ارائه شاخصی مناسب جهت ارزیابی، تعیین حد بارگذاری و پایداری ولتاژ در فیدرهای توزیع

سعید ایران نژاد پاریزی
S_Irannejad2000@yahoo.com

سعید حسینی نوه
Sa_hou@yahoo.com

محمد اله داد
Mohamadalahdad@yahoo.com

شرکت توزیع نیروی برق شمال استان کرمان

چکیده

در این مقاله سعي ميگردد ضمن پرداختن به مسائل پايداري ولتاژ در خطوط توزيع با استفاده از مدارمعادل تونن شبکه و مدل ساده خط ، شاخصی مناسب ارائه گردد.
با استفاده از این شاخص و مفاهیم پایداری ولتاژ میتوانیم ضمن ارزیابي فیدرها ، حد بارگذاري و نقطه ناپایداري ولتاژ در خطوط توزیع را مشخص نماییم. مفاهیم این شاخص به طراحان و بهره برداران شبکه توزیع اجازه میدهد تا براي بارهاي مهم و حساس به ولتاژ ، بالاترین پایداري و قابلیت اطمینان را حاصل نمایند. ضمن اینکه ارتباط مستقیم این شاخص، با کاهش تلفات میتواند به عنوان تابع هدفي مناسب جهت استفاده از آن در تجدید آرایش و ارزیابي فیدرها مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدي: شاخص پایداري ، پایداري ولتاژ در خطوط توزیع، افت ولتاژ ، حد بارگذاري

1- مقدمه

از آنجایي که خطوط فشار متوسط داراي محدوديت هاي شديد انتقال توان، افت ولتاژ نسبتاً زياد وتلفات قابل توجه مي باشند، اطلاع از وضعيت سيستم و تعيين حد بارگذاري بسيار حائز اهميت است. هنگامي که بار شبکه افزايش مي يابد ولتاژ نيز همزمان با آن کاهش پيدا مي کند. در اين زمان ترموستاتها و ساير وسايل تنظيم بار،

به همراه كنترلهاي دستي در جهت باز گرداندن بار به حالت اول عمل مي نمايند. براي نمونه، بارهاي حرارتي، براي آوردن حرارت به سطح درخواست شده به وسيله ترموستاتها، به مدت طولاني تري كار مي كنند. در نتيجه تعداد بيشتري از اين وسايل در هر زمان عمل خواهد كرد و مدت بيشتري در مدار باقي مانده، كه همين امر سبب مي گرددكه ولتاژ به ميزان بيشتري افت كند. همچنين در ولتاژ زير 85 تا90درصد مقدار نامي، برخي موتورهاي القايي ممكن است متوقف شوند و جريان راكتيو بالايي را جذب نمايند. اين موضوع، ولتاژها را پايين تر مي آورد. هرچندكنترلهاي حفاظتي، باعث خارج شدن بسياري از موتورها و از دست رفتن بار و در نتيجه بازيافت ولتاژمي گردند، اما بعد از مدتي كه مجدداً موتورها به كار بر گردانده شوند به علت آنكه مساله ولتاژ از بين نرفته دوباره افت ولتاژ پديد مي آيد. افزايش شديد بار، در برخي موارد، باعث ايجاد پديده شكست ولتاژخواهد شد بنابراين جهت دوري از ناپايداري و همچنين اطلاع از وضعيت كنوني بهره برداري معرفي واستخراج شاخصي كه وضعيت سيستم را براي ما بازگو كند ضروري است.در اين مقاله با بهره گيري از مفهوم پايداري ولتاژ وانطباق آن با مفاهيم شبكه هاي توزيع شاخص استخراج مي گرددكه در طراحي وبهره برداري از شبكه توزيع و ايجاد حداكثر پايداري و قابليت اطمينان براي بارهاي ويژه بسيارمفيد و مؤثر مي باشد. با در نظر گرفتن ارتباط مستقيم اين شاخص با كاهش تلفات مي توان تابع هدف موثري جهت تجديد آرايش شبكه معرفي كرد.

2- معرفي پايداري ولتاژ

مسائل كنترل و پايداري ولتاژ مسائل جديدي در صنعت برق نيستند. ليكن امروزه در بسياري از سيستم ها مورد توجه خاصي قرار گرفته اند. در سالهاي اخير، ناپايداري ولتاژ موجب بروز چند فروپاشي عظيم در شبكه هاي مختلف گرديده است در نتيجه ، امروزه عبارت فروپاشي ولتاژ«ناپايداري ولتاژ» در منابع و بحث هاي برنامه ريزي و بهره برداري، بيشتر از گذشته مشاهده مي شوند. ماهيت ناپايداري ولتاژ در خطوط انتقال با توزيع، كمي متفاوت است ،بروز اغتشاش مانند خروج يك خط انتقال، موجب كاهش فزاينده و غير قابل كنترل ولتاژ مي گردد تانهايتاً ولتاژ به ناحيه شكست بهمنی خود نزديك شده و در اين هنگام است كه فروپاشي ولتاژ رخ مي دهد اما ماهيت شعاعي بودن خطوط توزيع باعث مي گردد كه پديده ناپايداري ولتاژ در خطوط توزيع كندتر پيش رود و همين امر مي تواند به ما كمك كند كه پديده ديناميكي فروپاشي ولتاژ را بصورت استاتيكي مورد بحث قرار دهيم.

لذا با استفاده از روشهای استاتیکی مانند پخش بار به تحلیل نا پایداری ولتاژ بپردازیم.
در ادامه پس از استخراج این شاخص، میتوان از این شاخص براي اهداف دیگري نیز استفاده نمود که در پایان به برخي از آنها اشاره مي شود.

3- راهکارهاي بهبود پایداري ولتاژ در خطوط توزیع

روشهاي بهبود پایداري در سیستم توزیع شامل بهبود طراحي، استفاده از بانکهاي خازني ، بارزدایي، تجدیدآرایش ،هماهنگي سیستم حفاظتي وکنترلي و ... مي باشند. مختصراً برخي از این روشها را مورد بررسي قرار مي دهیم.

الف) بهبود طراحي سیستم

بهینه سازي و توسعه شبکه هاي فوق توزیع و توزیع به هدف بهبود مصرف انرژي، باعث پایداري ولتاژ از طریق کاهش امپدانس فیدر، خواهد شد. البته استفاده از ولتاژهاي بالا در شبکه هاي فوق توزیع و توزیع مناسب تر مي باشد چرا که کاهش امپدانس باعث افزایش سطح اتصال کوتاه شبکه هاي توزیع مي گردد.

ب) بانکهاي خازني

یکي از عوامل مهم در کاهش ولتاژ سیستم، مصرف توان راکتیو مي باشد بنابراین تولید توان راکتیو در محل توسط بانکهاي خازني مي تواند باعث بهبود پایداري ولتاژ گردد.

ج)بارزدایي

این روش در برخورد با موقعیت هاي برنامه ریزي نشده و یا بحراني شدید ، مي تواند باعث پایداري ولتاژ گردد.

د)تجدید آرایش

میتوانیم با تغییر ساختار توپولوژي فیدرهاي توزیع بیشترین پایداري را براي مجموعه اي از بارها ایجاد نماییم. توجه به بازآرایي شبکه با تابع هدف بهبود پایداري ولتاژ از یك طرف ساده و کم هزینه و از طرف دیگر ارتباط مستقیم آن با کاهش تلفات بسیار ارزشمند مي باشد.

هـ) استفاده ازاتوبوسترها

اتوبوسترها از یك طرف با بالا بردن سطح ولتاژ به بهبود پایداري کمك مي کنند ولي از طرف دیگر با اعمال یك امپدانس راکتیو نسبتاً زیاد باعث کاهش آن مي گردند.

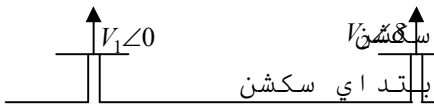
4-تحلیل پایداري ولتاژ:

تحلیل پایداري ولتاژ براي یك حالت معین سیستم از دو جنبه مي تواند مورد بررسي قرار گیرد.
الف)نزدیکي به ناپایداري ولتاژ

ب) مکانیزم ناپایداري ولتاژ
تمرکز این مقاله بیشتر روي نزدیکي به ناپایداري ولتاژ مي باشد و شاخص که معرفي مي گردد حد نزدیکي به ناپایداري ولتاژ را براي طراحان وبهره برداران بازگو مي نماید

5- محاسبه شاخص پایداري ولتاژ

در این قسمت جهت محاسبه شاخص پایداري ولتاژشکل(1) را در نظر مي گیریم که در این شکل:



V_1, V_2 : ولتاژ در ابتدا و انتهاي سکشن

P_1, Q_1 : توان اکتیو و راکتیو در ابتداي سکشن

P_2, Q_2 :توان اکتیو و راکتیو در انتهاي سکشن

S_1, S_2 :توان ظاهري در ابتدا و انتهاي سکشن

δ : اختلاف زاویه بین ابتدا و انتهاي سکشن

با استفاده از محاسبات مداري جریان را محاسبه مي نماییم:

$$\left.\begin{aligned} I &= \frac{V_1\angle 0 - V_2\angle\delta}{R+JX} \quad (1)\\ S_2 &= V_2 I^* \quad (2)\\ I &= \frac{P_2 - JQ_2}{V_2\angle -\delta} \quad (3)\end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{V_1\angle 0 - V_2\angle\delta}{R+JX} = \frac{P_2 - JQ_2}{V_2\angle -\delta} \Rightarrow$$

$$V_1V_2\angle -\delta - V_2^2\angle 0 = (R+JX)(P_2 - JQ_2) \quad (4)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} V_1V_2Cos\delta - V_2^2 = RP_2 + XQ_2 & : \mathrm{Re}al \quad (5)\\ -V_1V_2Sin\delta = XP_2 - RQ_2 & : \mathrm{Im}ag \quad (6)\end{cases}$$

با جایگزیني معادله (6)در معادله (5) داریم:

$$V_2^2 - (\frac{R}{X}Sin\delta + Cos\delta)V_1V_2 + (X + \frac{R^2}{X})Q_2 = 0 \quad (7)$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{(\frac{R}{X}Sin\delta + Cos\delta)V_1 \pm \sqrt{\left[(\frac{R}{X}Sin\delta + Cos\delta)V_1\right]^2 - 4(X + \frac{R^2}{X})Q_2}}{2} \quad (8)$$

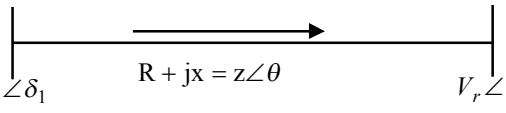
$$\left[(\frac{R}{X}Sin\delta + Cos\delta)V_1\right]^2 - 4(X + \frac{R^2}{X})Q_2 \geq 0 \quad (9)$$

$$\frac{4Z^2Q_2X}{V_1^2(RSin\delta + XCos\delta)^2} \leq 1 \quad (10)$$

$$\frac{4Z^2Q_2}{V_1^2X} \leq 1 \quad (11)$$

6- انطباق شاخص پايداري ولتاژ با مفاهيم شبكه هاي توزيع شعاعي

با استفاده از مدارمعادل تونن شبكه و مدل ساده خط ، شاخص پايداري در خطوط توزيع بصورت زير حاصل ميگردد. ابتدا مدار معادل زير را در نظر ميگيريم . روابط توان اكتيو و راكتيو انتقالي را براي آن مينويسيم و مشابه معادلات بالا شاخص پايداري را محاسبه مينماييم.



$V_s\angle\delta_1$ $\qquad$ $V_r\angle\delta_2$

$S_s = P_s + jQ_s$ $\qquad$ $S_r = P_r + jQ_r$

$$\left.\begin{aligned} Q_r &= \frac{V_s V_r}{Z} Cos(\theta-\delta) - \frac{V_r^2}{Z} Cos\theta \quad (12) \\ P_r &= \frac{V_s V_r}{Z} Sin(\theta-\delta) - \frac{V_r^2}{Z} Sin\theta \quad (13) \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

$$\frac{4rP_r}{\left\{[V_s Cos(\theta-\delta)]^2\right\}} = L_p \le 1 (14) \quad \& \quad r_{eq} = \frac{R_{eq}}{(P_{eq}^2 + Q_{eq}^2)} (15)$$

P_{eq} : توان اكتيو تزريقي به گره اول

Q_{eq} : توان راكتيو تزريقي به گره اول

$$P_{L_{eq}} = P_{eq} - R_{eq}$$

$$Q_{L_{eq}} = Q_{eq} - X_{eq}$$

$Q_{L_{eq}} \& P_{L_{eq}}$: بار اكتيو و راكتيو معادل متصل به خط ، كه از رابطه زير محاسبه مي گردند:

ماهيت شعاعي بودن خطوط توزيع سبب ميشود كه پارامترهاي اين شاخص را به وسيله پخش بار بدست آوريم. بنابراين با محاسبه شاخص استخراج شده مي توان نشان دادكه نقطه كار با مرز ناپايداري چقدر فاصله دارد. چنانچه شاخص بزرگتر از يك باشد نشانگر وضعيت ناپايداري مي باشد و در صورتي كه از سيستم طوري بار گيري شودكه مقدار شاخص ازحد بحراني آن بگذرد، بصورت موهومي درآمده و فروپاشي ولتاژ رخ خواهد داد. . بدين منظور 5 فيدر از فيدرهاي شهر كرمان انتخاب گرديده و با انجام محاسبات پخش بار و نهايتاً محاسبه اين شاخص ، وضعيت بهره برداري اين فيدرها چه از نظر پايداري و چه از نظر تلفات و توان مصرفي هر فيدر مورد بررسي قرار مي گيرد .

در اينجا ابتدا با نحوه بدست آوردن شاخص آشنا شده و سپس نتايج بررسي براي بقيه فيدرها در جدول شماره (1) ميآوريم.

$$R_{eq} = 0.047\,MW = 0.00047\,pu$$

$$P_{eq} = 6.803\,MW = 0.06803\,pu$$

$$Q_{eq} = 4.563\,MVAR = 0.04563\,pu$$

$$r_{eq} = \frac{0.00047}{0.06803^2 + 0.04563^2} = 0.07$$

$$P_r = 6.803 - 0.047 = 6.756 = 0.06756\,pu \quad \delta = 0.036$$

$$L_P = \frac{4 \times 0.07 \times 0.06756}{[Cos(31.78 - .036)]^2} = 0.026$$

وهمانطور كه از جدول شماره (1) برمي آيد مي توان به اين نتيجه رسيد كه وضعيت بهره برداري فيدر شماره (1) در بين فيدرهاي ديگر، مناسب تر مي باشد. كه با نتايج تجربي بهره برداري نيز همخواني دارد.

جدول شماره1: اندازه گيري شاخص پايداری ولتاژ در ضريب قدرت 0.85 در پنج فيدر نمونه شهر كرمان

شماره فيدر	R_{eq} (p.u)	p_{eq} (p.u)	r_{eq} (p.u)	p_r (p.u)	L_P
1	0.00048	0.06803	0.07	0.06756	0.026
2	0.00033	0.0535	0.08	0.05317	0.059
3	0.00213	0.05198	0.625	0.04985	0.167
4	0.00085	0.05292	0.22	0.05207	0.052
5	0.00572	0.05373	1.39	0.048	0.359

در پايان يک شبکه نمونه IEEE آورده ميشود[1] ، با تغيير بار در ضريب قدرت هاي ثابت اين شاخص را اندازه گيري مينماييم. نتايج اين بررسی در جدول شماره 2 آمده است

جدول شماره 2: تغییرات شاخص پایداری ولتاژ با افزایش بار در ضریب قدرت ثابت

شاخص پایداری	بار اکتیو و راکتیو PU.	ضریب قدرت	شاخص پایداری	بار اکتیو و راکتیو (PU)	ضریب قدرت
0.4860	0.087 & 0.085	0.7	0.4777	0.112 & 0.037	0.95
0.5354	0.497 & 0.495		0.5213	0.608 & 0.200	
0.5865	0.607 & 0.605		0.6521	0.821 & 0.270	
0.6106	0.707 & 0.705		0.7120	1.003 & 0.330	
0.6587	0.887 & 0.885		0.7438	1.094 & 0.360	
0.6823	0.967 & 0.965		0.7994	1.247 & 0.410	
0.7001	1.047 & 1.045		0.8465	1.368 & 0.450	
0.7497	1.187 & 1.187		0.8921	1.490 & 0.490	
0.7923	1.2774 & 1.2752		0.9280	1.581 & 0.520	
0.8534	1.2865 & 1.2764		0.9666	1.672 & 0.550	
0.9927	1.29565 & 1.29530		0.9919	1.721 & 0.566	

همانطور كه از جدول بر مي آيد با افزايش بار اين شاخص به يك نزديك ميشود و زماني كه اين شاخص به مقدار يك برسد برنامه پخش بار واگرا ميگردد. به كمك اين شاخص ميتوان حد بارگذاري هر فيدر را مشخص نمود. ضمناً اين شاخص مي تواند معيار مناسبي جهت ارزيابي فيدرهاي شبكه توزيع باشد.

برخي از كاربردهاي اين شاخص را مي توان بصورت زير خلاصه نمود:

1ـ تعيين سطح پايداري و ايجاد حاشيه مطمئن با مرز ناپايداري ولتاژ

2ـ اجازه يا عدم اجازه بارگذاري بيشتر و واگذاري انشعاب از اين فيدر

3ـ تابع هدفي مناسب جهت تجديد آرايش شبكه يا جابجايي بار

4ـ تعيين كيفيت وارزيابي فيدرها و...

6- نتيجه گيري:

بوسيله اندازه گيری شاخص پايداری ولتاژ در خطوط توزيع مي توان وضعيت فيدرهاي فشار متوسط را چك نمود. مونيتورينگ وضعيت سيستم با استفاده از شاخص پايداري ولتاژ امكان بهره برداری از سيستم با قابليت اطمينانی بالا، فراهم می سازد. جهت دوري از ناپايداري ولتاژ در طراحي و همچنين اطلاع از وضعيت كنوني بهره برداري معرفي و استخراج شاخصي كه وضعيت سيستم را براي ما بازگو كند ضروري است. در اين مقاله با بهره گيري از مفهوم پايداري ولتاژ و انطباق آن با مفاهيم شبكه‌هاي توزيع شاخص

استخراج گرديد كه در طراحي وبهره برداري از شبكه توزيع و ايجاد حداكثر پايداري و قابليت اطمينان براي بارهاي ويژه بسيارمفيد ومؤثر مي باشد. نهايتا اين شاخص در يك شبكه استاندارد و چهار فيدر واقعي اندازه گيري شد.

تقدير و تشكر :

در اينجا از زحمات مديريت محترم عامل جناب آقاي مهندس منصور شجاعي،و همكاران محترم آقايان نوروززاده،رفيعي زاده ، خواجه پور و خواجه زاده تشكر مي نماييم

7- مراجع :

1- *Moghavvemi, M.; Faruque, M.O."* **Technique for assessment of voltage stability in ill-conditioned radial distribution network**" Power Engineering Review, IEEE , Volume: 21 Issue: 1 , Jan. 2001

2- Milanovic.J.V.;David; 1 **Stability of distribution networks with embedded generators and induction motors** Power Engineering Society Winter Meeting, 2002. IEEE , Volume: 2 , 27-31 Jan. 2002

3- Paap, G.C.; Jansen, F.; Wiercx, F.K.A.M.; 2 **The influence of voltage sags on the stability of 10 kV distribution networks with large-scale dispersed co-generation and wind generators** Electricity Distribution, 2001. Part 1: Contributions. CIRED. 16th International Conference and Exhibition on (IEE Conf. Publ No. 482) , Volume: 4 , 18-21 June 2001

4 - *Kashem, M.A.; Ganapathy, V.; Jasmon, G.B.;*" **Network reconfiguration for enhancement of voltage stability in distribution networks** "Generation, Transmission and Distribution, IEE Proceedings- , Volume: 147 Issue: 3 , May 2000

5- *Rahman, T.K.A.; Jasmon, G.B.;* **"A new technique for voltage stability analysis in a power system and improved loadflow algorithm for distribution network**" Energy Management and Power Delivery, 1995. Proceedings of EMPD '95., 1995 International Conference on , Volume: 2 , 21-23 Nov. 1995

6- *Desoer, C.";* **Distributed networks with small parasitic elements: Input-output stability**" Circuits and Systems, IEEE Transactions on , Volume: 24 Issue: 1 , Jan 1977

نهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق
۹ و ۱۰ اردیبهشت ماه ۱۳۸۳ - دانشگاه زنجان

اولویت بندی فیدرهای 20 kv شبکه توزیع شهرستان ساری جهت بهره برداری بهینه و اتوماسیون

مهدی صادقیان لمراسکی [2,1] mesadeghian@yahoo.com
احمد افشار [1] aafshar@aut.ac.ir
گئورگ قره پتیان [1] grptian@cic.aut.ac.ir
سید عمران موسوی [2] caspianniroo@yahoo.com

1- دانشکده مهندسی برق, دانشگاه صنعتی امیرکبیر
2- شرکت کاسپین نیرو

چکیده:

با توجه به گستردگی شبکه توزیع, تعداد زیاد فیدرها و محدودیتهای اجرایی موجود, داشتن یک برنامه اولویت بندی برای فیدرهای 20kv جهت بهره برداری بهینه و بکار گیری روشهای نوین کاهش خاموشی مانند اتوماسیون ضروری است. در این مقاله روشی جهت اولویت بندی فیدرهای 20kv شهرستان ساری ارائه می شود. در این روش برای امتیازبندی فیدرها, در ابتدا شاخصهایی که از نظر بهره برداری مهم می باشند را مشخص نموده و اطلاعات مورد نیاز هر فیدر را با توجه به این شاخصها از شبکه توزیع تحت مطالعه استخراج کرده و بر اساس آنها به فیدرها امتیاز داده میشود. که با مطالعات فنی انجام شده شاخصهایی همچون طول, وسعت, حادثه و ... بعنوان اساسی ترین شاخصها برای امتیازبندی فیدرها در نظر گرفته شده و سپس شدت و ضعف این شاخصها با اعمال ضرائبی تصحیح شده است. نتایج حاصله نشان می دهد که فیدرهای گهرباران, 22 بهمن و طالقانی بترتیب با 77/4, 72/3 و 71/3 درصد بیشترین امتیاز را کسب کرده اند و از نظر بهره برداری و بکارگیری روشهای نوین جهت کاهش خاموشی, اولویت دارترین فیدرها می باشند. در پایان نیز با استفاده از اطلاعات طبقه بندی شدهٔ حوادث و شبکه تحت مطالعه, شاخصهای انرژی توزیع نشده محاسبه شده اند. که محاسبات نشان داده است که متوسط قطعی روزانه هر مشترک 2/16 دقیقه بوده, در حالیکه در کشور ژاپن 7/3 ثانیه میباشد. این امر نشان دهندهٔ زیاد بودن زمان خاموشی در شهرستان ساری میباشد و لزوم بکارگیری روشهای نوین کاهش خاموشی را به اثبات می رساند.

واژه های کلیدی: فیدرهای 20KV، شاخص, اولویت بندی, امتیاز بندی, حادثه, انرژی توزیع نشده, متوسط خاموشی.

1- مقدمه

شبکه های توزیع بخشی از صنعت برق میباشند که بطور مستقیم با مصرف کننده یا مشترکین در ارتباط هستند. لذا بهبود قابلیت اطمینان و جلب رضایت مشترکین از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بهره برداری بهینه از شبکه های توزیع برق و افزایش قابلیت اطمینان شبکه مستلزم انجام تعمیرات دوره ای منظم و مجهز کردن شبکه به فن آوریهای جدید (مکانیزاسیون, اتوماسیون) میباشد.

با توجه به گستردگی شبکه توزیع شهرستان ساری, تعداد زیاد فیدرها و محدودیتهای اجرایی و اقتصادی موجود، امکان پیاده سازی روشهای نوین کاهش خاموشی (مانند اتوماسیون) برای تمام فیدرهای موجود شبکه در یک مرحله وجود ندارد. لذا ابتدا باید بتوان بطرقی منطقی، فیدرها را اولویت بندی نمود تا با مشخص شدن فیدرهای مهم، روند پیاده سازی اتوماسیون نیز مشخص گردد. واضح است که فیدرهای نامبرده از سایر فیدرهای شبکه، از نقطه نظر بهره برداری, حساسیت, اجرای طرحهای کاهش خاموشی, افزایش قابلیت اطمینان و انجام اتوماسیون در اولویت قرار دارند. بنابراین داشتن یک جدول اولویت بندی از فیدرها ضروری است [1, 2, 3]. در این مقاله روشی جهت اولویت بندی فیدرهای 20 KV و تعیین شاخصهای انرژی توزیع نشدهٔ شبکه توزیع شهرستان ساری ارائه می شود. در این مقاله برخی از نتایج اساسی پروژه ای تحقیقاتی، که با برق منطقه ای مازندران تعریف، تصویب و انجام شد بیان می شود.

2- تعیین شاخصهای مهم در فیدر از نظر بهره برداری

برای امتیاز بندی فیدرها باید شاخصهایی که در فیدر از نظر بهره برداری مهم می باشند را مشخص نمود و براساس آنها به فیدرها امتیاز داد. با مطالعات فنی انجام شده، شاخصهای زیر بعنوان اساسی ترین شاخصها برای امتیاز بندی فیدرها از نظر بهره برداری در نظر گرفته شده است [4, 5]:

1- اولویت (نوع مشترک) 2- بار 3- طول 4- وسعت 5- وضعیت مانوری 6- حادثه

2-1- اولویت فیدر (نوع مشترک)

این فیدرها، آنهایی هستند که با توجه به تغذیه مراکز صنعتی (کارخانجات)، اماکن حساس از نظر امنیتی و سیاسی، مرکز شهر و اماکن حیاتی مانند بیمارستان ، از نظر بهره برداری در اولویت قرار گرفته اند. بعنوان مثال فیدرهای مهدی آباد، ساری سورک، دشت ناز، بوعلی و شهربانی در بالاترین امتیاز قرار گرفته اند و امتیاز 100 به آنها تعلق گرفته است و به بقیه فیدرها نیز در مقایسه با این فیدرها امتیاز داده شده است.

2-2- بار فیدر

همانطوریکه می دانید بار فیدر نیز یکی از پارامترهای مهم در امر بهره برداری بوده و بهره برداران همواره سعی در متعادل نگه داشتن بار فیدرها دارند. در اینجا فیدر 22 بهمن با پیک بار 200 آمپر امتیاز 100 را به خود اختصاص داده است و برای بقیه فیدرها نیز نسبت به فیدر 22 بهمن با در نظر گرفتن پیک بار آنها امتیاز در نظر گرفته شد.

2-3- طول فیدر

فیدرهای طولانی همواره بیشترین مشکلات را در امر بهره برداری بوجود می آورند و این فیدرها علاوه بر طولانی بودن، معمولاً پر بار و پر حادثه می باشند. با بررسی های بعمل آمده و حضور در شیفت بهره برداران، مشاهده می شود که همواره بیشترین حجم عملیات برای این نوع فیدرها انجام می شود. فیدر گرماب با طول 169/94 کیلومتر بعنوان طولانی ترین خط، امتیاز 100 را به خود اختصاص داده است و به بقیه فیدرها نیز با درنظر گرفتن طولشان نسبت به فیدر گرماب امتیاز داده شده است.

2-4- وسعت فیدر

وسعت فیدر با توجه به طول خط یا تعداد مشترکین و میزان مصرف آنها حائز اهمیت می باشد. بعنوان مثال ممکن است دو فیدر دارای بار یکسان باشند ولی تعداد مشترکین هر فیدر با توجه به وسعت آن، بسیار متفاوت باشد. از آنجا که سرویس دهی منظم به حداکثر مشترکین همواره مد نظر می باشد، بنابراین می توان گفت هر چقدر وسعت بیشتر باشد امتیاز آن نیز بالاتر خواهد بود. بنابراین فیدری که دارای بیشترین تعداد ترانس توزیع (زمینی و هوائی) باشد بیشترین امتیاز را دارد. لذا فیدر گهرباران با داشتن 5 پست زمینی و 103 پست هوائی امتیاز 100 را به خود اختصاص داده است و به بقیه فیدرها نیز در مقایسه با فیدر گهرباران امتیاز داده شد.

2-5- وضعیت مانوری فیدر

با توجه به وسعت هر فیدر می توان چنین استنباط کرد که هر چقدر نسبت تعداد نقاط مانوری به وسعت فیدر بزرگتر باشد فیدر از نظر وضعیت مانور در شرایط بهتری قرار داشته، پس این رابطه نسبت عکس با امتیاز بندی دارد. لازم به توضیح است که نقاط مانوری فقط به استقرار سکسیونر در خطوط هوایی و پستهای زمینی دو طرفه گفته می شود و در خطوط هوائی نقاطی که بصورت جمپر باز می باشند، نمی توان بعنوان نقاط مانوری واقعی در نظر گرفت (البته با نصب یک سکسیونر می توان آنرا به یک نقطه مانوری تبدیل کرد). لذا با توجه به اینکه بعضی از فیدرها اصلاً نقاط مانوری ندارند و محاسبه نسبت تعداد پستها به نقاط مانوری فیدرهای 22 بهمن، طالقانی 1 و پلاژها امتیاز 100 را به خود اختصاص داده اند و به بقیه فیدرها نیز در مقایسه با این فیدرها امتیاز داده شد.

2-6- حادثه در فیدر

حادثه در فیدر یکی از شاخصهای بسیار مهم برای تعیین امتیاز فیدر می باشد، زیرا با هر بار قطعی در فیدر، علاوه بر مواجه شدن با حجم بالای عملیات در امور بهره برداری، اکیپ حوادث و عیب یابی، میزان زیادی انرژی توزیع نشده خواهیم داشت. با توجه به آمار حوادث فیدرها [5] و اعمال فرمول (1)، جدول (1) حاصل می شود، که در این فرمول منظور از حادثه بصورت تصادفی همان حادثه زودگذر می باشد (فرمول زیر تجربی می باشد).

درصد حادثه = 0/6 × {(درصد تعداد حادثه بصورت تصادفی × 0/2) + (درصد تعداد حادثه با علت مشخص × 0/8)}
+ 0/4 × {(درصد میزان خاموشی بصورت تصادفی × 0/2) + (درصد میزان خاموشی با علت مشخص × 0/8)}

(1)

بعنوان مثال فیدر گهرباران با 91/1 درصد، بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داده است. شاخصهای امتیازبندی فیدر با ذکر نام فیدرهایی که امتیاز ماکزیمم را در هر شاخص به خود اختصاص داده اند، در جدول (2) آمده است.

جدول (1) شاخص درصد حادثه در فیدر

ردیف	نام فیدر	تعداد حادثه		میزان خاموشی (MWH)		درصد حادثه در
		تصادفی	با علت مشخص	تصادفی	با علت مشخص	فیدر ٪
1	گهرباران	77	19	4/25	33/42	91/1
2	طالقانی	68	20	6/65	16/65	78/2
3	گرماب	68	18	4	17/42	72/2
4	سازمانی	56	16	6/6	18/24	68/5
5	22بهمن	91	12	10/08	18/05	66/1
6	سورک –نکا	36	14	1/83	21/56	60/5
7	راهبند	15	10	1/51	12/16	38/8
8	کمربندی جویبار	7	9	0/44	11/01	33/4
9	شهربانی	4	4	0/37	20	29/6
10	کیاسر	16	9	0/54	1/48	25/6
11	پلاژها	0	5	0	13/9	25/4
12	سازمان آب	26	5	0/91	7/13	23
13	اسلامی(باشگاه)	37	6	1/92	1/36	22/1
14	شهید چمران	7	6	0/3	5/85	21/2
15	دشت ناز	40	5	1/35	2/51	20/7
16	خزر آباد	37	5	0/76	1/52	18/9
17	شرق	9	5	0/77	4/07	17/7
18	فولاد	4	5	0/11	3/43	15/9
19	چوخا	37	3	2/13	2/16	15/8
20	سیلو	23	4	0/11	0/72	13/4
21	ساری–سورک	21	3	1/6	1/15	12/3
22	معلم	4	3	0/37	4/43	12/3
23	کشت و صنعت	5	3	0/29	2/22	10/2
24	مدار بالا	0	2	0	5/69	10/2
25	اسلامی	0	1	0	4/58	6/8
26	غرب	5	2	0/25	0/95	6/6
27	آکند	0	2	0	0/79	5/6
28	نکا چوب 1	2	1	0/07	2/55	5/2
29	مهدی آباد	4	1	0/07	1/81	4/7
30	بسمت ساری	0	1	0	2/12	4/4
31	نزهت	3	1	0/32	1/13	4/1
32	پیام نور	4	1	1/09	1/09	4/08
33	دروازه گرگان	4	1	0/33	0/28	3/5
34	دیسپاچینگ	1	1	0/01	0/12	2/6
35	بوعلی	9	0	0/47	0	1/6
36	ملیک	6	0	0/038	0	0/8
37	نکاچوب 2	0	0	0	0	0
38	فرودگاه 1	0	0	0	0	0
39	فرودگاه2	0	0	0	0	0
40	پرورش ماهی	0	0	0	0	0
41	تجهیزات مدارس	0	0	0	0	0
42	مدار پائین	0	0	0	0	0
43	لارما	0	0	0	0	0

44	**سد شهید رجائی**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
45	**کیاسر از تاکام**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
46	**تفلون**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

جدول (2)شاخصهای اولویت بندی فیدرها

ردیف	شاخص امتیازبندی			نام فیدر با امتیاز ماکزیمم	مقدار شاخص	
					مقدار ماکزیمم	امتیاز ماکزیمم(٪)
1	اولویت			مهدی آباد–ساری سورک– دشت ناز–بو علی– شهربانی	–	100
2	بار			22 بهمن	200 (A)	100
3	طول			گرماب	200 (KM)	100
4	وسعت			گهرباران	108(تعداد پست)	100
5	وضعیت مانوری			طالقانی–22بهمن–پلاژها	–	100
6	حادثه	تعداد حادثه	تصادفی	22بهمن	91(عدد)	100
			با علت مشخص	طالقانی	20(عدد)	100
		میزان خاموشی (MWH)	تصادفی	22بهمن	200 (MWH)	100
			با علت مشخص	گهرباران	(MWH) 33/42	100
	درصد حادثه در فیدر (امتیاز کل)			گهرباران	–	91/1

3- تعیین ضرایب اعمالی بر روی شاخصهای امتیازبندی فیدر

با توجه به توضیحات ارائه شده در قسمت قبل، واضح است که شش شاخص ارائه شده بمنظور امتیاز بندی فیدرها همگی دارای تاثیر یکسان نمیباشند، که شدت و ضعف این شاخصها با اعمال ضرائب زیر تصحیح می شوند:

1- اولویت (نوع مشترک)	0/15
2- بار فیدر	0/15
3- طول فیدر	0/1
4- وسعت فیدر	0/1
5- وضعیت مانوری فیدر	0/1
6- حادثه در فیدر	0/4
جمع ضرائب:	1

لازم به توضیح است که این ضرائب بصورت نسبی می باشند و با توجه به اینکه بجز در موارد خاص در اکثر فیدرها، شاخصهای فیدر وابستگی کامل به هم دارند بنابراین با تغییر نسبت ضرائب بصورت منطقی، باز هم نتیجه یکی خواهد شد. فرمول محاسبه امتیاز کل فیدر با اعمال ضرایب به صورت زیر میباشد (فرمول زیر تجربی میباشد و براساس نظر کارشناسان تهیه گردیده است.):

(درصد امتیاز شاخص بار × 0/15) + (درصد امتیاز شاخص اولویت × 0/15) = امتیاز کل فیدر
(درصد امتیاز شاخص وسعت × 1/)0 + (درصد امتیاز شاخص طول × 0/1) +
(درصد امتیاز شاخص حادثه × 0/4) + (درصد امتیاز شاخص وضعیت مانوری × 0/1) + (2)

در جدول (3) امتیاز شاخصها برای فیدرها و امتیاز کل فیدر با بیشترین امتیاز کل به کمترین مقدار آن آمده است.

جدول (3) اولویت بندی فیدرها بر اساس امتیاز شاخصها

ردیف	نام فیدر	امتیاز شاخصها (٪)						امتیاز کل فیدر ها با اعمال ضریب
		اولویت	بار	طول	وسعت	وضعیت مانوری	حادثه	
1	گهرباران	90	65	52/2	100	25	91/1	77/4
2	22بهمن	60	100	28/6	89/8	100	66/1	72/3
3	طالقانی	40	80	30/4	89/8	100	78/2	71/3
4	گرماب	20	47/5	100	89/8	90	72/2	67
5	سازمانی	60	92/5	9/56	66/7	72/2	68/5	65/1
6	سورک –نکا	40	45	19/4	63/9	71/1	60/5	52/4
7	شهربانی	100	90	5/4	25	27/8	29/6	46/2
8	کیاسر	30	70	75/3	52/8	58/8	25/6	43/9
9	ساری –سورک	100	37/5	30/9	70	70	12/3	42/6
10	کمربندی جویبار	70	62/5	6/3	40	40	33/4	41/9
11	پلاژها	30	35	28/4	90/7	100	25/4	41/8
12	راهبند	40	70	6/9	32/4	36/1	38/8	39/6
13	چوخا	90	42/5	17	51/8	51/9	15/8	38/3
14	پیام نور	40	62/5	8/5	37/9	42/2	33/4	37/6
15	دشت ناز	100	32/5	13/6	33/3	33/4	20/7	36/2
16	شهید چمران	40	75	7/4	37/9	42/3	21/2	34/5
17	سازمان آب	60	25	11/5	40/7	40/8	23	31/2
18	فولاد	90	40	4	18/5	20/6	15/9	30/2
19	نزهت	60	85	5/8	28/7	31/9	4/1	30
20	مدار پائین	90	15	20/2	57/4	64	0	29/9
21	مهدی آباد	100	72/5	3/8	13/9	1	4/7	29/6
22	پرورش ماهی	50	37/5	23/5	62	69/1	0	28/6
23	دروازه گرگان	80	80	5/7	20/4	1/1	3/5	28/1
24	بوعلی	100	60	4/5	23/1	3/3	1/6	27/7
25	شرق	40	60	5	20/4	22/6	17/7	26/9
26	لارما	20	20	60/4	94/4	47/3	0	26/2
27	اسلامی	30	15	44/8	60	60	6/8	26
28	معلم	40	60	5/4	24	26/8	12/3	25/5
29	مدار بالا	30	42/5	17/6	37/9	42/3	10/2	24/7
30	اسلامی(باشگاه)	40	12/5	8/1	25	25	18/9	24/7
31	اکند	30	20	26/2	61/1	60	5/6	24/6
32	غرب	40	65	4/5	25/9	28/8	6/6	24/3
33	کشت و صنعت	80	40	2/2	6/5	10	10/2	24
34	نکا چوب 1	80	50	0/4	0	0	5/2	21/6
35	خزر آباد	40	12/5	8/1	25	25	18/9	21/2
36	سیلو	90	2/5	4/6	5/5	6/2	13/4	20/9
37	دیسپاچینگ	40	65	4	16/7	18/5	2/6	20/7
38	بسمت ساری	30	15	29/9	45/4	50/5	0	19/3
39	تجهیزات مدارس	80	30	0/4	0	0	0	16/5
40	تفلون	60	12/5	4/7	11/1	12/4	0	13/7
41	کیاسر از تاکام	40	12/5	9/7	19/4	19/5	0	12/7
42	فرودگاه 1	80	2/5	2/6	0	0	0	12/6

43	ملیک	60	5	1	3/7	4/1	0/8	11
44	سد شهید رجائی	50	15	8/1	0/9	1	0	10/8
45	نکاچوب 2	0	0	0	0	0	0	0
46	فرودگاه2	0	0	0	0	0	0	0

4- تعیین شاخصهای انرژی توزیع نشده

جدول (4) شاخصهای انرژی توزیع نشده برای استان مازندران, گلستان, غرب استان مازندران و امور توزیع برق ساری را نشان میدهد. در این جدول تعداد مشترکین, تعداد فیدر, انرژی تحویلی و انرژی توزیع نشده, اطلاعاتی هستند که از طریق شرکت توزیع مازندران, دیسپاچینگ توزیع و فوق توزیع و اطلاعات طبقه بندی شده حوادث[5] بدست می آیند که از طریق این اطلاعات شاخصهای انرژی توزیع نشده بصورت سالانه قابل استخراج و محاسبه می باشند. این شاخصها با استفاده از فرمولهای زیر بدست می آیند[6]:

$$\text{نرخ انرژی توزیع نشده در } 1000 = \frac{[\text{انرژی توزیع نشده (MWH)}]}{[\text{انرژی تحویلی (MWH)}]} \times 1000 \quad (3)$$

$$\text{انرژی توزیع نشده بازاء هر مشترک (KWH)} = \frac{[\text{انرژی توزیع نشده (MWH)}]}{[\text{تعداد مشترکین}]} \times 1000 \quad (4)$$

$$\text{متوسط مصرف انرژی هر مشترک (KWH)} = \frac{[\text{انرژی تحویلی (MWH)}]}{[\text{تعداد مشترکین}]} \times 1000 \quad (5)$$

$$\text{متوسط بار فیدر (KW)} = \frac{[\text{انرژی تحویلی (MWH)}]}{[\text{تعداد فیدر 20 KV}] \times 24 \times 365} \times 1000 \quad (6)$$

$$\text{متوسط تعداد مشترکین خاموش شده} = \frac{[\text{انرژی توزیع نشده (MWH)}]}{\text{متوسط مصرف انرژی هر مشترک (KWH)}} \times 1000 \quad (7)$$

$$\text{زمان خاموشی هر مشترک در روز به دقیقه} = \frac{\text{انرژی توزیع نشده بازاء هر مشترک (KWH)}}{\text{متوسط مصرف انرژی هر مشترک (KWH)}} \times 1000 \quad (8)$$

در فرمول (7) منظور از متوسط تعداد مشترکین خاموش شده این است که به طور متوسط این تعداد از مشترکین در طی یک سال همیشه خاموش بوده اند. بر اساس محاسبات انجام شده (جدول 4)متوسط قطعی روزانه هر مشترک در شهرستان ساری در سال 78, 2/16 دقیقه بوده است. در حالیکه در کشورهای ژاپن, انگلستان و فرانسه در سال 1997 به ترتیب 7/3, 16/24 و 13/31 ثانیه می باشد. این امر نشان دهندهٔ زیاد بودن زمان خاموشی در شبکه توزیع برق شهرستان ساری می باشد و لزوم بکارگیری روشهای نوین کاهش خاموشی و انجام دقیق برنامه های تعمیرات دوره ای را به اثبات می رساند.

جدول (4) شاخصهای انرژی توزیع نشده درسال 78

شرکت توزیع نیروی برق	گلستان	مازندران	غرب استان مازندران	امور برق ساری
تعداد مشترکین	259150	503800	171683	106957
تعداد فیدر 20 KV	90	157	46	42
انرژی تحویلی (MWH)	1037350/28	2689735/68	649444/787	507079/71
انرژی توزیع نشده (MWH)	2813/68	6510/65	1708/7	759/2
نرخ انرژی توزیع نشده در 1000	2/712	2/421	2/631	1/497
انرژی توزیع نشده (KWH)	10/857	12/922	9/953	7/098

متوسط مصرف انرژی هر مشترک (KWH)	4002/756	5338/26	3782/814	4740/968
متوسط بار فیدر (KW)	1316	1956	1612	1378/23
متوسط تعداد مشترکین خاموش شده	703	1220	452	160
زمان خاموشی هر مشترک در روز به دقیقه	3/91	3/49	3/79	2/16

5- نتیجه گیری

با توجه به گستردگی شبکه توزیع, تعداد زیاد فیدرها و محدودیتهای اجرایی و اقتصادی موجود, داشتن یک برنامه اولویت بندی برای فیدرهای **20kv** جهت بهره برداری بهینه و بکار گیری روشهای نوین کاهش خاموشی مانند اتوماسیون ضروری است. لذا در این مقاله روشی جهت اولویت بندی فیدرهای **20kv** شهرستان ساری ارائه شد.
در این روش برای امتیازبندی فیدرها, در ابتدا شاخصهایی که از نظر بهره برداری مهم بوده اند را مشخص کرده و سپس شدت و ضعف این شاخصها با اعمال ضرائبی تصحیح شده اند. با مطالعات فنی انجام شده شاخصهای: اولویت, بار, طول, وسعت, وضعیت مانوری و حادثه بعنوان اساسی ترین شاخصها برای امتیازبندی فیدرها در نظر گرفته شده است که برای هر یک از این شاخصها امتیاز فیدرها محاسبه شده است. نتایج حاصله نشان می دهد که فیدرهای گهرباران, 22 بهمن و طالقانی بترتیب با 77/4, 72/3 و 71/3 درصد بیشترین امتیاز کل را کسب کرده اند و از نظر بهره برداری و بکارگیری روشهای نوین جهت کاهش خاموشی, اولویت دارترین فیدرها می باشند. همچنین در این مقاله برای پیدا کردن یک دید درست از میزان خاموشی شبکه و قابلیت اطمینان آن, شاخصهای انرژی توزیع نشده محاسبه شده اند. محاسبات نشان داده است که متوسط قطعی روزانه هر مشترک در شهرستان ساری 2/16 دقیقه بوده, در حالیکه در کشور ژاپن 7/3 ثانیه میباشد. این امر نشان دهندۀ زیاد بودن زمان خاموشی در شبکه تحت مطالعه میباشد و لزوم بکارگیری روشهای نوین کاهش خاموشی را به اثبات می رساند.

تقدیر و تشکر:

از زحمات و همکاریهای آقایان مهندسین: ثقفی, درویشی, جمشیدی و آقای اسماعیلی از شرکت توزیع نیروی برق مازندران و امور توزیع برق ساری صمیمانه سپاس گزاری می شود.

مراجع:

[1] N. Ozay, A. N. Guven,"Design and implementation of a feeder automation systems for distribution", International Conference on Power tech. Budapest 99, No. 99EX376, 1999,pp. 122-126
[2] S. R. Southerlin,"New distribution automation switchgear and its contribution to overhed distribution reliability", IEE Conference on Electricity Distribution, vol. 4, 1997, pp. 32/1-4
[3] Newman. T,"System automation in power distribution", IEE North Eastern center power section symposium, 1995, pp. 9/1-9/6
4- صادقیان, م. موسوی, ع. ذوالفقاری, ع."امکان سنجی و پیاده سازی اتوماسیون در شبکه توزیع شهرستان ساری", هجدهمین کنفرانس بین المللی برق, تهران, مهر 82

5- صادقیان, م. موسوی, ع."بررسی و شبیه سازی تاثیر روشهای نوین بر کاهش خاموشی و انرژی توزیع نشده در شبکه توزیع شهرستان ساری", پایان نامه کارشناسی, دانشگاه صنعت آب و برق, تهران, شهریور79
6- وزارت نیرو, توانیر."شاخصهای انرژی توزیع نشده",معاونت فنی توزیع