



## نقش ترانسفورماتورها در کاهش ضریب اطمینان برقرسانی شبکه های توزیع نیرو

مهندس جواد اخوان - عبدالهیان - عباس نیکخواه  
سازمان برق ایران

محسن فخاری  
شرکت توانیر

### چکیده :

وابستگی شبکه های توزیع نیرو به ترانسفورماتورهای تغذیه کننده آنها مانده است و وابستگی شبکه های انتقال به نیروگاهها میباشد. از آنجائیکه هرگونه وقفه در بارگذاری ترانسفورماتور باعث قطع موضعی یا منطقه ای میگردد، بنابراین افزایش ضریب اطمینان و بهره برداری از ترانسفورماتورها در برنامه ریزیهای احداث و توسعه دراکثر پستهای فشارقوی بیک دستگاه ترانسفورماتور جهت ذخیره منظور و در نتیجه درصد عمده ای از سرمایه گذاری پستهابه این عامل اختصاص داده میشود.

در این مقاله ضمن مروری بر آمار حوادث ترانسفورماتورهای فشارقوی در ده سال گذشته با توجه به عوامل اولیه آنها پیشنهاداتی جهت تقلیل این حوادث و ببالا بردن ضریب اطمینان و بهره برداری ترانسفورماتورها ارائه میگردد.

یکی از اهداف اصلی شرکتهای برق منطقه ای تداوم برقرسانی با کیفیت مطلوب به مشترکین خود می باشد:

لازمه این، در وجود شبکه ای با تجهیزات مناسب برای برقرسانی از نقطه نظر کیفیت و قابلیت اطمینان بالا می باشد. بطوریکه بروز اشکالات در مسیر برقرسانی از محل تولید تا محل مصرف منجر به قطع برق نگردد و یاد صورت قطع برق مصرف کننده، زمان قطعی حداقل ممکن باشد. در شبکه های توزیع ترانسفورماتورهای کاهنده یکی از اجزای اصلی شبکه را تشکیل می دهند با توجه به اهمیت ترانسفورماتورها و بالا بودن هزینه سرمایه گذاری در پستهای توزیع و فوق توزیع آنالیز خروجیها و قطعیهای ترانسفورماتورها می تواند کمک مناسبی در جهت افزایش قابلیت اطمینان و کاهش زیانهای ناشی از قطع آنها باشد. در این زمینه ارائه راه حلهای فنی و اقتصادی مبتنی بر اطلاعات آماری می تواند کمک شایسته ای در رفع یا تقلیل این حوادث باشد.

#### ۱- آمار خروج ترانسفورماتورها

بررسیهای انجام شده در رابطه با آمار خروج ترانسفورماتورهای توزیع نشان می دهد که از سال ۱۳۶۰ تا سال ۱۳۶۹ جمعا ۶۵۵۰ مرتبه این ترانسفورماتورهای بار و از مسدود خارج شده اند، بی بار شدن ترانسفورماتورهای تحت بررسی در این دوره ده ساله تحت تأثیر عوامل مختلفی چون خروج اضطراری، خروج طبق برنامه، و خروج خودکار بوده است. شایان ذکر است که این تعداد قطعی در ترانسفورماتورهای شبکه های توزیع و فوق توزیع همواره توأم با خاموشیهای گسترده در سطح یک منطقه به همراه مسائل اجتماعی و اقتصادی خاص خود می باشد.

ذیلا" انواع خروجی های ترانسفورماتور مورد بررسی قرار می گیرد.

۱- خروج اضطراری - این نوع خروجی ها تحت تأثیر اشکالات غیر قابل پیش بینی ایجاد گردیده که ترانسفورماتور باید فوراً از مدار خارج شود و پدیده های عمده مؤثر در این گروه از خروجیها عبارتند از:

- افزایش درجه حرارت
- اشکالات تپ چنجر
- افزایش ناگهانی بار

-احتفال آتش سوزی

-عملکردیا آلام رله بوخهلتنس

جدول (۱) آمار تعداد ترانسفورماتورهای منبع تغذیه توزیع ، تعداد قطعی ها و ظرفیت مجموع ترانسفورماتورها و همچنین متوسط خروج اضطراری هر ترانسفورماتور در سال رانشان میدهد .

سال	تعداد ترانسفورماتور	ظرفیت ترانسفورماتور	تعداد قطعی اضطراری	متوسط خروج هر ترانس در سال
۶۰	۵۰	۴۵۶۸	۱۸۴	۲/۶۸
۶۱	۶۳	۶۰۱۳	۲۰۷	۲/۲۹
۶۲	۷۹	۷۳۸۰	۲۰۵	۲/۵۹
۶۳	۹۴	۸۶۸۲	۱۹۸	۲/۱۱
۶۴	۱۰۶	۱۰۰۸۳	۱۷۶	۱/۶۶
۶۵	۱۲۵	۱۱۶۶۰	۲۰۶	۱/۶۵
۶۶	۱۳۸	۱۲۷۴۴	۱۸۰	۱/۳۰
۶۷	۱۴۱	۱۳۴۶۷	۲۰۶	۱/۴۶
۶۸	۱۵۲	۱۵۰۸۸	۱۹۶	۱/۲۹
۶۹	۱۵۸	۱۵۳۶۱	۲۰۴	۱/۲۹

جدول شماره ۱ - بررسی آمار خروج اضطراری ترانسفورماتور در یک دوره ده ساله

۱- خروج طبق برنامه - این نوع خروجی ها بر اساس نیاز تعمیراتی و با هماهنگی برنامه ریزی قبلی انجام می گیرد. این گروه از خروجیها عمدتاً به یکی از دلایل ذیل صورت می گیرد.

-رفع اشکال در سیستم خنک کننده و روغن

-بازدیدها و یا اشکالات تپ چنجر

-بازدیدها و یا اشکالات اتصالات و سیم پیچ

-جابجائی

-تأسیسات جدید

جدول (۲) آمار تعداد ترانسفورماتورهای منبع تغذیه توزیع ، تعداد قطعی ها و ظرفیت مجموع ترانسفورماتورها و همچنین متوسط خروج طبق برنامه هر ترانسفورماتور در سال رانشان میدهد .

سال	تعداد ترانسفورماتور	ظرفیت ترانسفورماتور	تعداد قطعی طبق برنامه	متوسط خروج هر ترانس در سال
۶۰	۵۰	۴۵۶۸	۷۷	۱/۵۴
۶۱	۶۳	۶۰۱۳	۹۸	۱/۵۶
۶۲	۷۹	۷۳۸۰	۱۹۱	۲/۴۲
۶۳	۹۴	۸۶۸۲	۹۱	۰/۹۷
۶۴	۱۰۶	۱۰۰۸۳	۲۱۵	۲/۰۳
۶۵	۱۲۵	۱۱۶۶۰	۲۸۱	۲/۲۵
۶۶	۱۳۸	۱۲۷۴۴	۲۸۷	۲/۰۸
۶۷	۱۴۱	۱۳۴۶۷	۱۸۶	۱/۳۲
۶۸	۱۵۲	۱۵۰۸۸	۲۹۴	۱/۹۳
۶۹	۱۵۸	۱۵۳۶۱	۳۴۵	۲/۱۸

جدول شماره ۲ - بررسی آمار خروج طبق برنامه ترانسورماتور در یک دوره دهساله

۲-۱- خروج خودکار - خروج خودکار ترانسفورماتورها در نتیجه عملکرد سیستم های حفاظتی و عمدتاً "بدلائل ذیل میباشد:

- تغییرات ناگهانی ولتاژ و جریان

- نامتعادلی بار

- تغییرات درجه حرارت

جدول (۲) آمار تعداد ترانسورماتورها ، تعداد قطعی ها و ظرفیت مجموع ترانسفورماتورها و همچنین متوسط خروج خودکار ترانسفورماتور در سال نشان میدهد .

سال	تعداد ترانسفورماتور	ظرفیت ترانسفورماتور	تعداد قطعی های خودکار	متوسط خروج خودکار هر ترانس
۶۰	۵۰	۴۵۶۸	۲۸۴	۵/۶۸
۶۱	۶۳	۶۰۱۳	۲۹۶	۴/۷۰
۶۲	۷۹	۷۳۸۰	۲۴۸	۳/۱۴
۶۳	۹۴	۸۶۸۲	۱۹۶	۲/۰۹
۶۴	۱۰۶	۱۰۰۸۳	۱۴۳	۱/۳۵
۶۵	۱۲۵	۱۱۶۶۰	۲۹۹	۲/۳۹
۶۶	۱۳۸	۱۲۷۴۴	۲۲۷	۱/۶۴
۶۷	۱۴۱	۱۳۴۶۷	۱۹۱	۱/۳۵
۶۸	۱۵۲	۱۵۰۸۸	۲۲۱	۱/۴۵
۶۹	۱۵۸	۱۵۳۶۱	۴۱۸	۲/۶۵

جدول شماره ۲ بررسی آمار خروج خودکار ترانسفورماتور در یک دوره دهساله

بمنظور تعیین ضریب قابلیت اطمینان ترانسفورماتورها، عملکرد ده سال گذشته مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به محدودیت مقاله تنها نتایج بدست آمده در مورد سال ۱۳۶۹ ارائه میگردد.

تجزیه و تحلیل عملکرد بهره برداری از پستهای شبکه توزیع و خروجی های تعمیراتی آنها در برنامه ریزی کلی شبکه و ایستگاههای توزیع بر اساس قابلیت اطمینان در نقاط تحویل بار میباشد.

این ترانسفورماتورها از نظر ظرفیت به هشت دسته تقسیم گردیده اند. عوامل مؤثر در خروج و بی بار شدن ترانسفورماتورها به پنج گروه تجزیه گردیده اند.

#### ۱-۲- ظرفیت

با توجه به قدرت ترانسفورماتورهای تحت بررسی ترانسفورماتورهای موجود شبکه در هشت گروه ذیل تعریف گردیده اند.

- ترانسفورماتورهای با قدرت (۳۰-۴۰) مگا ولت آمپر.

" " ۵۰ "

" " (۷۰-۸۰) "

" " (۹۰-۱۰۰) "

" " ۱۲۵ "

" " (۱۵۰-۱۶۰) "

" " ۱۸۰ "

" " (۲۰۰-۲۵۰) "

#### ۲-۲- طبقه بندی عوامل خروجی

عوامل خروج و بی بار شدن ترانسفورماتورها را با در نظر گرفتن پارامترهای مشترک

در پنج گروه ذیل میتوان خلاصه نمود:

- سیستم های حفاظتی

- سرویس و نگهداری

- تپ چنجر

- بوشینگ

- سیستم های خنک کننده و روغن

شاخص هائی که در محاسبات ضریب اطمینان مورد استفاده قرار گرفتند بر اساس تعاریف ذیل میباشند:

۱-۳ جمع زمان خروج کل ترانسفورماتورها ( T )

این زمان عبارتست از مجموع مدت زمانی که ترانسفورماتور در اثر اشکال داخلی جدا از تجهیزات جانبی و کمکی آن خارج شده است.

۲-۳ ضریب قطع ( I ) Interruption rate

ضریب قطع عبارتست است از نسبت جمع دفعات خروج ترانسفورماتور به طرفیت نامی آن

$$I = \frac{N}{S}$$

۳-۳ نسبت خرابی Failure rete (  $\lambda$  ) جمع دفعات خروج N =

S = طرفیت نامی

این نسبت عبارتست از جمع دفعات خروجی ترانسفورماتوره به مجموع زمان کسل کارکرد ترانسفورماتور

$$\lambda = \frac{N}{(n \times 8760) - T}$$

n = تعداد ترانسفورماتورها

۴-۳ میانگین دفعات خروج ( F ) Frequency of Failuer

این میانگین عبارتست از نسبت جمع دفعات خروج ترانسفورماتورها به تعداد

کل ترانسفورماتورهای در حال بهره برداری  $F = \frac{N}{n}$

۵-۳ میانگین زمان تعمیرات ( MTTR ) ( Mean time to repair )

این میانگین برابر است با نسبت جمع زمان خروجی تمامی ترانسفورماتورهای

مورد مطالعه در سال بر حسب ساعت به مجموع دفعات خروج ترانسفورماتورها

$$MTTR = \frac{T}{N}$$

۶-۳ میانگین زمان بهره برداری ( MTTF ) ( Mean time to Failure )

عبارتست از میانگین مدت زمانی که ترانسفورماتور پس از در مدار قرار گرفتن

دوباره از مدار خارج میگردد.

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

بر حسب ساعت

۳-۷ ضریب آمادگی ( AF ) availability Factor

این ضریب عبارتست از نسبت زمان کارکرد به زمان دوره مورد مطالعه بر حسب

درصد

$$AF = \frac{K}{8760} \times 100$$

مجموع زمان کارکرد در دوره ( Up Time ) بر حسب ساعت K =

۳-۸ ضریب خروج اضطراری ( F.O.R ) Forced outage rate

این ضریب عبارتست از نسبت مدت زمان خروج ترانسفورماتورها در دوره مورد

مطالعه

$$F.O.R = \frac{D}{8760} \times 100$$

مجموع ساعات خروج اضطراری D = DOWN Time

۳-۹ ضریب قابلیت اطمینان ترانسفورماتور (T.R) Transformer reliability

این شاخص بیانگر درجه اطمینان نسبت به عدم قطع ترانسفورماتور و تأمین

انرژی الکتریکی مطمئن میباشد و بر اساس فرمول زیر محاسبه میگردد:

$$TR = 100 - \left( \frac{I \times \frac{E}{S}}{8760} \right) \times 100$$

E = انرژی قطع شده مجموع ترانسفورماتورها  
نتایج حاصله از محاسبات ضریب قابلیت اطمینان ترانسفورماتورها در ارتباط

با پارامترهای فوق الذکر در جدول شماره ۴ تا ۱۰ نشان داده شده است .

شاخص های عملکرد برنامه های آموزشی 1369

کلاس قدرت میانگین MVA	تعداد تراش در حال کار	تولید خاص تراش MVA	جمع دفعات خروج تراش مVA	جمع زمان خروج کل تراش (ساعت)	انرژی کلی تراش MVAh	نسبت تراش λ	میانگین دفعات خروج هر تراش	میانگین زمان تعمیرات (ساعت)	میانگین زمان سرمه برداری (ساعت)	نسبت آمادگی (درصد)	نسبت خروج تراش (درصد)	شاخص قابلیت استیلا (درصد)
30_10	39	1500	98	13295	1925966	0.00030	0.0653	2.5128	135.67	85.34	14.66	99.042
50	14	700	31	53	2656	0.00025	0.0443	2.2143	1.71	99.96	0.04	99.998
70_80	27	2071	105	3691	291421	0.00045	0.0507	3.8889	35.16	98.39	1.61	99.919
90_100	21	2000	66	5062	455595	0.00037	0.0330	3.1429	76.70	97.40	2.60	99.914
125	26	3250	92	823	102838	0.00041	0.0283	3.5385	8.94	99.64	0.36	99.990
150_160	4	620	51	1118	168977	0.00150	0.0823	12.7500	21.91	96.85	3.11	99.744
180	20	3600	48	6190	1114134	0.00028	0.0133	2.4000	128.04	96.17	3.53	99.953
200_250	7	1620	76	303	68588	0.00125	0.0469	10.8571	3.99	99.52	0.48	99.977
جمع کل	158	15361	567	30535	4130174	0.00042	0.0369	3.5886	53.44	96.93	3.07	99.887

جدول شماره ( 4 )

برنامه های که بدین سیستمی حاضر از مدار خارج شده اند

کلاس قدرت میانگین MVA	تعداد تراش در حال کار	تولید خاص تراش MVA	جمع دفعات خروج تراش مVA	جمع زمان خروج کل تراش (ساعت)	انرژی کلی تراش MVAh	نسبت تراش λ	میانگین دفعات خروج هر تراش	میانگین زمان تعمیرات (ساعت)	میانگین زمان سرمه برداری (ساعت)	نسبت آمادگی (درصد)	نسبت خروج تراش (درصد)	شاخص قابلیت استیلا (درصد)
30_10	39	1500	48	1218	1442909	0.00014	0.0320	1.2308	25.26	89.02	10.98	99.649
50	14	700	24	32	2617	0.00020	0.0343	1.7143	1.35	99.97	0.03	99.999
70_80	27	2071	43	576	46034	0.00018	0.0208	1.5926	13.39	99.75	0.25	99.995
90_100	21	2000	33	2770	249317	0.00018	0.0165	1.5714	63.94	98.58	1.42	99.977
125	26	3250	20	265	33185	0.00012	0.0086	1.0769	9.18	99.38	0.12	99.999
150_160	4	620	8	5	736	0.00023	0.0129	2.0000	0.58	99.99	0.01	100.000
180	20	3600	25	5881	1058652	0.00015	0.0069	1.2500	235.26	96.64	3.36	99.977
200_250	7	1620	22	19	4733	0.00036	0.0136	3.1429	0.87	99.97	0.03	100.000
جمع کل	150	15361	231	10767	2837183	0.00017	0.0150	1.4620	46.61	97.89	2.11	99.968

جدول شماره ( 5 )

برنامه های که بدین سیستمی و نگهداری از مدار خارج شده اند

کلاس قدرت میانگین MVA	تعداد تراش در حال کار	تولید خاص تراش MVA	جمع دفعات خروج تراش مVA	جمع زمان خروج کل تراش (ساعت)	انرژی کلی تراش MVAh	نسبت تراش λ	میانگین دفعات خروج هر تراش	میانگین زمان تعمیرات (ساعت)	میانگین زمان سرمه برداری (ساعت)	نسبت آمادگی (درصد)	نسبت خروج تراش (درصد)	شاخص قابلیت استیلا (درصد)
30_10	39	1500	26	11951	477964	0.00008	0.0173	0.6667	459.64	96.36	3.64	99.937
50	14	700	3	9	471	0.00002	0.0043	0.2143	3.14	99.99	0.01	100.000
70_80	27	2071	33	1842	83203	0.00014	0.0159	1.2222	31.57	99.54	0.46	99.993
90_100	21	2000	26	1467	132047	0.00014	0.0130	1.2381	56.43	99.25	0.75	99.990
125	26	3250	50	0	60450	0.00022	0.0154	1.9231	0.00	99.79	0.21	99.997
150_160	4	620	23	821	124193	0.00067	0.0371	5.7500	35.72	97.71	2.29	99.915
180	20	3600	22	210	37770	0.00013	0.0061	1.1000	9.54	99.88	0.12	99.999
200_250	7	1620	24	178	41114	0.00039	0.0148	3.4286	7.42	99.71	0.29	99.995
جمع کل	158	15361	207	16162	957212	0.00015	0.0135	1.3101	78.08	99.29	0.71	99.990

جدول شماره ( 6 )



تراشهای که بد لیل اشکال شب چهر: ابعاد خارج شده اند

کلاس قدرت تراشها MVA	ابعاد تراشها در حال کار	تراشها نامی تراشها MVA	جمع دفعات خروج تراشها	جمع زمان خروج تراشها (ساعت)	تراشهای جمع شده تراشها MVAh	تراشهای جمع هر تراش	نسبت تراشها λ	میانگین زمان تراشها (ساعت)	میانگین زمان تراشها (ساعت)	میانگین زمان تراشها (ساعت)	تراشهای آمادگی (درصد)	تراشهای خروج تراشها (درصد)	تراشهای قابلیت اطمینان (درصد)
30_40	39	1500	16	65	2599	0.0107	0.00005	1.00	0.4103	21348.44	99.98	0.02	100.000
50	14	700	4	11	568	0.0057	0.00003	2.84	0.2857	10657.16	99.99	0.01	100.000
70_80	27	2071	9	1932	151018	0.0043	0.00004	214.71	0.3333	26065.29	99.17	0.83	99.996
90_100	21	2000	3	37	3285	0.0015	0.00002	12.17	0.1429	61307.83	99.98	0.02	100.000
125	26	3250	12	68	8473	0.0037	0.00005	5.65	0.4615	18974.35	99.97	0.03	100.000
150_160	4	620	2	257	38563	0.0032	0.00006	128.54	0.5000	17391.46	99.29	0.71	99.998
180	20	3600	0	0	0	0.0000	0.00000	---	0.0000	---	100.00	0.00	100.000
200_250	7	1620	4	59	11900	0.0025	0.00007	14.78	0.5714	15315.22	99.92	0.08	100.000
جمع کل	158	15361	50	2429	216406	0.0033	0.00004	48.58	0.3165	27633.02	99.84	0.16	99.999

جدول شماره ( 7 )

تراشهای که بد لیل اشکال بوشینگ ابعاد خارج شده اند

کلاس قدرت تراشها MVA	ابعاد تراشها در حال کار	تراشها نامی تراشها MVA	جمع دفعات خروج تراشها	جمع زمان خروج تراشها (ساعت)	تراشهای جمع شده تراشها MVAh	تراشهای جمع هر تراش	نسبت تراشها λ	میانگین زمان تراشها (ساعت)	میانگین زمان تراشها (ساعت)	میانگین زمان تراشها (ساعت)	تراشهای آمادگی (درصد)	تراشهای خروج تراشها (درصد)	تراشهای قابلیت اطمینان (درصد)
30_40	39	1500	4	7	268	0.0027	0.00001	1.68	0.1026	85408.33	100.00	0.00	100.000
50	14	700	0	0	0	0.0000	0.00000	---	0.0000	---	100.00	0.00	100.000
70_80	27	2071	14	30	2435	0.0068	0.00006	2.17	0.5185	16892.11	99.99	0.01	100.000
90_100	21	2000	2	12	1050	0.0010	0.00001	5.83	0.0952	91974.27	99.99	0.01	100.000
125	26	3250	0	0	0	0.0000	0.00000	---	0.0000	---	100.00	0.00	100.000
150_160	4	620	18	34	5485	0.0270	0.00051	1.90	4.5000	1944.76	99.98	0.10	99.997
180	20	3600	0	0	0	0.0000	0.00000	---	0.0000	---	100.00	0.00	100.000
200_250	7	1620	25	46	10570	0.0154	0.00041	1.82	3.5714	2250.38	99.93	0.07	99.999
جمع کل	158	15361	63	129	10808	0.0041	0.00005	2.02	0.3927	21967.48	99.99	0.01	100.000

جدول شماره ( 8 )

تراشهای که بد لیل سطحهای مختلف کننده وروان: ابعاد خارج شده اند

کلاس قدرت تراشها MVA	ابعاد تراشها در حال کار	تراشها نامی تراشها MVA	جمع دفعات خروج تراشها	جمع زمان خروج تراشها (ساعت)	تراشهای جمع شده تراشها MVAh	تراشهای جمع هر تراش	نسبت تراشها λ	میانگین زمان تراشها (ساعت)	میانگین زمان تراشها (ساعت)	میانگین زمان تراشها (ساعت)	تراشهای آمادگی (درصد)	تراشهای خروج تراشها (درصد)	تراشهای قابلیت اطمینان (درصد)
30_40	39	1500	4	56	2226	0.0027	0.00001	14.00	0.1026	85396.00	99.98	0.02	100.000
50	14	700	0	0	0	0.0000	0.00000	---	0.0000	---	100.00	0.00	100.000
70_80	27	2071	6	111	8731	0.0029	0.00003	18.50	0.2222	39401.50	99.95	0.05	100.000
90_100	21	2000	2	776	49898	0.0019	0.00001	328.00	0.0952	91592.00	99.60	0.40	100.000
125	26	3250	2	6	729	0.0006	0.00001	2.92	0.0769	113877.08	100.00	0.00	100.000
150_160	4	620	0	0	0	0.0000	0.00000	---	0.0000	---	100.00	0.00	100.000
180	20	3600	1	98	17712	0.0003	0.00001	98.00	0.0500	17502.00	99.98	0.02	100.000
200_250	7	1620	1	7	271	0.0006	0.00002	7.00	0.1429	61313.00	100.00	0.00	100.000
جمع کل	158	15361	16	1054	99567	0.0018	0.00001	65.86	0.1013	86439.14	99.93	0.07	100.000

جدول شماره ( 9 )

بر اساس شاخص های مندرج در جداول از مجموع ۴۱۲۰۱۷۴ مگاوات آمپر ساعت انرژی قطع شده ۶۸/۶۹ درصد آن مربوط به عملکرد سیستم های حفاظت کننده که بالاترین درصد را در آمپا می باشد. بعد از آن به ترتیب ۲۲/۱۸ درصد مربوط به اشکالات سرویس و نگهداری، ۵/۲۴ درصد مربوط به اشکالات تپ چنجر، ۲/۴۱ درصد مربوط به خروجیهای بر اثر سیستم خنک کننده و روغن و پائین ترین درصد مربوط به اشکالات پوشینگی ترانسفورماتور که رقمی معادل ۰/۴۸ درصد از کل خروجی ها می باشد.

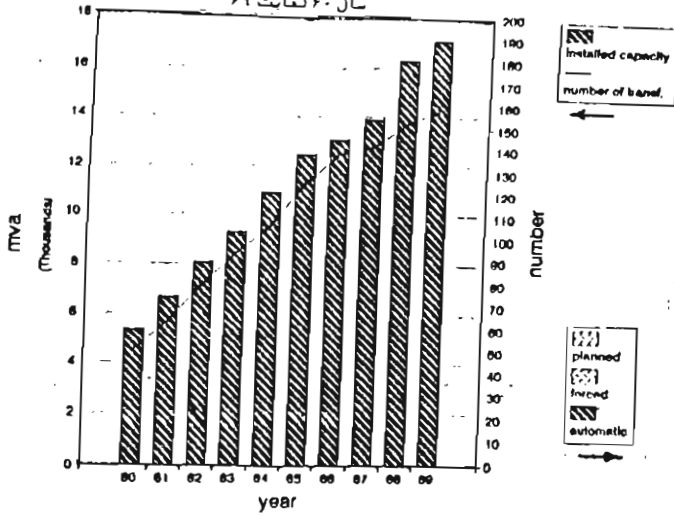
باتوجه باینکه بالاترین درصد قطع بار ترانسفورماتورها در نتیجه عملکرد سیستمهای حفاظتی بوده است دقت در هماهنگی و صحت تنظیم سیستم های حفاظتی میتواند قطعیهای ناخواسته را به میزان قابل توجهی کاهش دهد.

باتوجه به جداول ۱، ۲ و ۳ مشاهده میگردد علیرغم افزایش تعداد ترانسفورماتورها در این دوره دهساله متوسط خروجیهای اضطراری و خودکار روندی نزولی داشته اند. این در حالی است که در همین دوره تعداد خروجیهای طبق برنامه روندی افزایشی را نشان میدهد. این امر خوبی نشان میدهد با اجرای برنامه های منظم تعمیراتی در دوره های مشخص میتواند از تعداد خروجیهای بدون برنامه کاست.

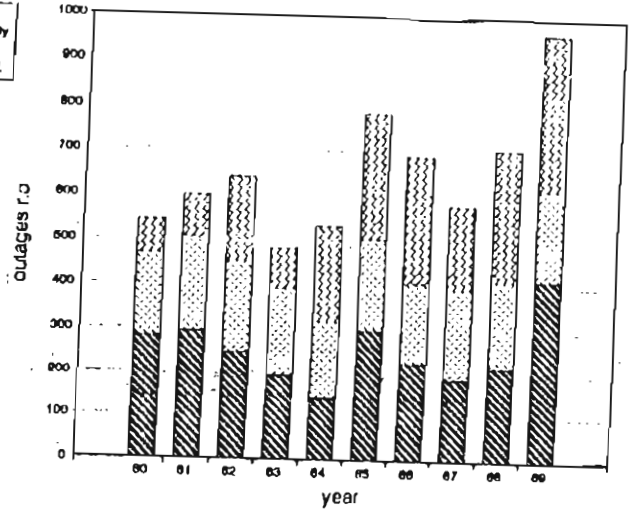
بر مبنای جدول شماره ۴ پائین ترین میانگین زمان تعمیرات ۱/۷۱ ساعت مربوط به ترانسفورماتورهای کلاس ۵۰ مگاوات آمپری و بالاترین میانگین زمان تعمیرات ۱۲۵/۶۷ ساعت مربوط به ترانسفورماتورهای کلاس ۲۰-۴۰ مگاوات آمپری میباشد و همچنین بالاترین میانگین دفعات خروج ۱۲/۷۵ دفعه مربوط به ترانسفورماتورهای کلاس ۱۶۰-۱۵۰ مگاوات آمپری و پائین ترین میانگین دفعات خروج ۲/۲۱ دفعه مربوط به ترانسفورماتورهای کلاس ۵۰ مگاوات آمپری میباشد.

از نقطه نظر ضریب آمادگی بالاترین درصد ۹۹/۹۶ مربوط به ترانسفورماتورهای کلاس ۵۰ مگاوات آمپر و پائین ترین درصد آن ۸۵/۲۴ مربوط به ترانسفورماتورهای کلاس ۲۰-۴۰ مگاوات آمپری میباشد. نمودارهای شماره ۱ و ۲ به ترتیب نشاندهنده نسبت تعداد هر گروه خروجی به کل خروجی ها به تفکیک نوع و ظرفیت نصب شده و تعداد ترانسفورماتور در هر سال میباشد.

نمودار شماره ۲ - ظرفیت نصب شده اسمی و تعداد ترانسفورماتورها از سال ۶۰ لغایت ۶۹



نمودار شماره ۱ - تعداد خروجیها به تفکیک از سال ۶۰ لغایت ۶۹



نتیجه گیری

بررسی نتایج بدست آمده مندرج درجداول ارائه شده و تجزیه و تحلیل آنها نشان میدهد که احتمال خروج ترانسفورماتورهای شبکه توزیع و فوق توزیع در نتیجه عملکرد سیستم های حفاظتی و باکیفیت سرویس و نگهداری ، نسبتاً بیش از سایر موارد میباشد و ترانسفورماتورهای کلاس ۵۰ مگا ولت آمپری از قابلیت اطمینان بالایی برخوردار است .

باعنایت به مطالب بخشهای قبل و بمنظور بالا بردن ضریب اطمینان در مدار بودن ترانسفورماتورها موارد ذیل را میتوان پیشنهاد نمود :

- هماهنگی در تنظیم رله های حفاظتی بمنظور جلوگیری از عملکرد نادرست
  - برنامه ریزی منظم تعمیراتی و انجام به موقع تعمیرات
  - بازدیدهای منظم دوره ای
  - جمع آوری کامل و ثبت صحیح اطلاعات حوادث بهره برداری جهت انتخاب بهینه ترانسفورماتورها ، از نظر تنوع زدائی
- ع منابع و مأخذ

- 1) Reliability Evaluation of Engineering systems by R.B.Billinton & ALLAN
- 2) Power system Reliability Evaluation by R.B.Billinton
- 3) Reliability (Lecture Notes) by R.N.ALLAN
- 4) CIGRE WG 03 of sc 38-1987 Cigre مجموعه مقالات
- 5) مجموعه مقالات electra کنفرانس 1983
- 6) مجموعه مقالات بررسی عملکرد شبکه سراسری از سال ۶۹-۶۰ مدیریت دیسپاچینگ و