محاسبه تلفات انرژی شبکه های توزیع در محیط غیر دقیق

امین خرادمهر [1] داوود حرفتی سبحانی [1]

1- مقدمه

یکی از کمیتهای مهم در ارزیابی شبکه های توزیع میزان تلفات سالیانه انرژی می باشد. در ارزیابی تلفات انرژی مشکل اساسی عدم وجود دانش کافی درباره منحنی تغییرات سالیانه بار است .بدلیل نبود اطلاعات کافی در این زمینه تعیین میزان دقیق تلفات انرژی در سطح فیدرهای 20 کیلوولت امکان پذیر نمی باشد چرا که اطلاعات مصرف انرژی در دست نیست از این رو بر اساس اطلاعات موجود در مورد مشترکین متصل و تخمینی از رفتار آنها و برخی از اطلاعات قابل وصول همانند میزان انرژی مصرفی سالیانه آنها (که از طریق اطلاعات مشترکین در دسترس است) نسبت به تعیین میزان تلفات انرژی باید اقدام نمود . با توجه به اینکه نتیجه حاصل از این محاسبات به صورت کلی دقیق نمی باشد و بدلیل عدم قطعیت بسیاری از پارامترها توام با تقریب و خطاست. لذا ضروری است روشی اندیشه شود که قادر باشد این عدم قطعیت را در محاسبات وارد و در عین حال از دقت کافی برخوردار باشد.
روشی که در این مقاله اختیار شده استفاده از تئوری فازی و محاسبات حسابی فازی بوده و در این روش مدل سازی بارها و منحنی تداوم سالیانه به صورت اعداد غیر دقیق فازی در محاسبات پخش بار وارد می شود . نتایج این تحلیل که توسط نرم افزار Matlab شبیه سازی شده است، بصورت فازی می باشد که با روش (Defuzzification) تبدیل به اعداد قاطع تبدیل میگردند. در انتها نتایج حاصل از این روش با نتایج حاصل از روشهای کلاسیک مقایسه می شوند.

2- تلفات انرژی و نحوه محاسبه آن در شبکه های توزیع

تلفات انرژی مقدار متوسط تلفات توان در دوره مطالعه می باشد[1]. برای محاسبه تلفات انرژی در شبکه های توزیع بایستی تلفات توان در بار پیک و همچنین ضریب تلفات معلوم باشد . ضریب تلفات عمدتا به شکل منحنی بار و سایر عوامل وابسته بوده و تابعی از مصرف می باشد[2].

1- شرکت توزیع نیروی برق آذربایجان‌شرقی

مدلهای ریاضی مختلفی جهت ضریب تلفات وجود دارد اهم این مدل ها عبارتند از مدل خطی، مدل معادله درجه دوم و سوم ، مـــدل نمايي و مدلهاي ديگر به كار گيري مدلهاي فوق براي شبكه هاي مختلف جوابهای مختلفی خواهد داشت [1]. جهت تعیین تلفات انرژی بایستی رابطه بین ضریب بار و ضریب تلفات نعین گردد که این خود رابطه تقریبی می باشد شکل (1) مقدار ضریب تلفـات را نسـبت به بار نشان می دهد[2].

رابطه (1) مقدار ضریب تلفات رانسبت به بار نشان می دهد:

$$F_{ls} = \frac{t}{T} + (\frac{P_1}{P_2})^2 \times T - \frac{T-t}{T} \quad (1)$$

همچنین رابطه تقریبی بین ضریب بار و ضریب تلفات به صورت زیر می باشد

$$F_{ls} = 0.3 \times F_{LD} + 0.7 \times (F_{LD})^2 \quad (2)$$

که نهایتا با مشخص شدن ضریب تلفات تلفات انرژی سالیانه محاسبه می گردد:

$$\Delta E = \Delta P_{av} \times F_{LS} \times 8760 \quad (3)$$

3- مروری بر تئوری فازی ،اعداد و حساب فازی

امروزه در برخورد با ابهامات و عدم قطعیت پارامترها در مهندسی تئوری فازی رواج بیشتری یافته است نظریه تئوری فازی توسیعی از تئوری مجموعه های قاطع می باشد. در اینجا بسیار مختصر به مقوله فوق می پردازیم

یک عدد فازی L-R بدین صورت تعریف می شود[3]:

$$\mu_M(x) = \begin{cases} L(\frac{m-x}{\alpha}) & x \le m, \alpha > 0 \\ R(\frac{m-x}{\beta}) & x \ge m, \beta > 0 \end{cases} \quad (4)$$

عدد فازی به صورت نماد گذاری ساده $M=(m,\alpha,\beta)$ و به شکل مثلثی (شکل (2)) تعریف می گردد.

نمونه دیگری با در نظر گرفتن نقاط شکست به فرم ذوز نقه ای زیر نشان داده می شود[4]:

$$A = (x_1, x_2, x_3, x_4) \quad (5)$$

شکل (3) عدد ذوزنقه ای را به فرم نمودار نشان می دهد

در اینجا و در مرحله اول بار را به صورت یک عدد فازی بیان و معادلات پخش بار و تلفات انرژی را به صورت فازی محاسبه و سپس به روش (Defuzzification) و محاسبه Rem(A,K) [5] به عدد معمولی تبدیل میشود. به دلیل اختصار از پرداختن به سایر روابط فازی صرفنظر می کنیم جهت اطلاعات بیشتر به مراجع مربوطه مراجعه نمود.

4- مدل سازی بار به روش فازی و اعمال آن به مدل پخش بار

برای نمایش ابهام در بار می توان آنرا به صورت عدد فازی ،به صورت مثلثی $\tilde{P} = (P_c, P_l, P_h)$ نشان داد. با احتساب بار به صورت فازی معادلات پخش بار زیر را بصورت زیر خواهد بود:

$$\tilde{V}_k = \tilde{V}_{k-1} - (R_k \sum_{i=k}^{n} \frac{\tilde{P}_i}{\tilde{V}} + X_k \sum_{i=k}^{n} \frac{\tilde{Q}_i}{\tilde{V}}) \quad (6) \qquad \tilde{V} = (V_1, V_2, V_3)_{LR} \quad \tilde{P}, \tilde{Q} = \tilde{L} = (L_1, L_2, L_3)$$

در اینجا مقادیر P,Q,V به صورت فازی و نا دقیق بیان گردیده اند که نهایتا میزان تلفات توان وبه تبعیت از آن میزان تلفات انرژی به صورت نا دقیق و فازی خواهد بود[6].

5- مدل بار دو سطحی به منظور مدل سازی تلفات انرژی

یک بار را در دوره زمانی خاص می توان به یک بار دو سطحی تبدیل و با محاسبه سطح زیر منحنی میزان تلفات توان حاصل را بدست آورد. شکل (4) این تبدیل را نشان می دهد .

شرط معادل بودن دو منحنی برابر بودن انرژی آنها و در حقیقت سطح زیر منحنی میباشد

$$E = (T-\delta)P_l + \delta P_m = T \times P_{av} \quad (7)$$

از روابط فوق تنها مقدار متوسط انرژی مصرفی سالیانه هر مشترک موجود و بقیه پارامترها نادقیق هستند

مشخص است که E, P_{av} پارامترهای دقیق و $\widetilde{P}_{l(LR)}, \widetilde{P}_{m(LR)}, \widetilde{\delta}_{(LR)}$ پارامترهای نا دقیق هستند.

با وارد کردن مقادیر فازی در روابط پخش بار مقدار تلفات فازی به ازای توانهای فوق محاسبه می گردند حال تلفات انرژی به صورت فازی به شکل زیر تعریف میگردد.

$$\widetilde{E}_{loss} = (T-\delta) \otimes \widetilde{P}_{l-loss} \oplus \widetilde{\delta} \otimes \widetilde{P}_{M-loss} \quad (8)$$

به منظور سادگی محاسبات فرض می کنیم همان بار پیک باشد و در نتیجه Pl با فرض معلوم بودن Pav از رابطه زیر محاسبه خواهد شد :

$$P_l = \frac{P_{av} - \delta P_m}{(T-\delta)} \quad (9)$$

6- محاسبه تلفات انرژی سالیانه روی شبکه نمونه

روش پیشنهاد شده در قسمت قبل را به شبکه داده شده در شکل 5 بعنوان مثال اعمال می کنیم مقادیر تقریبی پیک بار و مقدار دقیق متوسط آن در جدول زیر داده شده است.

فرض می کنیم بر اساس مطالعات انجام شده در مورد بار در 20٪ دوره زمانی بار بیش از 80٪ مقدار پیک باشد لذا δ را 0/2 دوره بار فرض می کنیم . با توجه به اینکه تعیین δبه صورت دقیق میسر نمی باشد لذا δرا عدد فازی با نمایش مثلثی و با تلرانس 15٪ برای حدود پایین و بالای آن فرض می کنیم.

برای در نظر گرفتن عدم قطعیت در پارامترها فرض می کنیم پیک بار به صورت یک عدد مثلثی مشابه شکل 2 باشد و حد پایین و بالای آن به ترتیب 0/92 و 1/08 برابر بار پیک داده شده در جدول فوق باشد .

بعد از مطالعات پخش بار و وارد کردن اطلاعات پخش بار در محاسبه تلفات انرژی با استفاده از روابط گفته شده مقدار تلفات توان وتلفات انرژی سالیانه به روشهای کلاسیک و فازی نتایج زیر بدست آمده است

روش کلاسیک (رابطه3): $\mathbf{P_{loss}} = 4.20\ \mathbf{kW} \quad \mathbf{E} = 36790\ \mathbf{kWh/y}$

روش فازی (رابطه 8) : $\widetilde{\mathbf{P}}_{\mathbf{loss}} = (4.724, 1.2188, 1.2488)$

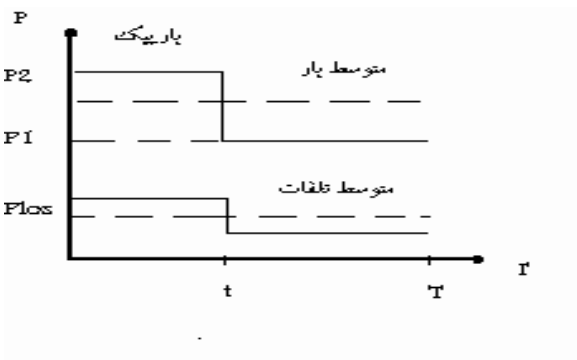
مقدار انرژی تلفات محاسبه شده با روش$\mathrm{Rem}(0,k)$ برابر است با :

فرم مثلثی تلفات توان و تلفات انرژی در شکلهای 6 الی 8 داده شده است

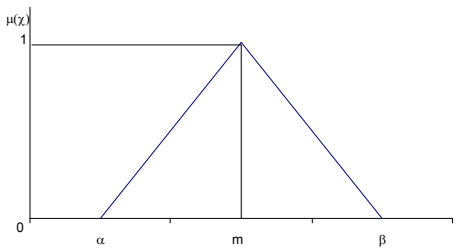
$$\mathbf{E_{loss}} = 8760 \times (3.5052 + 4.724 + 5.9728)/3 = 41470\ \mathbf{kWh}$$

7- نتیجه

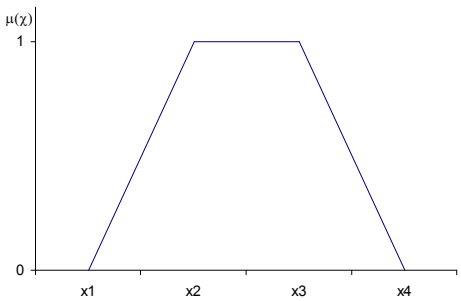
با توجه به عدم قطعیت بار استفاده از روشهای کلاسیک دارای خطای بیشتری بوده که در اینجا سعی شده است تا از اعداد نا دقیق فازی استفاده گردد. با توجه به اینکه هیچ روشی قادر به محاسبه دقیق نمی باشد استفاده از روش و اعداد فازی دارای دقت بیشتری نسبت به روشهای کلاسیک بوده و خطای کمتری نسبت به روشهای دیگر را دارد



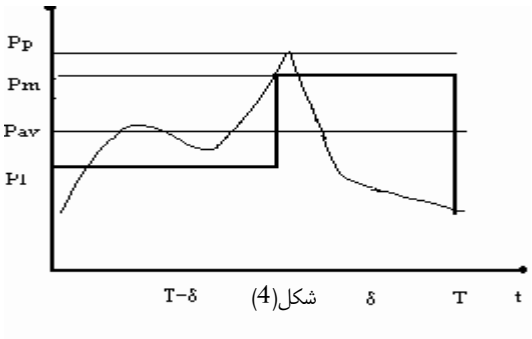
شکل (1)



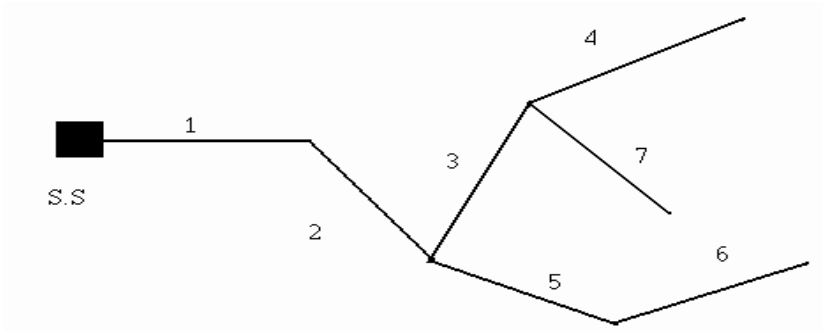
شکل (2)

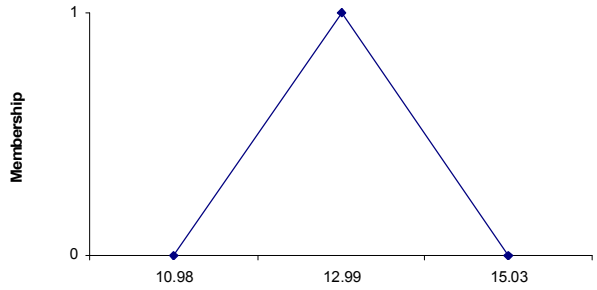


شکل (3)

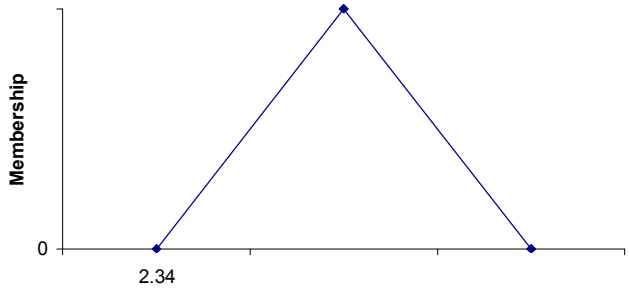


شکل(4)

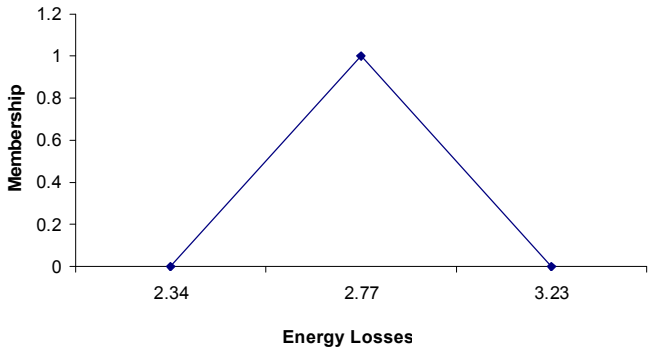




کل6 تابع عضویت تلفات توان در پیک



شکل7 –تابع عضویت تلفات در بار حداقل



شکل8– تابع عضویت تلفات انرژی

اطلاعات شبکه نمونه

Qav	Pav	Qpeak	Ppeak	سکشن
120	210	200	350	سکشن 1
126/5	231	230	420	سکشن 2
108	225	240	500	سکشن 3
91	140	130	200	سکشن 4
195	325	140	250	سکشن 5
63	112/5	125	200	سکشن 6
81/25	130	300	500	سکشن 7

مراجع

[1] ق حیدری،تلفات انرژی الکتریکی، انتشارات برق منطقه ای تهران.

[2] ع شهرآیینی، ع جاجرمی-سیستمهای توزیع انرژی الکتریکی، دانشگاه شهید عباسپور، 1380

[3] P. aliav, P.goliva, Fuzzy Sets & Theory ,Tabriz university Press, 1993.

[4]Zorel Zisman,et Al, "Application of fuzzy logic for energy loss Reduction in Distribution Networks" , IEEE Conf, 1998.

[5] Whei-Min Lin et Al, "An Effective Algorithm for Distribution Feeder Loss Reduction", IEEE Conf, 1998.

[6] J. Nahman, D. Peric, " Distribution Performance Evaluation Accounting For Data Uncertainties", IEEE Trans. On Power Delivery, Vol. 18, No. 3,July 2003.