مدل سازی ضریب تلفات در شبکه توزیع فشار ضعیف شهر تکاب

سجاد مهربانی عبدالاحد عبداللهی محمد حسین منتظری مجتبی نعمتی

شرکت برق منطقه ای زنجان- معاونت نظارت برتوزیع

کلمات کلیدی : مدل ســـازی تلفات – ضریب تلفات – ضریب بار – تلفات توان و انرژی

چکیده :

در شبکه های توزیع نیروی برق هر ساله درصد قابل توجهی از توان و انرژی به صورت تلفات به هدر می رود ،لازمهٔ کاهش این نقیصه آگاهی از وضعیت کمی و کیفی تلفات در نقاط مختلف شبکه و تجزیه و تحلیل وضعیت شبکه از این جهت است. یکی از روشهایی که شرکتهای توزیع نیروی برق با استفاده از آن به ارزیابی تلفات در شبکه برق می پردازند استفاده از روابط تقریبی بین ضریب بار و ضریب تلفات به عوامل متعددی وابسته است و برای هر منطقه و ناحیه دارای ضریب خاصی می باشد. بنابراین محاسبه و برآورد آن برای هر منطقه ضروری به نظر می رسد. در این مقاله با جمع آوری اطلاعات لازم از شبکه توزیع فشار ضعیف شهر تکاب براساس اطلاعات انرژی خریداری و فروخته شده و تجزیه و تحلیل آنها و استفاده از روابط استاندارد موجود بین ضریب تلفات ،مدلی مناسب برای برآورد ضریب تلفات برحسب ضریب بار در شبکه فشار ضعیف شهر مذکور ارائه شده است.

مقدمه :

جهت محاسبه تلفات در شبکه توزیع برق فشار ضعیف شهر تکاب ،براساس میزان مصرف متوسط فیدر به تعداد مشترکین فیدر و سطح درآمد،فیدرهای فشار ضعیف به چهار دسته :

1-فیدرهای بامصرف زیاد 2-فیدرهای بامصرف کم 3-فیدرهای بامصرف متوسط 4-فیدرهای بامصرف تجاری

تقسیم گردید. و از سه دسته اول هر کدام دو نمونه و از دسته چهارم یک فیدر انتخاب شده سپس با نصب دستگاه اندازه گیری در ابتدای خروجی هر فیدر، مصرف هر یک بطور جداگانه تعیین شده و سپس با اندازه گیری مصارف مشترکین که از این فیدرها تغذیه می کردند ، مقدار انرژی تلف شده هر یک از فیدرها را محاسبه نموده و با

استفاده از فرمولهای استانداردموجود ، رابطه حاکم بین ضریب تلفات وضریب بار در شبکهٔ فشار ضعیف شهر تکاب معرفی شده است.

1- مدلهای ضریب تلفات [2] :

برای محاسبه تلفات انرژی الکتریکی در هر شبکه برق رسانی ضمن اینکه لازم است تلفات توان در بار پیک در دست باشد باید ضریب تلفات نیز معلوم باشد. این ضریب به پارامترهای متعددی از جمله پیک بار،انرژی انتقالی و شکل منفی بار وابسته می باشد، به همین دلیل مقدار آن عمدتا" تابعی است از نوع مصرف.

بررسی های انجام شده نشان می دهد که در یک مصرف کننده مشخص اعم از شبکه های انتقال یا توزیع نیرو، در صورتیکه پیک بار و انرژی انتقالی مشخص باشد، شکل منحنی بار هر چه باشد،مقدار ضریب تلفات در دو حد ماکزیمم(LF) و مینیمم LF^2 مهار می گردد :

Load Factor : L.F ضریب بار و LossFactor : LSF ضریب تلفات

تاکنون مدلهای مختلفی جهت محاسبه ضریب تلفات ارائه گردیده است که در اکثر آنها این ضریب به صورت تابعی از ضریب بار تعریف شده است. گرچه شکل ظاهری کلیه مدل ها با هم متفاوت می باشند ،اما اکثر آنها در شبکه هایی با ضریب بار بالا تقریبا" دارای پاسخ یکسانی می باشند ، اما در ضریب بارهای پایین اختلاف آنها به تدریج محسوس می گردد.

یکی از دلایل مهم وجود اختلاف متفاوت بودن شبکه های مورد مطالعه است ، به عبارت دیگر یکی از عوامل مؤثر و مهم در مدل ضریب تلفات شکل منحنی تغییرات بار می باشد. مدلهای متداول ضریب تلفات به شکل زیر می باشند :

1- مدل خطی :	$LSF = aLF + b$	a,b مقادیر ثابت می باشند.
2- مدل درجه دوم :	$LSF = aLF^2+(1-a)\ LF$	$a,b < 1$ مقدار ثابت می باشد.
3- مدل درجه دوم ساده :	$LSF = K.LF^2$	K ضریبی است متناسب بانوع مصرف که مقدار آن بیشتر از یک میباشد.
4- رابطه درجه سوم :	$LSF = aLF^3 + bLF^2 + cLF + d$	a,b,c,d ضرایب ثابت می باشند.
5- رابطه نمایی :	$LSF = LF^x$	$1 < x < 2$

2- روش اجرایی :

همچنانکه می دانیم برای محاسبه ضریب تلفات نیاز به آگاهی از منحنی بار فیدرها است و منحنی بار هـر فیدر فشار ضعیف به عوامل متعددی مانند نوع مصرف کنندگان همانند تجاری ، خانگی خدماتی و سطح درآمد مشترکین فیدر و ... بستگی دارد ،برای رسیدن به مدل مناسب ،باید ضریب بار و ضریب تلفات را محاسبه کرد ،برای محاسبه این دو پارامتر از روش نمونه گیری فیدرهای فشار ضعیف شبکه برق شهر تکاب و تعیین ضریب بار و ضریب تلفات برآنها و سپس تعمیم آن به کل شبکه استفاده شده است.

باتوجه به اینکه سطح زندگی مردم شهر تکاب تفاوت چندانی با هم ندارد در تقسیم بندی فیدرهای فشار ضعیف علاوه بر سطح درآمد ،میزان مصرف نیز در نظر گرفته شده است. به عبارت دیگر به جز فیدر صد درصد تجاری تقسیم بندی فیدرهای سایر فیدرها براساس میزان مصرف متوسط فیدرها به تعداد مشترکین انجام گرفته است. بر همین اساس فیدرهای فشار ضعیف با توجه به اطلاعات موجود در دفتر فنی شبکه برق تکاب به سه دسته :

1- فیدرهای با مصرف زیاد
2- فیدرهای با مصرف متوسط
3- فیدرهای با مصرف کم

طبقه بندی شدند و از هر طبقه دو نمونه و یک نمونه فیدر تجاری انتخاب گردید.

سپس با همکاری و مساعدت کارکنان اداره برق شهرستان تکاب تعداد 7 عدد دستگاه اندازه گیری سه فاز در داخل پستهای زمینی 20Kv / 400V که این فیدرها از آن خارج می شدند نصب گردید : به منظور اندازه گیری مصرف مشترکین در یک دوره مشخص یک ماهه کنتورهای مشترکینی که از فیدرهای نمونه تغذیه می شدند قرائت گردید به این صورت که در ابتدای دوره جریان مشترکین فیدر مورد نظر با اطلاع قبلی با مشترکین قطع می شد و بعد از قرائت کنتورها در نصب شده بر روی فیدر،کنتور کلیه مشترکانی که از آن فیدر تغذیه می شدند نیز قرائت می گردید،در انتهای دوره نیز به همین صورت عمل می شد. به این صورت مصرف کل انرژی فیدر مورد مطالعه در طی دوره و با توجه به آن متوسط (مصرف و تلفات متوسط بدست می آمد برای به دست آوردن تلفات پیک و مصرف پیک در یک روز غیر تعطیل قبل از ساعت پیک برق فیدر قطع می گردید و کنتور مادر روی فیدر مربوطه قرائت می شد و سپس کنتور کلیه مشترکینی که روی آن فیدر قرار داشتند نیز قرائت می شد،سپس در ابتدای زمان پیک جریان فیدر مزبور وصل می گردید و دوباره در انتهای ساعت پیک برق قطع می شد و کنتور مادر و کنتور مادر و کنتور مشترکین آن فیدر قرائت می گردید (زمان پیک مصرف با استفاده از اندازه گیری جریان عبوری از فیدر در ساعات مختلف و در چند روز متوالی تعیین می گردید)

2-1- معرفی فیدرهای نمونه :

- فیدر شماره 1 (فیدر با مصرف کم) : این فیدر یکی از 4 فیدر خروجی پست زمینی 108 به طول 390 متر می باشد، تعداد مشترکین فیدر 43 خانوار می باشد و همگی آنها تک فاز می باشد.
- فیدر شماره 2 : (فیدر با مصرف متوسط) : این فیدر یکی از 3 فیدر خروجی پست زمینی 112 به طول 1350 متر می باشد ،تعداد مشترکین این فیدر 10 واحد تجاری و 5 واحد عمومی و 85 خانوار می باشد و دو مشترک آن سه فاز و بقیه تک فاز می باشند.
- فیدر شماره 3 (فیدر با مصرف کم) : این فیدر یکی از 4 فیدر خروجی پست زمینی 107 به طول 890 متر می باشد. تعداد مشترکین فیدر 49 خانوار می باشد و تمامی مشترکین تک فاز می باشند.
- فیدر شماره 4 (فیدر با مصرف متوسط) : این فیدر یکی از 4 فیدر خروجی پست زمینی 101 به طول 650 متر می باشد،تعداد مشترکین این فیدر 5 واحد تجاری و 5 واحد عمومی و 47 خانوارمی باشد و دو مشترک آن سه فاز و بقیه تک فاز هستند.

- فیدر شماره 5 (فیدر با مصرف زیاد) : این فیدر یکی از 4 فیدر خروجی پست زمینی 110 به طول 195 متر می باشد،تعداد مشترکین فیدر 20 خانوار و یک کلانتری می باشد و تمامی مشترکین تک فاز می باشند.
- فیدر شماره 6 (فیدر با مصرف زیاد) : این فیدر یکی از 6 فیدر خروجی پست زمینی 104 به طول 1110 متر می باشد، تعداد مشترکین این فیدر 14 واحد عمومی و 22 واحد تجاری و 92 خانوار می باشند و سه مشترک آن سه فاز و بقیه تک فاز هستند.
- فیدر شماره 7 (فیدر تجاری) : این فیدر یکی از 8 فیدر خروجی پست زمینی 102 بصورت کابل زمینی با مقطع 70+95×3 می باشد، تعدا مشترکین این فیدر 15 واحد تجاری و تمامی آنها تک فاز هستند.

برخی از مشخصات فیدرهای مورد مطالعه در جدول (1) آورده شده است.

جدول (1) برخی از مشخصات فیدرهای مورد مطالعه

نام فیدر	مصرف متوسط فیدر (kw)	پیک مصرف فیدر (kw)	تعداد مشترک	نسبت مصرف متوسط فیدر به تعداد مشترکین
1	9/95	25/25	43	0/23
2	27/62	61/6	100	0/28
3	9/9	27/7	49	0/2
4	19/64	25/7	57	0/34
5	8/75	13	21	0/42
6	42/46	75	128	0/34
7	3/46	6/8	15	0/23

2-2- تعیین ضریب بار و ضریب تلفات فیدرهای نمونه :

$$LF = \frac{\text{متوسط مصرف}}{\text{مصرف پیک}} \qquad LSF = \frac{\text{تلفات متوسط}}{\text{تلفات پیک}}$$

مصرف کنتور مادر نصب شده در ابتدای خروجی فیدر در طی دوره به عنوان مصرف متوسط فیدر و در طی زمان پیک به عنوان مصرف پیک فیدر در نظر گرفته شد و اختلاف انرژی نشان داده شده توسط کنتور مادر در طی دوره با مجموع انرژی کنتورهای مشترکین به عنوان تلفات متوسط و مشابه آن در زمان پیک به عنوان تلفات پیک در نظر گرفته شده است.

نتایج برآورد ضریب بار و ضریب تلفات فیدرهای نمونه به روش بیان شده مطابق جدول 2 است :

جدول(2) : نتایج برآورد ضریب بار و ضریب تلفات فیدرهای نمونه

نام فیدر	ضریب بار	ضریب تلفات
1	0/4	0/3

0/41	0/45	2
0/21	0/36	3
0/58	0/76	4
0/64	0/67	5
0/4	0/57	6
0/32	0/51	7

2-3- مدل سازی ضریب تلفات فیدرهای نمونه و تعمیم آن به کل شبکه :

در این مقاله برای مدلسازی ضریب تلفات در شبکه فشار ضعیف تکاب از سه مدل کلی زیر استفاده شده است :

$Lsf = alf^2 + (1-a)\, lf$

$Lsf = Klf^2$

$Lsf = lf^x$

با توجه به اینکه ضریب بار و ضریب تلفات برای فیدرهای نمونه با استفاده از اطلاعات واقعی بدست آمده است با جایگذاری در روابط ذیل :

$$a = \frac{Lsf - lf}{lf2 - lf} \quad , \quad x = \frac{\log(lsf)}{\log(lf)} \quad , \quad k = \frac{lsf}{lf2}$$

پارامترهای a , k , x محاسبه شده اند و نتایج در جدول 3 آورده شده است :

جدول (3): مقادیر a و k و x که با استفاده از روابط ذکر شده محاسبه شده اند

A	X	K	ضرایب / فیدرهای نمونه با توجه به پستهای زمینی مربوطه
0/417	1/314	1/875	1
0/162	1/117	2/024	2
0/651	1/528	1/620	3
0/987	1/985	1/004	4
0/136	1/114	1/426	5
0/694	1/630	1/231	6
0/760	1/692	1/230	7
0/544	1/483	1/487	متوسط

با توجه به مقادیر متوسط ضرایب a , x , k مدل های ضریب تلفات برای شبکه فشار ضعیف شهرستان تکاب و صورت زیر معرفی می گردند.

$$Lsf = 0.544lf^{2} + 0.456\,lf \qquad I$$

$$Lsf = 1.487\,lf^{2} \qquad II$$

$$Lsf = lf^{1.483} \qquad III$$

جهت مقایسه مدل های ارائه شده،مقدار ضریب تلفات محاسبه شده توسط هر کدام از مدلها و ضریب تلفات واقعی در جدول 4 آورده شده است.

جدول(4) : مقدیر محاسبه شده ضریب تلفات فیدرها با استفاده از مدلهای مختلف و مقادیر ضریب تلفات واقعی فیدرها

فیدر نمونه با توجه به پست زمینی مربوط	ضریب تلفات رابطه (I)	ضریب تلفات رابطه (II)	ضریب تلفات رابطه (III)	مقدار واقعی ضریب تلفات	مقدار ضریب بار
1	0/27	0/24	0/26	0/30	0/40
2	0/32	0/30	0/31	0/41	0/45
3	0/23	0/19	0/22	0/21	0/36
4	0/66	0/86	0/67	0/58	0/76
5	0/55	0/67	0/55	0/64	0/67
6	0/44	0/48	0/43	0/4	0/57
7	0/37	0/39	0/37	0/41	0/51
مقدار متوسط	0/4057	0/4471	0/4041	0/4214	

همانگونه که در جدول 4 ملاحظه می گردد، مقدار میانگین ضریب تلفات فیدرها که از مدل رابطه I بدست می آید نزدیکترین مقدار به میانگین ضریب تلفات واقعی فیدرها است، اطلاعات جدول 5 نیز این مطلب را تائید می کند.

جدول 5 : (محاسبه شده با رابطه lsf – واقعی : LSF)

مدل	$\sum_{a=1}^{a=7} (LSF - lsf)^2$
$LSF = 0.544LF^{2} + 0.456\,LF$	0/0271
$LSF = 1.487\,LF^{2}$	0/1022
$LSF = LF^{1.483}$	0/0304

نتیجه گیری :

با توجه به مطالب ذکر شده مدل I ($LSF = 0.544LF^2 + 0.456LF$) از دقت بالاتری نسبت به دو مدل دیگر برخوردار بوده و جهت بررسی و محاسبهٔ تلفات در شبکهٔ توزیع فشار ضعیف شهر تکاب پیشنهاد می گردد.
با الگو قرار دادن روش بکار رفته در این مقاله می توان مدل ضریب تلفات را برای سایر شهرها و مناطق برآورد نمود و با تجزیه و تحلیل این مدل به بررسی وضعیت شبکهٔ مورد مطالعه از نظر تلفات و برنامه ریزی جهت کاهش آن اقدام کرد.

منابع و مراجع :

[1] پایان نامه کارشناسی مهندسی برق، "برآورد ضریب تلفات در شبکهٔ توزیع فشار ضعیف شهر تکاب" سجاد مهربانی، دانشکدهٔ صنعت آب و برق، 1381
[2] حیدری ، ق ، بررسی تلفات الکتریکی در شبکه برق رسانی، انتشارات تابش برق، اردیبهشت 1378