بسمه تعالی

موسسه آموزش عالی علامه رفیعی

سمینار دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق–گرایش ...

[تصمیم گیری تحت عدم قطعیت در سیستم های انرژی : حالت هنر–مرور]

نگارنده:

[علیرضا سرودی]

استاد راهنما:

[تورج امرایی]

تابستان ۱۳۹۲

بسم الله الرحمن الرحیم

تقديم

تشکر و قدردانی

چکیده

مطالعات سیستم انرژی شامل انواع وسیعی از مسائل کوتاه مدت(به عنوان مثال ،تصمیمات عملیاتی سریع ،ساعتی ،روزانه و هفتگی)به افق های بلند مدت(مثال،برنامه ریزی یا سیاست گذاری) می باشد. تصمیم زنجیره تأمین توسط پارامتر های ورودی تغذیه شده است که معمولا در معرض ابهامات(عدم قطعیت ها) قرار دارند.هنر سرکار داشتن با ابهامات(عدم قطعیت ها)در جهات مختلف توسعه یافته اند و اخیرا به یک نقطه کانونی جالب تبدیل شده است.در این مقاله طبقه بندی استاندارد جدیدی از تکنیک های مدل سازی عدم قطعیت برای تصمیم گیری فرایند ساخت ارائه شده است. این روشها با نمایش نقاط قوت و ضعفشان معرفی و مقایسه شده اند.خطوط امید بخش از تحقیقات آینده در سایه یک دید کلی جامع از گذشته و کاربردهای فعلی بررسی شده است.امکان استفاده از مفهوم جدیدی از اعدادZ برای اولین بار معرفی شده است.

کلید واژه ها: محاسبه فازی، نظریه تصمیم گیری شکاف اطلاعاتی، مدل سازی احتمالی، بهینه سازی مقاوم، تجزیه و تحلیل اعداد Z مبتنی بر فاصله.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست علایم و نشانه‌ها ..... ب

۱-مقدمه ۱

۲-رویکرد احتمال ۴

۲-۱- شبیه سازی مونت کارلو (MCS) ۴

۲-۲- روش برآورد نقطه ای ۵

۲-۳- تصمیم گیری مبتنی بر سناریو ۶

۳-رویکرد امکان ۶

۴-رویکرد احتمال-امکان پیوندی ۷

۴-۱- رویکرد امکان-مونت کارلو ۸

۴-۱- رویکرد مبتنی بر امکان-سناریو ۸

۵-نظریه تصمیم گیری شکاف اطلاعاتی ۹

۶-بهینه سازی مقاوم ۱۱

۷-تجزیه و تحلیل فاصله ۱۱

۸-بررسی روش های کنترل عدم قطعیت جدید ۱۲

۹-کاربردها ۱۳

۱۰-خطوط امید بخش از تحقیقات آینده ۱۷

۱۰-۱- بررسی پارامترهای عدم قطعیت (نامعلوم) جدید ۱۷

۱۰-۲- تقویت تکنیک های موجود ۱۷

۱۱-نتیجه گیری ۱۷

فهرست مراجع ۱۸

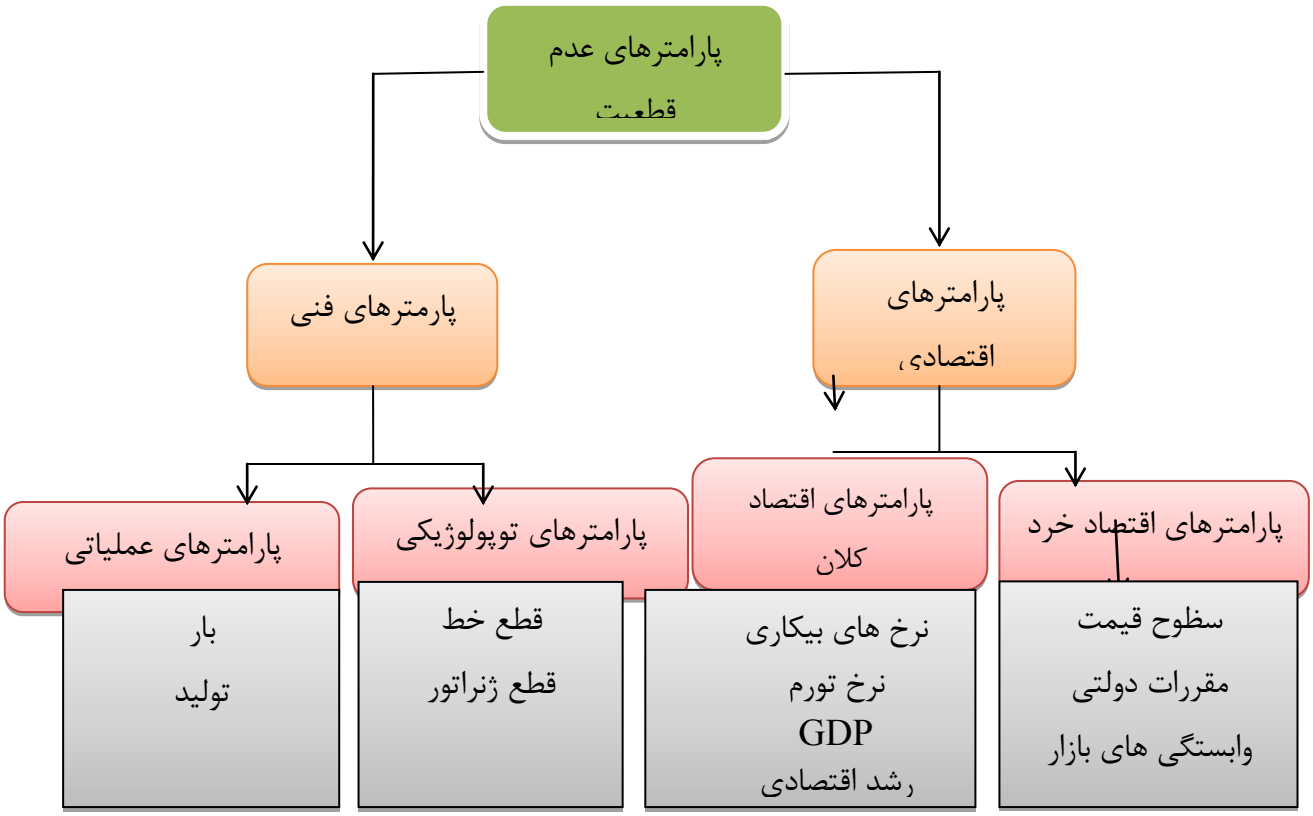
فهرست علایم و نشانه‌ها

عنوان	علامت اختصاری
تولید ناخالص داخلی	GDP
شبیه سازی مونت کارلو	MCS
روش برآورد نقطه ای	REM
نظریه تصمیم گیری شکاف اطلاعاتی	IGDT
ارزیابی تاثیر تولید پراکنده	DG
وسائل نقلیه برقی هیبریدی	PHEV
ارزیابی قابلیت انتقال	ATC

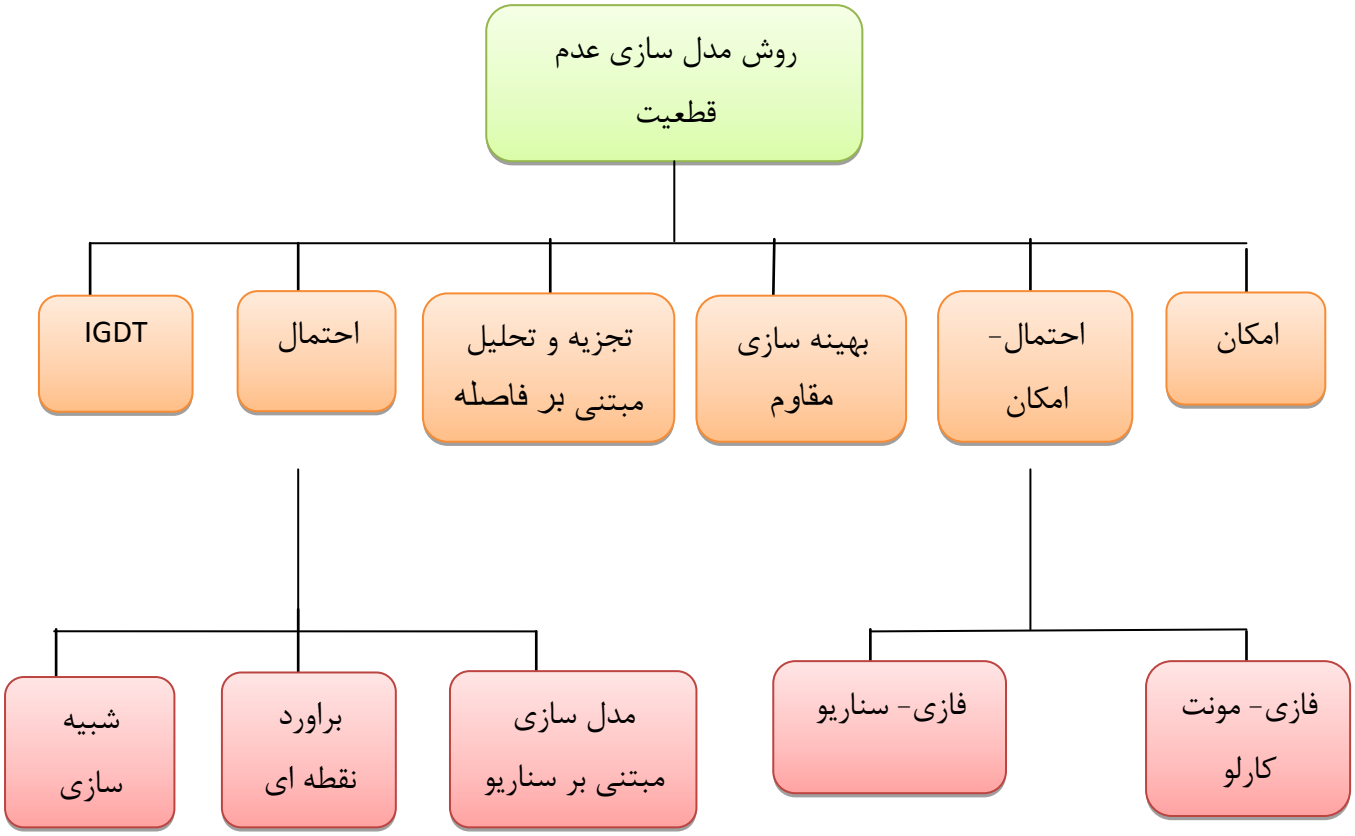
۱– مقدمه

بررسی عدم قطعیت برای چندین سال یکی از نگرانی های اصلی تصمیم گیرندگان (از جمله دولت مردان، مهندسین ، مدیران و دانشمندان) شده است.{۱} اکثر تصمیمات اتخاذ شده توسط تصمیم گیرندگان بخش انرژی در معرض سطح قابل توجهی از عدم قطعیت داده قرار دارند.{۲}

پارامترهای عدم قطعیت در مطالعات سیستم قدرت به طور کلی می توانند به دو دسته مختلف تقسیم شده باشند، از جمله:(به شکل ۱ نگاه کنید)



شکل ۱: طبقه بندی کلی از پارامتر های عدم قطعیت در مطالعات سیستم انرژی



شکل ۲: ابزار های مدل سازی عدم قطعیت

- پارامترهای فنی: به طور کلیاین پارامتر های به دو کلاس اصلی طبقه بندی شده اند، به نام پارامتر های توپولوژیکی و عملیاتی. پارامتر های توپولوژیکی آنهایی هستند که وابسته به توپولوژی های شبکه مانند شکست یا قطع اجباری خطوط، ژنراتورها یا دستگاههای سنجش برق و غیره می باشند.پارامترهای عملیاتی با تصمیمات عملیاتی مانند تقاضا یا مقادیر تولید در سیستم های قدرت ارتباط دارند.
- پارامتر های اقتصادی(مقرون به صرفه): پارامترهایی که بر شاخص های اقتصادی که در این دره قرار دارند، تاثیر می گذارند. اقتصاد خرد بر روی تصمیمات بخش های تجاری کوچک تر مانند سایت های گرد آورنده، مصرف کنندگان صنعتی یا داخلی(خانگی) سرمایه گذاری می کنند.در حالی که اقتصاد کلان بر روی کل صنعت سیستم قدرت تمرکز می کند.برای مثال؛عدم قطعیت در تأمین سوخت، هزینه های تولید، مالیات کسب و کار،کار و مواد خام در اقتصاد های خرد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.از طرفی دیگر مباحثی دیگر مانند مقررات یا عدم مقررات، سیاست های زیست محیطی، رشد اقتصاد ،نرخ های بیکاری،تولید ناخالص داخلی(GDP)ونرخ های سود در

اقتصاد کلان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.همه این پارامتر ها در معرض عدم قطعیت ها هستند و باید به طور صحیح در مطالعات اقتصادی آدرس دهی شده و مورد توجه قرار گرفته باشند.

روش های مختلفی برای کنترل عدم قطعیت وجود داردکه برای سرکار داشتن با پارامتر های عدم قطعیت مذکور نوسعه یافته است که در شکل ۲ نشان داده است.تفاوت اصلی بین این روشها با تکنیک های مختلف مورد استفاده برای توصیف عدم قطعیت پارامتر های ورودی در ارتباط است. برای مثال؛روش فازی از توابع عضو برا یتوصیف یک پارامتر عدم قطعیت استفاده می کند در حالی که روش های تصادفی از تابع چگالی احتمال استفاده می کند. شباهت آنها این است که همه آنها سعی در تعیین کمیت اثر پارامتر های ورودی بر روی خروجی های مدل دارند.این راه و روشهای عدم قطعیت توسط آنها به صورت زیر توصیف شده اند:

- **رویکرد احتمال**: یکی از ابتدایی ترین کارها در برنامه نویسی تصادفی در سال ۱۹۵۵ توسط Dantzig انجام شد.{۳}چنین فرض شده است که پارامتر های ورودی مدل، متقیر های تصادفی با یک تابع چگالی احتمال شناخته شده هستند.
- **رویکرد امکان:** حساب فازی که توسط Lotfi A Zadeh در سال ۱۹۶۵ معرفی شده است {۴}.پارامتر های ورودی مدل با استفاده از تابع عضو(MF) پارامتر های ورودی توصیف شده است.
- **رویکرهای احتمال امکان پیوندی:**هر دو پارامتر تصادفی و امکان در این مدل ارائه می شوند.
- **نظریه تصمیم گیری شکاف اطلاعاتی** : اولین بار توسط Yakov Ben-Haim {۵} در سال ۱۹۸۰ پیشنهاد شد. در این روش هیچ تابع چگالی احتمال یا تابع عضو برای پارامتر های ورودی در دسترس نیست.آن مبتنی بر تفاوت بین آنچه که شناخته شده است و چه چیزی حیاتی است که شناخته شود، توسط کم کردن کمبود شدید اطلاعات در فرایند تصمیم گیری می باشد.
- **بیهینه سازی مقاوم:** اولین بار توسطSovstir {۶} درسال ۱۹۷۳ پیشنهاد شد .مجموعه های عدم قطعیت برای توصیف عدم قطعیت پارامتر های ورودی استفاده شد با استفاده از این تکنیک تصمیمات به دست آمده برای تحقق بدترین حالت ممکن از پارامتر عدم قطعیت بدون یک مجموعه داده شده بهینه هستند.
- **تجزیه و تحلیل فاصله:**توسط Romon E .Moore در سال ۱۹۶۶ معرفی شد{۷} چنین فرض شده است که پارامتر های عدم قطعیت مقدار را از یک فاصله شناخته شده می گیرند به

نوعی شبیه به مدل سازی احتمال با یک تابع چگالی احتمال یک دست می باشد. این روش حدود (کران های)متغیر های خروجی را پیدا می کنند.

این مقاله خلاصه ای از تکنیک های اخیر مورد استفاده برای مدل سازی عدم قطعیت را در کاربرد های سیستم قدرت ارائه می دهد .آن دیدی به دست آمده از تعداد نسبتا زیادی از کارهای قبلی را پیشنهاد می کند.این باز نگری به عنوان یک نقشه راه برای آنهایی که علاقه مند به ابزارهای مدل سازی عدم قطعیت در مطالعات سیستم قدرت هستند عمل می کند.

بقیه این مقاله به شرح زیر است:بخش ۲ رویکرد احتکمال را نشان می دهد، روش امکان در بخش ۳ معرفی شده است، رویکرد احتمال – امکان پیوندی در بخش ۴ توصیف شده است ، نظریه تصمیم گیری شکاف اطلالعاتی در بخش ۵ توضیح داده شده است ،تکنیک بهینه سازی مقاوم در بخش ۶ توصیف شده است. بخش ۷ رویکرد تجزیه و تحلیل فاصله را نشان می دهد. بخش ۱۰ خطوط امید بخش از تحقیقات آینده را توصیف می کند . در نهایت، بخش ۱۱ یافته های این اثر را خلاصه می کند.

۲– رویکرد احتمال

در رویکرد احتمال یک تابع چند متغیره یعنی $y,y=f(z)$ در دسترس است.z برداری از شکل $z=\{z_1,\ldots\ldots z_M$است که در آن Z_1 به Z_M پارامتر های تصادفی با توابع چگالی احتمال شناخته شده هستند در حالی که درتابع چگالی احتمال yسعی شده که شناسایی شده باشد. برای توضیح بهتر تابعf مدل سیستم را توصیف می کند(به عنوان مثال؛ مجموعه ای از معادلات جریان بار)،z برداری از پارامتر های عدم قطعیت ورودی به سیستم است(به عنوان مثال؛ تزریقات قدرت توسط منابع انرژی تجدید پذیر و بارهای الکتریکی) و y متغیر خروجی است(به عنوان مثال؛ مجموع ضرر های فعال مجموع هزینه های عملیاتی) تکنیک سه مدل سازی عدم قطعیت احتمال در زیر توصیف شده است.

۲–۱– شبیه سازی مونت کارلو (MCS)

شبیه سازی مونت کارلو در مراحل زیر انجام شده است{۸}، چنین فرض شده است که z_I پارامتر های عدم قطعیت هستند.نمونه A ،Z_I^eبرای هر پارامتر ورودی Z_I ،با استفاده از تابع چگالی احتمال آن تولید شده است.مقدارy^e به عنوان متغیر خروجی با استفاده از $y^e=f(Z^e$ در جایی که $Z^e=$ $\{Z_1^e,\ldots\ldots,z^e_m\}$ محاسبه شده است. این روش برای تعدادی از بازگویی ها تکرار شده است،N_{mc} . در نهایت نتایج با استفاده ازمعیار آماری، نمایشگر میزان تکرار(نمودارستونی) فاصله های اطمینان و غیره

تجزیه و تحلیل شده اند. بعضی روشها برا ی کاهش بار محاسباتی از شبیه سازی مونت کارلو مانند نمونه گیری فوق مکعب لاتین وجود دارد(LHS){۹}،رویکرد جداسازی نمونه {۱۰}شکافتگی و روش رولت {۱۱}

۲-۲- روش براورد نقطه ای

روش برآورد نقطه ای (PEM) مبتنی بر لحظات پارامترهای ورودی عدم قطعیت عمل می کند.در یک مسئله با n پارامترهای عدم قطعیت ،گام های به شرح زیر می باشد:

گام اول Set E(y) =0 ,k=1:E(Y^2)=0 and

گام دوم:موقعیت ها و احتمالات تمرکز،$E_{k,i}$ و$p_{k,i}$به ترتیب زیر هستند

که د رآن$M_3(z_k)$ ،سومین لحظه پارامتر Z_k است.

گام سوم: تعیین نقاط تمرکز $Z_{k,i}$.همانطور که در زیر داده شده است.

$$Z_{K,i}=\mu_{zk}+\epsilon_{k,I}\times \sigma_{ZI,} \quad i=1,2$$

که در آن μ_{zk}و σ_{zk}به ترتیبمیانگین و انحراف استاندارد هستند.

گام چهارم: محاسبه f برای هر دو$Z_{k,i}$، چنانچه

$$Z= [Z_1 , Z_2,\ldots\ldots\ldots, Z_{K,I} , \ldots., Z_N]$$

گام پنجم:محاسبه E(Y) و ($E(Y^2)$ با استفاده از :

$$E(Y)= E(Y) +\sum_{i=1}^{2} \quad P_{k,I}f(Z_1 ,Z_2\ldots\ldots Z_{k,I},\ldots\ldots\ldots,Z_{N)}$$

$$E(Y^2)= E(Y^2) +\sum_{i=1}^{2} \quad p_{k,I}f^2(Z_1 ,Z_2\ldots\ldots Z_{k,I},\ldots\ldots\ldots,Z_N)$$

گام ششم: K=K+1 اگر K<N پس به گام دوم برو وگرنه ادامه بده.

گام هفتم: محاسبه میانگین و انحراف استاندارد چنانچه

$$_Y=E(Y)\mu$$

$$_Y=\sqrt{[\![E(Y^2)+E^2(Y)\sigma}$$

۲–۳– تصمیم گیری مبتنی بر سناریو

یک سناریو به عنوان درکی احتمالی از مجموعه پارامترهای عدم قطعیت تعریف شده است لیستی از این سناریو ها با استفاده از تابع چگالی احتمال از هر پارامتر عدم قطعیت،Z_s تولید شده است.مقدار مورد انتظار متغیر خروجی، y به شرح زیر محاسبه شده است:

$\sum_{s\in\Omega} ns$ F(Z_S) ╳

که در آنΣ_sعضوی از$\Omega_1=\Pi_s$ و Π_s ، احتمال سناریو S^{th} می باشد .

اگر تعداد سناریو ها زیاد باشد پس نیاز به به دست آوردن مجموعه ی کوچکی از سناریو های نمایش داده شده ی اصلی می باشد.هدف این است که یک مجموعه ی کوچک Ω_s با عدد اصلی$N_{\Omega s}$ از مجموعه اصلی Ω_j انتخاب شود {۱۳}.یک توازن معقول باید بین از دست دادن اطلاعات کاهش بار محاسباتی باشد {۲}.تکنیک کاهش سناریو توسط گام های زیر انجام شده است{۱۴،۱۵}

گام اول: ساخت ماتریس فاصله احتمالی شامل فاصله بین هر زوج از سناریو های C(S,S)

گام دوم:انتخاب سناریو ی مشت S_1 به شرح زیراست:

$$S_1=\arg\left\{\min_{s\in\Omega Is}\sum_{\in\Omega J} NsC(S,S'')\right\}$$

$$_{\Omega}S=\{s1\},\Omega_J=\Omega_J_\Omega_s$$

گام سوم:انتخاب سناریو بعدی برای مجموعهΩ_s به شرح زیر است:

$$S_n=\arg\left\{\min_{s\in\Omega Is}\sum_{\in\Omega J-(S)} Ns\min_{s''\in\Omega sU}\{s\}\,C(S,S'')\right\}$$

گام چهارم:اگرعدد اصلی Ω_S کافی است پس به گام دوم برو وگرنه ادامه بده.

گام پنجم:اضافه کردن احتمال هر سناریو غیر منتخب به نزدیک ترین سناریو در مجموعه منتخب،پایان

جزییات بیشتر را می توان در {۲} یافت.

۳– رویکرد امکان

از انجا که مقدمه نظریه مجموعه فازی این تکنیک در بسیاری از حوزه های سیستم قدرت به کار گرفته شده است {۱۶}فرض میشود $Y=f(x_1.....x_n)$ در دست است و بردار X شامل پارامتر های ورودی عدم قطعیت است که استفاده ی توابع عضو وابسته به آن را توصیف کرده است در این زمینه تابع F مدل

سیستم را توصیف می کند (به عنوان مثال؛مسئله برنامه ریزی خودکار برای یک (شرکت پخش و انبار کالاهای عمومی) در یک بازار برق آزاد شده)، X برداری از پارامتر های ورودی عدم قطعیت به سیستم است.(به عنوان مثال؛ قیمت ساعتی برق)وY متغیر خروجی است (به عنوان مثال؛ مجموع سود شرکت پخش و انبار کالاهای عمومی).

توابع عضو مختلفی می توانند برای فرموله کردنه درجه عضویت یک از پارامتر عدم قطعیت خاص وابسته به نظر کارشناس استفاده شده باشند بدون توجه به شکل تابع عضو سؤال این است که چه طور MF را از Y تعیین کنیم اگر MF_sاز X شناخته شده باشد؟روشa-cut می تواندجوابی را برای این سؤال ارائه دهد {۱۷} برا ی یک مجموعه فازی داده شده$\tilde{A}$ در U مجموعه اعداد الحاقی A_a شامل تمام افراد U با مقدار عضو است.$\tilde{A}$ بزرگتر یا برابر با a که در آن محاسبه شده است.

$$A^a=\{x \in U\ \mu A(X) \geq a\}$$

$$A^a=(A_\ ,\bar{A}^a)$$

a-cut هر پارامتر عدم قطعیت X_i^a ، با استفاده از (۱۴)تعیین شده است پس a-cut از Y ،y^a به شرح زیر محاسبه شده است.

$$Y^a= (Y_^a,\bar{Y}^a)$$

$$Y^a= \min_{xa}(xa), \qquad \max_{xa} f(xa))$$

$$X^a=(x^a\,'X^{—a})$$

در هر a-cut ، کران بالای y^a ، $\bar{y}^a$ ، و کران پایینی $y_^a$،y^aبه ترتیب به حد اکثرو به حداقل رسانده شده اند.آخرین مرحله غیر فازی سازی است فرایند ترجمه ی یک عدد فازی به یکی از اعداد الحاقی، غیر قازی سازی نامیده شده است.{۱۷}تعدادی تکنیک غیر فازی نظیر تکنیک غیر فازی حد اکثر، روش مرکز ثقل {۱۸}،تکنیک غیر فازی میانگین وزنی در دسترس هستند .

۴– رویکرد احتمال–امکان پیوندی

گاهی اوقات تصمیم گیرنده با یک تابع هدف چند متغیره مواجه می شودy=f(X,Z) که در آن هر دو پارامتر عدم قطعیت امکان X و پارامتر عدم قطعیت احتمال Z وجومد دارد.

برای توضیح بهتر تابع f مدل سیستم را توصیف می کند(به عنوان مثال؛ مجموعه ای از معادلات جریان بار)Z برداری از پارامترهای عدم قطعیت ورودی به سیستم است که توسط تابع چگالی احتمال

توصیف شده است (به عنوان مثال؛ تزریقات قدرت (نیرو) توسط منابع انرژی تجدید پذیر و بارهای الکتریکی)X برداری از پارامتر های عدم قطعیت ورودی به سیستم است که توسط MF توصیف شده است (به عنوان مثال؛نرخ های برق) و y متغیر خروجی است (مجموع پرداخت ها برای خرید تلفات قدرت فعال)

به منظور مقابله با چنین مواردی بعضی روشها توسعه یافته اند که بعدا توصیف شده اند.

۴-۱- رویکرد امکان- مونت کارلو

گام های زیر رویکرد امکان- مونت کارلو مرکب را توصیف می کند{۱۹}

گام اول:برای هر Z_i زیر مجموعه ی Z یک مقدار با استفاده از تابع چگالی احتمال آن تولید می شود، Z_l^e

گام دوم: محاسبهY^e()و^e(Y_) به شرح زیر است:

$(Y^a)^e = \min f(z^e, x^a)$

$(Y^a)^e = \max f(z^e, x^a)$

$(x^a) = (x^a, x^{--a})$

این گام ها برا ی به دست آوردن داده ی آماری از پارامتر های MF خروجی نظیر تابع چگالی احتمال یا مقادیر مورد انتظار تکرار شده اند.

۴-۲- رویکرد مبتنی بر امکان- سناریو

گام های زیر این رویکرد را توصیف می کند{۲۰}

گام اول: تولید مجموع سناریو برا ی توصیف رفتار Zو Ω_j

گام دوم :کاهش مجموع سناریو اصلی به یک مجموع کوچکΩ_s .

گام سوم:محاسبهَ^{a} (Y) و ^{a}(Y_) به شرح زیر است:

$Y^a = \min \sum_{s\in\Omega s} ns \times F(Zs, Xa)$

$Y^a = \max \sum_{s\in\Omega s} ns \times F(Zs, Xa)$

$(x^a) = (x^a, x^{--a})$

گام چهارم : غیر فازی سازی Y

۵– نظریه تصمیم گیری شکاف اطلاعاتی

نظریه تصمیم گیری شکاف اطلاعاتی(IGDT) روشی است که عدم قطعیتی را توصیف می کند که نمی توان با استفاده از تابع چگالی اجتمال MF به دلیل فقدان اطلاعات کافی توصیف کرد . برای ایجاد تصمیم های مقاوم در برابر عدم قطعیت شدید پارامتر های ورودی به کار رفته است.

یک تابع بهینه نمونه رابه شرح زیر در نظر بگیرید:

$Y=\min_d f(x,d)$

$H(x,d)=0$

$G(x,d)\geq 0$

که در آن X برداری از پارامتر های ورودی استکه در معرض عدم قطعیت شدید وجوددارد و D برداری از متغیر های تصمیم گیری است HG به ترتیب محدودیت های تساوی و نابرابری هستند.F(X,d) رابطه بین متغیر های تصمیم گیر ی(D) و پارامتر های عدم قطعیت ورودی (X) را توصیف می کند .

در صورتی که پارامتر های ورودی عدم قطعیت X برابر با مقادیر پیش بینی شده ی آنها باشد ($X=X^{—}$) پس حل (۲۵)_((۲۷)مقدار پیش بینی شده ی $Y=\bar{y}$ را می دهد به هر حال اگر مقدار X نامشخص باشد پس روش نظریه تصمیم گیری شکاف اطلاعاتی سعی در یافتن راه حلی برای این مسئله دارد که دربرابر خطا در مقدار پیش بینی شده ی Xمقاوم است. درنظریه تصمیم گیری شکاف اطلاعاتی، مقاومت به عنوان ایمنی رضایت بخش از محدودیتی از پیش تعیین شده تعریف می شود.{۵} رضایت محدود ممکن است مبتنی بر کاربرد تعریف شده باشد{۲۱}.

برای توضیح بهتر،فرض کنید که تابعf مدل سیستم را توصیف می کند(به عنوان مثال مجموعه ای از محدودیتها که خرید انرژی را از منابع مختلف توصیف می کند)،X برداری از پارامترهای عدم قطعیت ورودی به سیستم است که درمعرض عدم قطعیت شدید قراردارد(به عنوان مثال نرخ برق بدون داده تاریخی) وy متغیر خروجی است(به عنوان مثال مجموع پرداخت ها برای خرید انرژی).d مجموعه ای از متغیرهای تصمیم گیری را نشان می دهد(به عنوان مثال مقدارانرژی خریداری شده از منابع انرژی مختلف مانند واحدهایDG، بازار برق مشترک و قراردادهای دوجانبه مقاومت در متن نظریه تصمیم گیری شکاف اطلاعاتی به شرح زیر تعریف شده است:

کل پرداخت ها باید همیشه کمتر از استانه پیش پرداخت L_c باشد، مهم نیست که قیمت برق عدم قطعیت چه مقداراست ؟مقداری را دور از آنچه که پیش بینی شده است در بر می گیرد.نقطه مقابل قوی مسئله در (۲۵) – (۲۷)توصیف شده است که به شرح زیر است:

$$\max_{Y} Z = F(x, Y)$$

$X \in U(x)$

که درآنζ درجه ایست که تصمیم گیرنده ،تخریب تابع هدف را به دلیل خطای پیش بینی شده از پارامتر ورودی X تحمل می کند.عدم قطعیت پارامتر ها در روش نظریه تصمیم گیری شکاف اطلاعاتی معمولا با استفاده از مدل محدود پاکت {۲۲} به شرح زیر تعریف شده است:

$$\max_{Y} z$$

$z \leq F(X, Y)$

$F(X, Y)=A(Y)*X+g(y)$

$X \in U(x) = \{x \mid |x| \leq \dot{X}\}$

که در آن a سطح عدم قطعیت پارامتر X و$\bar{X}$مقدار پیش بینی شده X است و $U(a,\bar{x})$ مجموعه تمام مقداریر x که انحراف از $\bar{X}$بیشتراز $a\bar{x}$نخواهد بود . تصمیم گیرندگان مقادیر a,x را نمی دانند.

مقاومت یک تصمیم گیری d مبتنی بر نیاز $\hat{a}L_c(d,L_c)$ به عنوان حداکثر مقدار a تعریف شده است که در آن تصمیم گیرنده مطمئن است که محدودیت های مورد نیاز همیشه به شرح زیر برآورده شده است{۵}

$$\max_{y} z$$

$F(X, Y)=A(Y)*X+g(y)-\max_{wi}\sum_i ai\,(y) * xI * wi$

$$\sum_i wi \leq \Gamma$$

$0 \leq wi \leq 1$

سیاست تصمیم گیری به عنوان پیدا کردن متغیر های تصمیم گیری d، تعریف شده است که مقاومت را به حداکثر می رساند چنانچه

$$\min_{\xi i, B}[\Gamma B + \sum_i \xi i$$

$B+\xi_i \geq a_i(y)* X_i$

۶– بهینه سازی مقاوم

مفهوم بهینه سازی مقاوم اولین بار توسطSoyster معرفی شد.{۶} رویکردی جدید برای حل مسائل بینه سازی است که توسط عدم قطعیت به خصوص در مورد فقدان تمامی اطلاعات بر روی ماهیت عدم قطعیت تأثیر گذاشته است.{۲۳} که به شرح زیر توصیف شده است: تابعی مانند Z=f(x.y) را در نظر بگیرید که در X خطی و درY غیر خطی است. مقداریر X در معرض ابهام قرار دارند در حالی که مقادیرY شناخته شده هستند.در بینه سازی مقاوم ، فرض شده است که هیچ تابع چگالی احتمال مشخصی برای توصیف پارامتر عدم قطعیت X در دست نیست.عدم قطعیت xبا یک مجموعه عدم قطعیت مدل سازی شده است.X زیر مجموعه ای از U(x) که در آن U(x) مجموعه ای است که پارامتر X می تواند مقدار یساز آن را بگیرد. حداکثر سازی X=f(x,Y) می تواند از طریق موارد زیر فرموله شده باشد.

$$Z \leq F(x, Y)$$

$$F(X, Y) = a(y)*X + g(y) - \Gamma B_\sum_i \xi_i$$

$$B+\xi \geq A(yi) * Xi$$

از آنجا که مقدار Z با توجه به xخطی است می تواند به شرح زیر فرموله شده باشد:

$\tilde{X}, X, X$ مقدار پیش بینی شده و در حداکثر انحراف ممکن متغیر X از Xبهینه سازی مقاوم در پی یافتن راه حلی است که نه تنها تابع هدف Z را به حداکثرمی رساند بلکه همچنین اگر مقدار خطای پیش بینی شده درباره مقدار X وجود دارد تصمیم گیرنده آن را تضمین می کند.که Z بهینه با احتمال باقی باقی می ماند.{۲۴}برای انجام این کار یک نسخه ای از نقطه ی مقابل مقاوم ار مشکل ساخته و حل شده است.نقطه ی مقابل مقاومبه شرح زیر تعریف شده است

بر اساس (۴۷) دو مسئله بهینه سازی تو در تو حل خواهد شد . معادلات (۴۹)و(۵۰) نسبت به W_a خطی هستند و دارای فرم دوگانه به شرح زیر هستند.

نرم افزار هایی وجود دارند که برای حل مشکلات مبتنی بر بیینه سازی مقاوم طراحی شده اند{۲۵}

به عنوان یک مثال گویا؛فرض کنید که تابع f مدل سیستم را توصیف می کند(به عنوان مثال؛مجموعه ای از محدودیت های توصیف انرژی خریداری شده توسط یک خانه هوشمند،X برداری از پارامتر های عدم قطعیت ورودی به سیستم است(به عنوان مثال)قیمت برق که همیشه در یک دره می باشد.)، Z متغیر خروجی است به عنوان مثال؛آ مجموع پرداخت ها برلای خرید انرژی). Γ درجه محافظه کاری را نشان می دهد و Y مجموعه ای از متغیر های تصمیم گیری است (به عنوان مثال مقدار انرژی خریداری شده در ساعات مختلف).

۷– تجزیه و تحلیل فاصله

در این روش محدوده ی مقادیر برای هر پارامتر ورودی عدم قطعیت تعریف شده است و می تواند توسط یک فاصله نمایش داده شده باشد.فرض کنید یک تابع چند متغیره از شکل $f=(x_1,\ldots\ldots x_n)$ و $Lb_i<=x_i<=ub_i$ که در آن Lb_iوUb_iبه ترتیب کران پایینی و بالایی پارامتر نا معیین X_i هستند.هدف پیدا کردن پایین ترین و بالاترین کران تابع هدف F می باشد.بعضی نرم افزار های توسعه یافته برای حل مشکلات مبتنی بر تجزیه و تحلیل فاصله وجود دارند{۲۶}

۸– بررسی روش های کنترل عدم قطعیت جدید

طبقه بندی روش های مدل سازی عدم قطعیت در گذشته،حال و آینده چنانچه در شکل ۳ نشان داده شده است .در سال Zadeh۲۰۱۱یک کلاسی جدید از اعداد عدم قطعیت به نام اعداد Z را معرفی کرد. اعداد Z همانندیک جفت در شکل Z=(A,B)بیان شده اند که درآنA,B محدودیت های توصیف رفتار Z هستند.A معمولا یک مجموعه فازی است در حالی که B درجه قطعیت را توصیف می کنددرجه قطعیت ممکن است همانند یک تابع چگالی احتمال یا یک مجموعه فازی بیان شده است در این زمینه Z={XlXεA} با درجه قطعیت برابر با B است.در اعداد فازی کلاسیک تصمیم گیرنده فقط دارای A می باشد و مطمئن است که Z متعلق به A است در هر صورت در اعداد Z ، با استفاده از مجموعه A با یک درجه اطمینان اطلاعات به نام B توصیف شده است.

مثال هایی برای اعداد Z در جدول ۳ ارائه شده است

تابع چگالی احتمال نرمال به عنوان یک تابعμوσ یک انتخاب منطقی برای مدل سازی تصادفی از متغیر بار است برای اینکه این مفهوم رفع ابهام شود یک شبکه دو گذرگاه ساده به کار رفته است که در شکل ۴ نشان داده شده است. دنباله های مقاومت واکنشی از اتصال خط انتقال این دو گذرگاه فرض شده که Xباشد.اندازه های ولتاژ ارسال و دریافت حدود به ترتیب توسط E,V نمایش داده شده است.زاویه ای که از طریق آنولتاژ پایینی ارسال ،ولتاژ پایانی دریافت را هدایت می کندg که این در نظر گرفته شده است.p,q به ترتیب بار قدرت فعال و واکنش دار رادر پایان دریافتی نمایش می دهند.پارامتر های اعدادZ (زوج های MF) مقادیر بار توصیف شده هستند که در جدول ۴ داده شده اند.برای مثال،تقریبا مطمئن هستیم (مجموعهB_2)که مقدار مورد تقاضا در یک گذر گاه داده شده(عددZ)پایین(مجموعه A_1 است که در شکل ۵نشان داده شده است.احتمال اینکه مقدار بار پایین باشد می تواند همانند (۵۸)محاسبه شده باشد

در (۵۸)،G(prob) درجه ای را نشان می دهد که prob متعلق به A_1 است.حال، اطلاعات هدد Z مورد انتظار به صورت $L=(A_1,B)$ برای پارامتر بار به عنوان یک توزیع احتمالی G(prob) بیش از فضای توزیع احتمال نشان داده شده است.(۰مقادیر مختلفμ,g).

۹– کاربردها

زمینه یا روشی که برای نشان دادن کاربردهایی از تکنیک های مدل سازی عدم قطعیت ذکر شده در بالا به کار رفته است . کاربردها به طور گسترده به چند حوزه تقسیم شده اند که در جدول ۱ داده شده است. خلاصه ای از ویژگی های مدل سازی عدم قطعیت در جدول ۲ ارائه شده است.

- ارزیابی تأثیر تولید پراکنده(DG)
- به پریز زدن وسایل نقیله برقی هیبریدی(پیوندی)(PHEV):(بهره برداری از به برق وصل کردن وسایل نقلیه ی برقی هیبریدی
- ارزیابی قابلیت انتقال در دسترس (ATC)
- انرژی تجدید پذیر (بهره برداری و برنامه ریزی)(به عنوان مثال،مدیریت تولید انرژی آبی)
- بار کردن محاسبات جریان قدرت بهینه (به عنوان مثال ؛ جریان با راحتمالی و جریان بار فازی)
- ارزیابی قابلیت اطمینان(به عنوان مثال؛ پیکر بندی مجددشبکه توزیع مبتنی بر قابلیت اطمینان
- بهره برداری و برنامه ریزی شبکه توزیع (به عنوان مثال تعادل فاز، تجزیه و تحلیل هزینه – سود اتوماسیون توزیع

جدول ۱: خلاصه ای از کاربرد های مدل سازی عدم قطعیت

کاربردها	احتمال		امکان	پیوندی	فاصله	RO	IG DT
	MC	PEM Senario					
واحدهایDG	(۲۹و۲۸)	(۳۰) (۳۱,۳۲)	(۳۳)	(۲۰و۱۹)	a		
PHEV	(۳۴و۱)	(۳۵) (۳۵)				(۳۶)	
قابلیت انتقال در دسترس(ATC)	(۳۷)	(۳۸)	(۳۹)				
انرژی تجدید پذیر(بهره برداری و برنامه ریزی)	(۴۰و۴۱)	(۴۲) (۴۳-۴۷)	(۴۸)			(۴۹)	
بار کردن جریان/ جریان قدرت بهینه	(۵۰)	(۵۱)	(۵۲- ۵۴)		(۵۵)		
ارزیابی قابلیت اطمینان	(۵۷و۵۶)	(۵۸) (۵۷و۵۹)	(۶۰)		(۶۲و۶۱)		
توزیع بهره برداری و برنامه ریزی	(۲۹) (۶۳)		(۶۴)		(۶۵)		
برنامه ریزی انتقال/تولید و کنترل/بهره برداری	(۶۶)	(۶۹و۶۷,۶۸,۱۵).	(۷۰- ۷۳)	(۷۱)	(۷۴- ۷۶)	(۷۷)	
تخمین وضعیت	(۷۸)	(۷۹) (۸۰)	(۸۲و۸۱)	(۸۱)	(۸۳)		
بازار برق	(۸۵و۸۴)		(۷۰)		(۸۶)	(۸۷- ۸۹)	(۹۰ و۸۸)

جدول ۲: خلاصه ای از ویژگی های مدل سازی عدم قطعیت

معایب	مزایا	ویژگی های خروجی	نمایش ورودی	روش
محاسبات گران،به داده های تاریخی زیادی نیاز دارد، نتایج تقریبی	پیاده سازی آسان	آمار هایی مانند انتظار، نا همسانی و غیره	PDF	احتمال
پیاده سازی پیچیده	تبدیل دانش زبانی به مقادیر عددی	MF	MF	امکان
محاسبات گران	برخورد با هر دو نوععدم قطعیت همزمان	تابع عضو با پارامتر های احتمالی	MF,PDF	پیوندی
بسیار محافظه کار	مفید برای عدم قطعیت های دشوار	متغیر های تصمیم گیری برطرف سازی نیاز ها	مقادیر پیش بینی شده	IGDT
دشواری برای مدل های غیر خطی	مفید برای زمانی که فقط یک فاصله در دسترس است	محافظه کاری کنترل شده	فاصله ها	بهینه سازی مقاوم
هم بستگی ها در فواصل نادیده گرفته می شوند که این امر باعث محافظه کاری آن می شود	مفید برای زمانی که فقط یک فاصله در دسترس است	کران های خروجی	فاصله ها	تجزیه و تحلیل فاصله

جدول شماره ۳: مثال هایی برای اعداد Z

B	A	پارامتر
بسیار مطمئن	بالا	مقدار مورد تقاضا
معمولا	تابع چگالی احتمال Weibul	سرعت باد
در اغلب موارد	توزیع یک نواخت در $\{۰,۹۵۱,۰۵\}$	اندازه ولتاژ

جدول شماره ۴: توصیف مقادیر بار همانند عددZ

بار	B	A
$L=(Low.Notsure)=(A_1,B_1)$ $L=(Low.Almostcertain)=(A_1,B_2)$ $L=(Low.Quitsure)=(A_1,B_3)$	مطمئن نیست تقریبا مطمئن مطمئن	پایین
$L=(Medium.Notsure)=(A_2,B_1)$ $L=(Medium.Almostcertain)=(A_2,B_2)$ $L=(Medium.Quitsure)=(A_2,B_3)$	مطمئننیست تقریبامطمئن مطمئن	متوسط
$L=(High.Notsure)=(A_3,B_1)$ $L=(High.\ Almostcertain)=(A_3,B_2)$ $L=(High.Quitsure)=(A_3,B_3)$	مطمئننیست تقریبامطمئن مطمئن	بالا

- برنامه ریزی انتقال /تولید، بهره برداری و کنترل:(به عنوان مثال برنامه ریزی خودکار Gencos ،طرح موقعیت خطا، توزیع اقتصادی پویا، برنامه ریزینگهداری ، تعیین نقاط آزمایشی برای کنترل ولتاژ منطقه ای ، پایداری سیگنال کوچک
- تخمین وضعیت
- بازار برق(به عنوان مثال؛مدیریت طرف تقاضا بلادرنگ ، استراتژی مزایده؛مدیریت کانون انرژی و استراتژی تدارک برق

- تجزیه و تحلیل ریسک (به عنوان مثال؛ اندازه های ریسک استراتژی مصون سازی)

۱۰– خطوط امید بخش از تحقیقات آینده.

روندهای آینده در مدل سازی عدم قطعیت(که باید بیش از این مورد بررسی قرار گرفته باشد) به شرح زیر خلاصه شده است:

۱۰–۱– بررسی پارامتر های عدم قطعیت جدید

با تقییرات فزاینده ی انقلابی در سیستم قدرت چارچوب مقرراتی و توسعه فناوری های عدم قطعیت در داده ی ورودی از فرایند های تصمیم گیری افزایش یافته است این محیط های عدم قطعیت شامل مالی، اجتماعی/ دولتی (سیاست دولت فعلی و پتانسیل آینده مشوقی برای انرژی های تجدید پذیر)، زیست محیطی(انتشار کربن و موضوع گرم شدن جهانی) و فنی (ارتباط و معماری اطلاعات در شبکه های هوشمند، پاسخ تقاضا ،PHEV ، کانون های انرژی ساختمان هوشمند) عدم قطعیت ها ، اولویت های ریسک در مدل های سرمایه گذاری ، قیمت های سوخت و مقررات بازار منابع انرژی تجدید پذیر و رقابت در میانم تأمین کنندگان است.

۱۰–۲– تقویت تکنیک های موجود

• کاهش بار محاسباتی به ویژه زمانی که سیستم های قدرت با مقیاس بزرگ و کاربرد های بلادرنگ به کار رفته است

• انتخاب تکنیک کنترل عدم قطعیت مناسب

•استفاده از تکنیک های موجود برای توصیف بهتر محیط نامطمئن

• استفاده از روش های اکتشافی(ذهنی) برای نرم کردن رویه های محاسباتی

۱۱– نتیجه گیری

این مقاله یک طبقه بندی استاندارد از روش های کنترل عدم قطعیت را به همراه خطوط امید بخش از تحقیقات آینده پیشنهاد کرد.امکان استفاده اعداد Zبرای مدل سازی عئم قطعیت از مقادیر بار برای اولین بار معرفی شد. روشهای ارزیابی شده شامل احتمال ، امکان، روشهای پیوندی ، بهینه سازی مقاوم ،

تجزیه و تحلیل مبتنی بر فاصله، همچنین اعداد Z می باشد این مدل ها با یکدیگر مقایسه شده اند و نقاط قوت و ضعفشان مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس طبقه بندی جامع پیشنهاد شده، مشخص شده است که هر روش برای یک نوع خاص عدم قطعیت مناسب است.

شدت عدم قطعیت، انتخاب تکنیک مدل سازی عدم قطعیت مناسب را دیکته و تحمیل می کند. به علاوه با توجه به طبقه بندی روش ها مشخص شد که برخی از حوزه های تحقیق هنوز دست نخورده باقی ماندند.

فهرست مراجع

1-References….

Abstract

Energy system studies include a wide range of short-term problems (for example, quick, hourly, daily, and weekly operational decisions) to long-term problems (for example, planning or policy). The supply chain decision is supplied by the input parameters that are usually exposed to ambiguities (uncertainties). The art mode of dealing with ambiguities (uncertainties) has evolved in different directions and has recently become a focal point of interest. In this paper, a new standard classification of uncertainty modeling techniques is presented for decision making process. These methods have been introduced and compared with their advantages and weaknesses. A promising line of future research has been examined in a comprehensive overview of the past and current uses. The use possibility of the new concept of z numbers for the first time has been introduced.

Keywords: Fuzzy Computing, Information Gap Decision Theory, Probabilistic Modeling, Robust Optimization, Gap-Based Z-Number Analysis

Allameh Rafiee Institute of Higher Education

[Uncertainty-based Decision Making in Energy Systems: Art Mode-Review]:

By:

[Alireza Soroudi]

Supervisor:

[Touraj Amraei]

Summer 2013