکاران (۲۰۰۵) انجام شده است که به پرسش هایی درباره اقدامات تقاضای غیر خطی اشاره دارد که مدت زمان حرکت شدید زمین بوسیله آنالیز های آماری روی نمونه های مختلف حساس است. سازه یک درجه آزاد (SDOF) با توجه به (۱) چهار دوره نوسان، (۲) سه رفتار های هیسترتیک، (۳) دو سطح شکل پذیری هدف انتخاب شده است. منحنی های آنالیز دینامیکی افزایشی برای ارزیابی مدت زمان دوره به عنوان عملکرد شدت حرکت زمین استفاده می شود. اثر مدت زمان روی احتمال خرابی سازه توسط منحنی شکنندگی ارزیابی می شود و نتایج این پژوهش نشان می دهد نهایتا محتوای زمان حرکت شدید زمین از لحاظ آماری به شکل پذیری و تقاضای انعطاف پذیری چرخه ای مربوط نمی باشد [۴].

۳- مدلسازی

سازه مورد بررسی در یکی از فازهای منطقه پارس جنوبی در عسلویه واقع شده است. روی سازه دو تجهیز (سیلو) در ارتفاع ۱۲/۷۵ متر از سطح زمین قرار میگیرند. ارتفاع سیلوه ۲۰ متر میباشد. ارتفاع خاک روی فونداسیون ۳ متر و بیشترین عمق دفن ۵/۵ متر است. مشخصات ژئوتکنیکی محل مطابق جدول ۴-۱ میباشد:

جدول ۱- مشخصات خاک منطقه

۱- Cverage Kg/cm ²	۲- Q _{allowable} Kg/cm ²	۳- ϕ degree	۴- K _s Kg/cm ²	۵- γ_d Kg/cm ²
۰/۰۴ - ۶	۳/۵ - ۷	۳۶ - ۸	۳/۰۶ - ۹	۱۹۰۰ - ۱۰

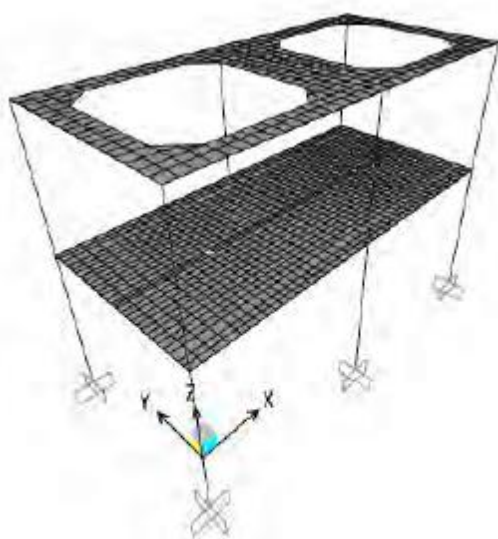
هدف از طراحی یک عضو سازه‌ای یا یک سازه، تامین ایمنی کافی و رعایت مسائل اقتصادی میباشد. یک عضو سازه‌ای از آن جهت طرح میشود که از ایمنی کافی برخوردار باشد؛ به این مفهوم که در مقابل بارهای وارده و تحت انواع شرایط محتمل، از پایداری کافی برخوردار باشد. بارهای قائم مطابق اطلاعات سازنده تجهیز از آنجا که ماده داخل سیلوی مورد نظر گوگرد خشک میباشد، کل بار مرده و زنده برای هر سیلو (شامل ۶ پایه) به ترتیب برابر ۸۰/۷۶ تن و ۲۱۴۳/۸۵ تن، بار ضربه: ۲۲۵/۷۶ تن و به دلیل آنکه ماهیت آن شبیه بار زنده است، در طراحی به همراه بار زنده محاسبه میشود.

بار باد: برش در جهت طولی، ۲۵/۱۰ تن و در جهت عرضی، ۳۱/۸۰ تن و همچنین لنگر خمشی ایجاد شده در پایه ها به صورت کشش و فشار اعمال می‌شود.

بار زلزله: برش افقی (در هر دو جهت) ۸۸۴/۷۰ تن و همچنین لنگر خمشی ایجاد شده در پایه ها به صورت کشش و فشار اعمال میشود.

ترکیب بار جهت آنالیز و طراحی نیز با توجه به آیین نامه UBC و ACI 318-05 در نظر گرفته می‌شود. در حالت اول سازه نگهدارنده سیلو به تنهایی و بدون مدلسازی تجهیز در نرم افزار SAP 2000 مطابق شکل 2 مدل شده است. عکس العمل پایه های سیلو را مطابق مقادیر محاسبه شده توسط سازنده تجهیز، که در بخش قبل توضیح داده شد، در محل پایه ها و بر روی دال مطابق شکل 1 اعمال میکنیم.

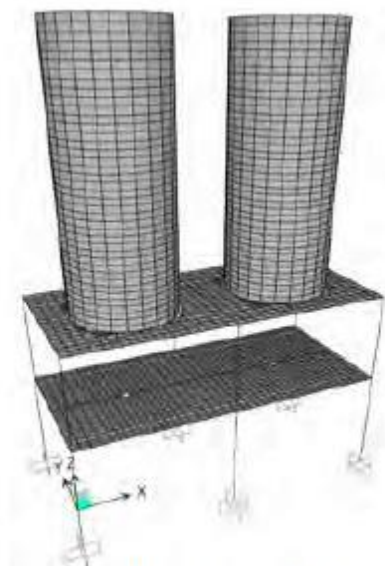
نیروی جانبی زلزله به صورت خودکار و توسط نرم افزار محاسبه میشود؛ ضریب برش پایه ۰/۴۳ است. وزن لرزه‌ای در این حالت شامل وزن مرده و زنده سازه می‌باشد. سیستم بار بر جانبی سازه در دو جهت قاب خمشی انتخاب شده است. به منظور تحلیل طیفی از طیف آیین نامه UBC استفاده شده است. در این حالت فونداسیون سازه در نرم‌افزار طراحی فونداسیون SAFE، آنالیز و طراحی می‌گردد. به منظور سرعت و دقت بیشتر جهت انتقال عکس‌العمل پای ستونها به نرم افزار طراحی فونداسیون از نرم افزار کمکی SAP2exSAFE استفاده شده است.



شکل ۱- مدلسازی حالت اول

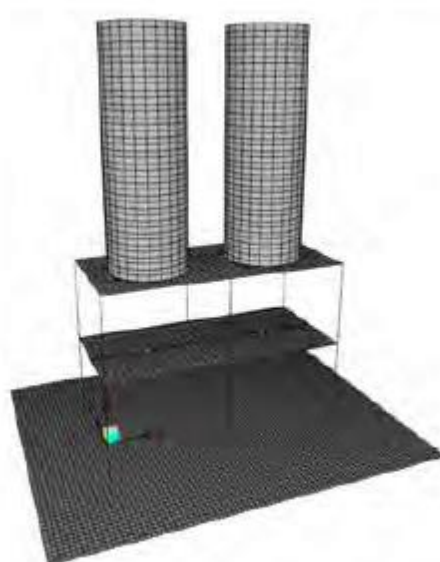
در حالت دوم علاوه بر سازه، تجهیز را نیز در نرم افزار SAP مدل میکنیم و اثر آن را در آنالیز و طراحی در نظر می‌گیریم. تجهیز بوسیله المان پوسته¹ و استوانهای شکل مدل می‌شود (شکل ۱) وزن جداره سیلو از نوع بار مرده و ماده داخل آن از نوع بار زنده بصورت گسترده در ارتفاع توزیع میگردد. وزن لرزه‌ای در این حالت شامل وزن مرده و زنده سازه و تجهیز میباشد. جهت در نظر گرفتن صلبیت تجهیز و دقت مدل سازی در فواصل معینی در ارتفاع و داخل سیلو، در سطح افقی المانهای پوسته دایره شکل بدون جرم در نظر گرفته شده به طوریکه مرکز این دواير با المانهای قائم به یکدیگر متصل هستند. این کار باعث ایجاد عملکرد یکنواخت سازه و تجهیز مورد نظر شده و از ایجاد مودهای غیرضروری در آنالیز مودال جلوگیری کرده و درصد مشارکت جرمی را،

در آنالیز طیفی، افزایش می دهد. در این حالت نیز مانند حالت اول فونداسیون سازه در نرم افزار طراحی فونداسیون SAFE، آنالیز و طراحی می گردد.



شکل ۲- مدل سازی حالت دوم

حالت سوم شامل مدل سازی همزمان سازه، تجهیز و فونداسیون در نرم افزار SAP می باشد (شکل ۲) فونداسیون بصورت المان پوسته و افقی مدل می گردد. برای در نظر گرفتن اثر خاک زیر فونداسیون، خاک را به صورت فتر در زیر پی مدل می کنیم. در این حالت اندرکنش سازه و فونداسیون در نرم افزار طراحی مورد بررسی قرار می گیرد.

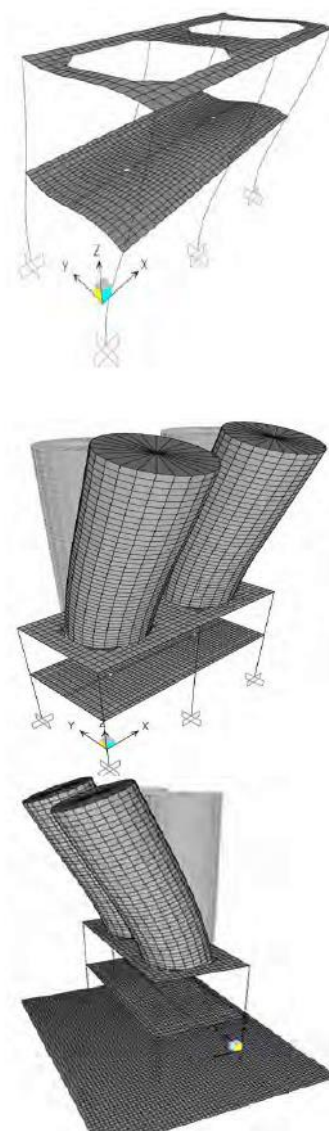


شکل ۳- مدل سازی حالت سوم

سازه های نگهدارنده سیلو، سازه های بسیار سنگینی هستند که تنش انتقال یافته از آنها به زمین میتواند قابل توجه باشد. لذا در هنگام طراحی شالوده باید دقت زیاد بعمل آید. تعیین تنش مجاز باربری زمین با توجه به معیار مقاومت و نشست خاک، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. با توجه به تنش مجاز خاک منطقه و همچنین محدودیتهای طراحی و از آنجا که از لحاظ اقتصادی و اجرایی در نظر گرفتن شمع مقرون به صرفه نمی باشد لذا در این سازه از نوع خاصی پی مطابق شکل ۳ استفاده شده است، به

گونه‌ای که ضخامت پی در زیر ستونهای سازه نزدیک به هفتاد درصد بیشتر از سایر قسمت‌ها بوده و این تغییر میزان ضخامت به صورت شیب‌دار، با شیب ۴۵ درجه، لحاظ شده است. در نرم‌افزار به منظور نشان دادن شیب فونداسیون سه دال با ضخامت‌های متفاوت تعریف شده تا اثر این تغییر ضخامت تدریجی در نظر گرفته شود.

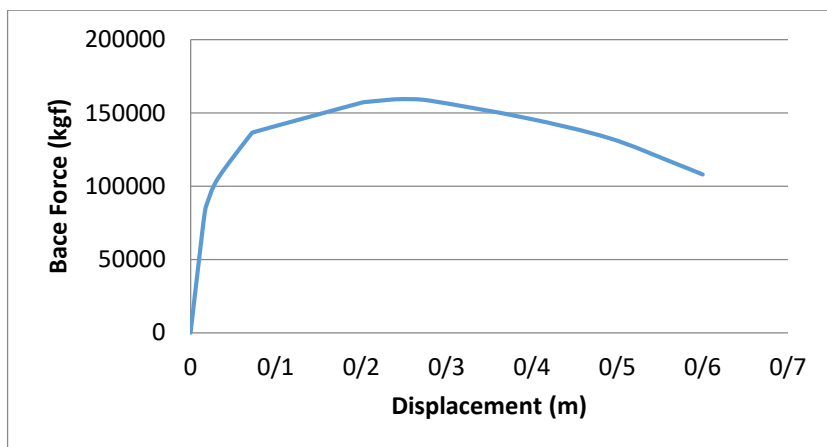
پس از مدل‌سازی و انجام بارگذاری، سازه را آنالیز و سپس طراحی میکنیم. بعنوان فرض اولیه مقاطع ستون $2/3 \times 2/3$ (مترمربع) و مقاطع تیر $2/3 \times 2/3$ (مترمربع) در نظر گرفته میشود؛ ضخامت دال کف $1/7$ متر و ضخامت فونداسیون $1/5$ متر و در عمیقترین قسمت $2/5$ متر میباشد. تغییر شکل مودی در سه حالت دیده میشود. همانطور که ملاحظه می‌شود تفاوت در سه حالت قابل ملاحظه است.



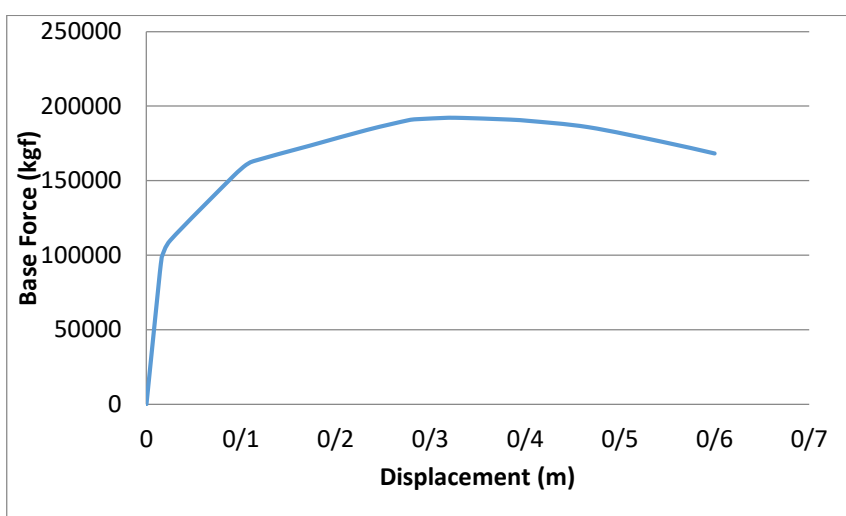
شکل ۴- تغییر شکل مودی در مدل‌سازی اول، دوم و سوم

۴- تحلیل نتایج

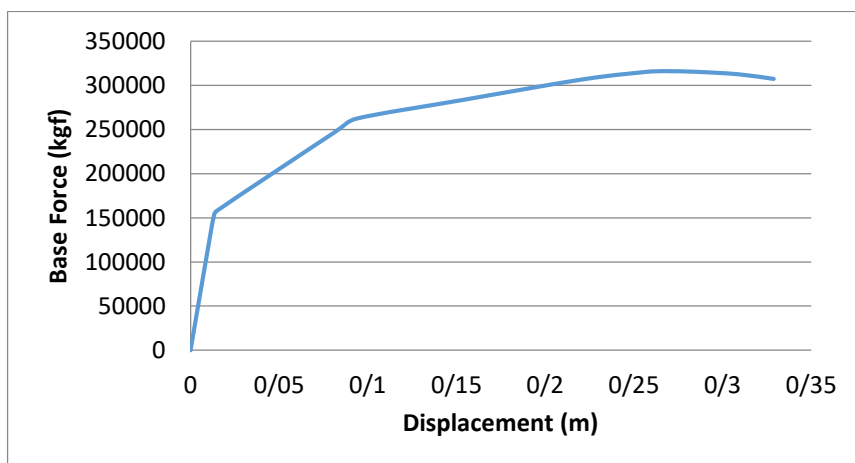
در این فصل نتایج تحلیل استاتیکی غیر خطی و دینامیکی تاریخچه زمانی در دو حالت مدل‌سازی سیلوهی بتنی با ضخامت‌های مختلف ۴۰ و ۳۰ سانتیمتر در سیلویی با نسبت ارتفاع به قطر ۲ و ۴ آورده شده است تا مقایسه اثر ضخامت و نسبت ابعادی ارتفاع به قطر سیلوی بتنی مختلف صورت گیرد.



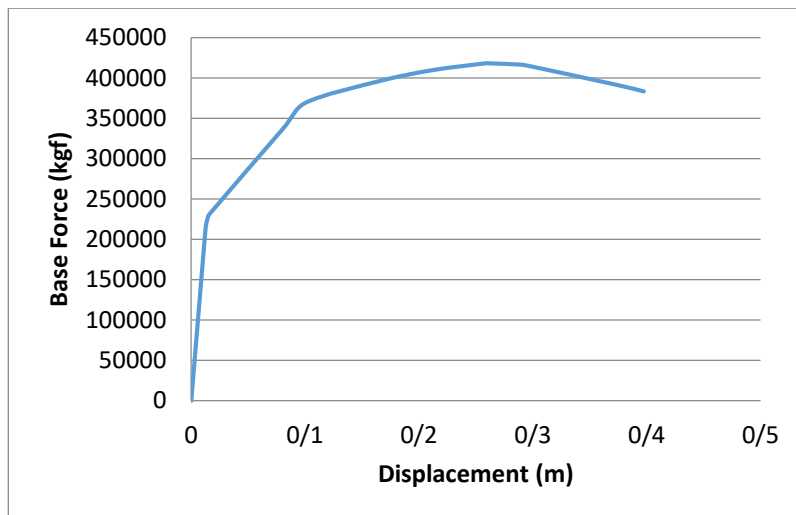
شکل ۵- نتایج تحلیل پوشش اور برای مدل سیلوی بتنی با ضخامت ۳۰ سانتیمتر و نسبت ارتفاع به قطر ۴



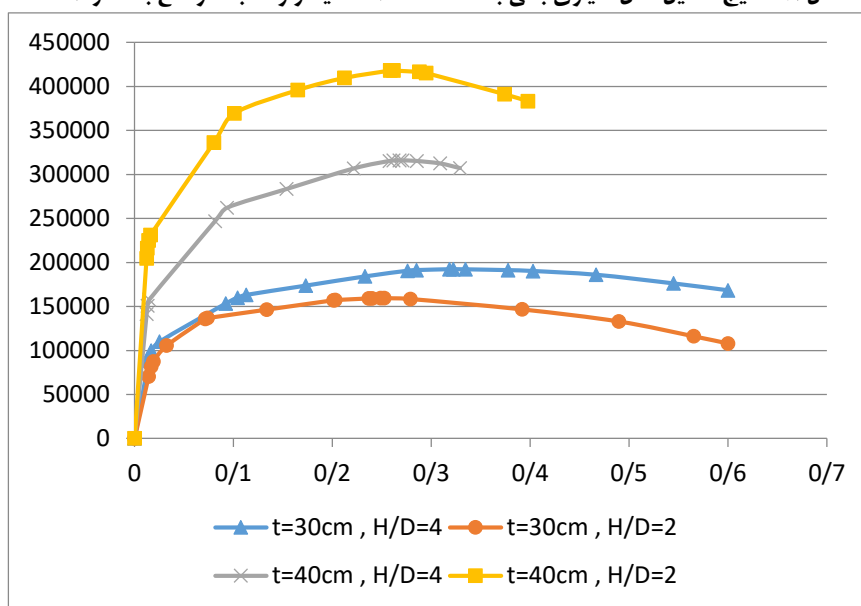
شکل ۶- نتایج تحلیل مدل سیلوی بتنی با ضخامت ۳۰ سانتیمتر و نسبت ارتفاع به قطر



شکل ۷- نتایج تحلیل مدل سیلوی بتنی با ضخامت ۴۰ سانتیمتر و نسبت ارتفاع به قطر ۴



شکل ۸- نتایج تحلیل مدل سیلوی بتنی با ضخامت ۴۰ سانتیمتر و نسبت ارتفاع به قطر ۲



شکل ۹- مقایسه نمودار نیرو-جابجایی چهار مدل با ضخامت و نسبت ابعادی ارتفاع به قطر متفاوت

جدول ۲- حداکثر میزان جابجایی گره های کناری

	Δ_{y4}	Δ_{y3}	Δ_{y2}	Δ_{y1}	Δ_{x4}	Δ_{x3}	Δ_{x2}	Δ_{x1}
	میلیمتر	میلیمتر	میلیمتر	میلیمتر	میلیمتر	میلیمتر	میلیمتر	میلیمتر
حالت اول	۱۴/۸۷	۱۴/۸۷	۱۴/۸۷	۱۴/۸۷	۳۶/۵۳	۳۶/۵۴	۳۵/۹۸	۳۵/۹۸
حالت اول	۴۳/۶۲	۴۳/۶۲	۴۳/۶	۴۳/۶	۴۰/۶۷	۴۰/۶۶	۴۰/۶۶	۴۰/۶۷
حالت اول	۵۷/۳	۵۷/۲۸	۵۷/۳	۵۷/۲۹	۵۰/۹۲	۵۰/۹۵	۵۰/۹۲	۵۰/۹۵

نتیجه گیری

در مقایسه ضخامت های مختلف و نسبت ابعادی مختلف نتایج نشان می دهد تغییر ضخامت در سیلوهای بتنی نسبت به تغییر نسبت ابعادی ارتفاع به قطر سیلوی بتنی بسیار با اهمیت تر می باشد و در عملکرد مناسبتر سازه سیلو مؤثرتر می باشد.

همانگونه که ملاحظه گردید در این مطالعه به بررسی اثر مدلسازی همزمان سازه، فونداسیون و تجهیز بر تلاشهای داخلی، جابجایی و طراحی سازه پرداخته و بدین منظور سه مدل در نظر گرفته شد. در هر مدل، سازه بصورت مجزا در دو حالت استاتیکی و دینامیکی تحلیل، طراحی و اندرکنش تجهیز، سازه و پی بررسی گردید. در مدل اول عکس العمل نیروهای پایه تجهیز که از قبل محاسبه شده بطور نقطه‌ای بر محل قرارگیری پایه ها بر روی سازه اعمال و پاسخ سازه بدست آمد. در این حالت فونداسیون سازه در نرم افزار SAFE، طراحی گردید. حالت دوم شامل مدلسازی همزمان سازه و تجهیز میباشد؛ بهطوریکه سیلو در نرم افزار مدل و وزن پوسته سیلو و ماده داخل آن جهت محاسبه نیروی زلزله بصورت گسترده در ارتفاع توزیع گردید. جهت در نظر گرفتن اثر اندرکنش سازه و تجهیز بر ضریب رفتار سازه از ضوابط آییننامه 7-ASCE استفاده شد. در این حالت نیز فونداسیون در نرم افزار طراحی فونداسیون طراحی گردید. در مدل آخر؛ سازه، فونداسیون و تجهیز همزمان در نرم افزار طراحی سازه مدل شده و پس از تحلیل، نیروهای داخلی و جابجایی سازه حاصل گشت. طراحی لرزه‌ای بر حسب آییننامه UBC انجام گرفته و طراحی سازه بتنی نگهدارنده سیلو براساس آییننامه 318-05 ACI صورت گرفت. برای بررسی اثر مدلسازی همزمان سازه نگهدارنده سیلو، فونداسیون و تجهیز مستقر بر روی سازه، نتایج آنالیز و طراحی حالت سوم با سایر حالتها مقایسه و نتایج بیان گردید. نتایج نشان میدهند بر اثر مدلسازی همزمان تجهیز و سازه بدلیل توزیع جرم در ارتفاع نتایج حاصل از نیروی زلزله دقیق تر و به واقعیت نزدیکتر می باشد. با مدلسازی همزمان سازه و فونداسیون اندرکنش سازه و شالوده همزمان در نظر گرفته میشود. نتایج حاصل از جابجایی نشان میدهد به علت توزیع مناسب جرمی در ارتفاع سیلو، نیروی جانبی افزایش یافته و جابجایی نیز افزایش مییابد. همچنین میزان آرماتورهای طراحی نشان میدهد، مدل اول دارای کمترین میزان آرماتور طراحی در تیر و ستون میباشد. در مدل سوم به علت مدل کردن فونداسیون و در نظر گرفتن ضریب فنری خاک، میزان آرماتور طراحی ستون کمتر از حالت دوم میباشد. مدلسازی همزمان سازه، تجهیز و فونداسیون در سازه‌های نگهدارنده تجهیز، که تجهیز در آنها دارای ارتفاع قابل توجهی میباشد، جهت محاسبه صحیح نیروی زلزله توصیه میگردد. همچنین طراحی در این حالت از ضریب اطمینان بالاتری برخوردار است.

به واسطه عمل استهلاک انرژی زلزله یعنی اثر نیروی جانبی زلزله که به علت تمرکز جرم سیستم سیلو در دیواره، در این تراز وارد می شود، به زیرسازه (پایه‌های سیلو) کاهش یابد و در نتیجه به اجزاء میانی نیروی لرزه‌ای کمتری وارد شود. نقش دیگر پایه سیلوها، متعادل کردن پاسخ نیرویی بین پایه‌ها و کوله‌ها می باشد که در این حالت مزیت این است که پاسخ نیرویی شدید وارد بر اجزاء سخت تر زیرسازه را کاهش داده و نیروهای زلزله را بین همه المان‌های زیرسازه تقسیم می نماید. از این جهت تکیه گاه پایه سیلو همواره صلب و از فولاد پر مقاومت جهت مسلح نمودن آن می توان بهره یافت.

منابع

- [۱] van de Lindt J.W, Goh Gin-Huat,(2004)," Effect of earthquake duration on structural reliability", Engineering Structures 26 (2004) 1585–1597
- [۲] Ladinović D, et al, (2011)," SEISMIC PERFORMANCE ASSESMENT BASED ON DAMAGE OF STRUCTURES", Architecture and Civil Engineering Vol. 9, No 1, 2011, pp. 77 – 88
- [۳] REINOSO E, et al, (2000)," INFLUENCE OF STRONG GROUND MOTION DURATION IN SEISMIC DESIGN OF STRUCTURES", 12WCEE confrences
- [۴] Lervolino I, et al, (2006)," Ground motion duration effects on nonlinear seismic response", Earthquake Engng Struct. Dyn. 2006; 35:21–38
- [۵] Nicknam A, et al, (2010), " Earthquake duration effect on the nonlinear response of MDOF system using a new version of Incremental Dynamic Analysis (IDA)", 5th National Congress on Civil Engineering,, Mashad,Iran
- [۶] [تهرانی زاده محسن، فرزانه حامدی. ۱۳۸۱. " بررسی حداکثر حرکات زمین، مدت دوام حرکات شدید و محتوای فرکانسی زلزله چنگوره – آوج"، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- [۷] [مرتضایی، علیرضا و رامبد کرباسی، ۱۳۹۵. " آنالیز تاریخچه زمانی ساختمان های بتن آرمه تحت اثر زمین لرزه های با مدت زمان طولانی"، سومین کنفرانس بین المللی تحقیقات در عمران، معماری و شهرسازی و محیط زیست پایدار، رم، موسسه مدیران ایده پرداز پایتخت ویر.

امکانسنجی استفاده از DEA به جای MDEA در بخش اسکات واحد SRU پالایشگاه آبادان
علیرضا صدرا، محمد اسماعیل درستکار، فریدون ابراهیم‌نخلی، طه قیامی، محمد عیسی‌زاده،
حسین عباسیان

افزایش انعطاف‌پذیری و کنترل ولتاژ و فرکانس ریز شبکه با استفاده از ذخیره‌سازها در
حالت جزیره‌ای
عباداله عموزاد مهدیرجی، سید محمد شریعتمدار

شناسایی و اولویت‌بندی انواع ریسک در پروژه‌های روستایی و پاسخ به آن‌ها
محمد جواد طاهری امیری، امید لطفی عمران، بهزاد حسن نتاج

بهبود قابلیت اطمینان نقاط بار مشترکین براساس مدل احتمالاتی برای سیستم حفاظتی
میکرو شبکه مبتنی بر الگوریتم هوشمند هایپرید خفاش و نلدرمید
بابک صفری چابک، حمد عاشوری، کیوان چوپانی

بررسی تاثیر مدت زمان حرکت قوی زمین بر روی سازه سیلو بتنی
سهراب صدرا، علیرضا مرتضایی

پژوهش‌های نوین مهندسی

۰۲۱ ۳۳۳ ۲۰ ۲۴۸۷ ۰۲۱ ۴۳۳ ۸۵۷۱ ۲۴
۰۲۶ ۳۲۷۲ ۴۷۸۷ ۰۲۶ ۳۲۷۴ ۷۱۵۸
تهران: افسریه، ۱۵ متری چهارم، کوچه ۳۸، پلاک ۲۸، واحد ۲
کرج: چهارراه هفت‌تیر، خیابان لاله ۱، پلاک ۱۴، طبقه همکف