



برق‌گرفتگی در گستره فشار ضعیف

مهندس نادر گلستانی داریانی

دکتر سعداله روحی لاریجانی

چکیده :

=====

صنعت برق باتمام ویژگیهای خودخصوصا " نقشی که در حرکت سریع صنایع عهده‌دارمی‌باشد، بی‌گمان باعث بروز حوادثی ناگوار از جمله برق‌گرفتگی می‌شود. آمار وارقام کشورهای مختلف جهان از جمله ایران نشان می‌دهد که درصد عمده‌ای از حوادث کارخانه‌ها ناشی از برق‌گرفتگی می‌باشد. دراین مقاله ضمن مروری بر آمار کشورهای مختلف جهان وایران بانشان دادن آثار سوء، برق‌گرفتگی ومیزان اهمیت مسئله ایمنی وتوجه به آن ونیز به روشهای کاهش حوادث درکارخانه‌ها وخانه‌ها اشاره می‌شود.

شرح :

=====

برای سالهای متمادی صدمات ناشی از برق‌گرفتگی دربرده‌ای از ابهام قرارداشت. بطوریکسه هرساله درایران هزاران نفر بر اثر برق‌گرفتگی جان خودرا از دست می‌دهند. بنابراین آگاهی همگان از آثار سوء برق‌گرفتگی ونیز مراقبتهای بعدی نیک می‌تواند درنجات دادن مصدومین موثر واقع شود [۱].

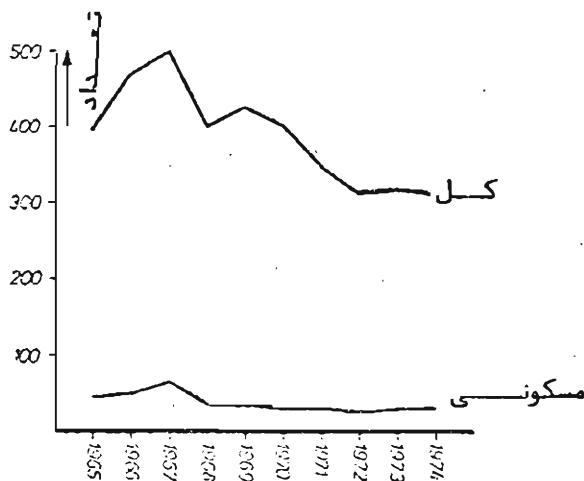
گرچه نزدیک به صدسال از بهره‌برداری برق می‌گذرد، مع الوصف آمارهای مربوط به سوانح برق دارای تاریخچه‌ای کمتر از صدسال است.

ضعیف کارخانه‌ها رخ داده است . [۳]

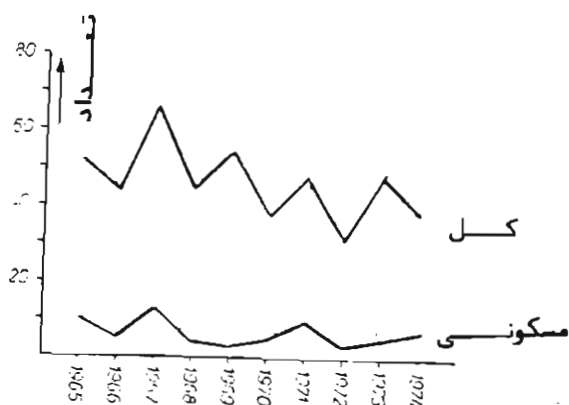
بنابراین ۶۰٪ از کل سوانح برق را افرادی می‌آفرینند که بی‌گفتگو کمترین اطلاعی از مسائل برق ندارند و ناآگاهانه به راه‌اندازی و تعمیر و بازسازی وسایل برقی دست می‌زنند . آلفرد هوسل می‌گوید: در اتریش نیز چنین است . [۴]

هرگاه در یکی از وسایل برقی خانگی اختلالی بوجود آید، یکی از افراد خانواده، که احتمالاً " از برق سررشته‌ای ندارد، رأساً " به تعمیر و راه‌اندازی آن اقدام می‌کند، چراکه متخصص تعمیر وسایل برقی همیشه در دسترس نیست . به‌نظر ما، شمار افرادی که " در عمل " بین پیچ‌گوشی و فاز متر فرقی قائل نمی‌شوند، کم نیست .

فزون بر آن ، شمار افرادی که مسائل ایمنی را خوب می‌دانند ، ولی متأسفانه : در عمل " نسبت به رعایت آن بی‌تفاوت اند، نیز کم نیست . ما مقررات ایمنی را تنها هنگامی رعایت می‌کنیم که واقعاً " آسان باشد . به‌نظر شما استفادهٔ پیوسته از کفش و کلاه سنگین ایمنی ، کار آسانی است ؟ نمودار ۱، آمار برقرکتگی اتریش را نشان می‌دهد .



و در نمودار ۲. آمار سوانح مهلك اتريش نمايان است .



نمودار ۲- آمار سوانح مرگبار برق در کشور اتریش

در کشور اتریش مصرف برق خانگی در حدود ۱٪ مصرف کل برق است . و سوانح مرگبار برق در ساختمانهای مسکونی در حدود ۱۴٪ کل سوانح برق را به بخود اختصاص می دهد . با توجه به این آمار و ارقام ، خطرات پنهان مانده از نظرها آشکار خواهند شد . [۴]

در آلمان فدرال سالانه نزدیک به ۳۵۰۰ سانحه برق گرفتگی رخ می دهد ، که از این تعداد نزدیک به ۸٪ آن (تقریباً " ۳۰۰ سانحه) مرگبار است . [۴]

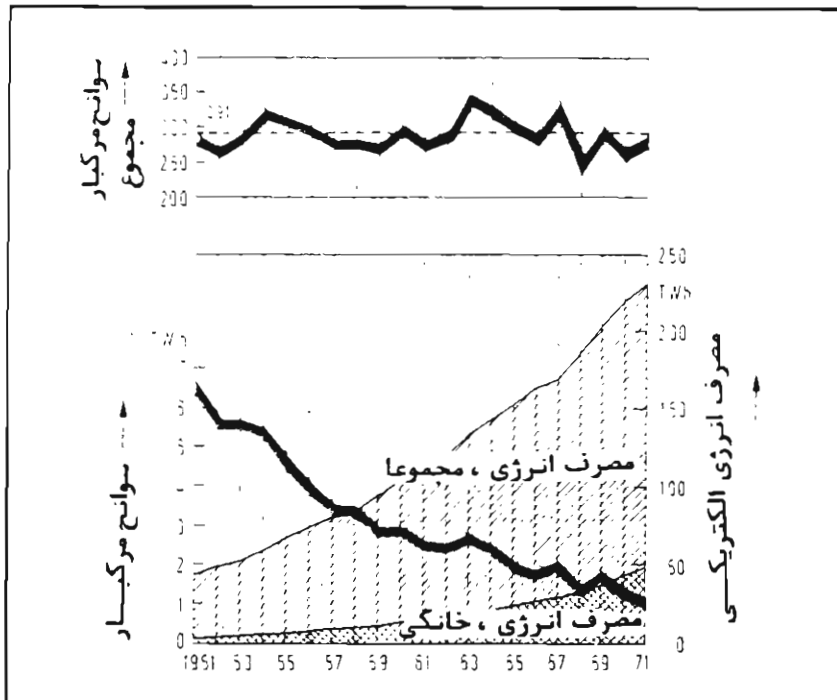
علیرغم مصرف فزاینده برق ، شمار سوانح مرگبار از سال ۱۹۷۰ به بعد روبه کاستی نهاده است . جدول ۱ ، آمار حوادث ناشی از برق گرفتگی را در کشور آلمان نشان می دهد .

سال	۱۹۷۰	۱۹۷۲	۱۹۷۵	۱۹۷۶	۱۹۷۷
سوانح مرگبار	۲۹۵	۲۵۶	۲۳۵	۲۰۵	۱۸۶

جدول ۱- آمار حوادث ناشی از برق گرفتگی در آلمان

گفتنی است نزدیک به ۱۰٪ این سوانح در ساختمانهای مسکونی رخ داده است .

نمودار ۳ ، مصرف انرژی الکتریکی و سوانح مرگبار برق را در آلمان فدرال در سالهای ۱۹۵۱ تا ۱۹۷۱ نشان می دهد .



نمودار ۳-

۲- درصد حوادث برق نسبت به کل حوادث کار :

شمار سوانح برق ، مثلا " درکشور آلمان ، از سال ۱۹۶۹ تا ۱۹۷۹ تقریبا " ۱۹٪ کل سوانح کار بوده است . جدول ۲ ، شمار سوانح برق را نسبت به کل سوانح کار (آلمان) نشان می دهد . گفتنی است که در جدول ۲ ، اعداد داخل پرانتز سوانح مرکب را نشان می دهند .

سوانح بسرق		سهمیه سوانح برق نسبت به کل سوانح کار			
سال	آمار سوانح برق که بوسیله یکی از مؤسسات المانی تهیه شده است	سهمیه سوانح مهلك %	سوانح کار	کل %	مرکبار %
1969	4091(127)	3,10	1 969 909(2622)	0,21	4,84
1970	4160(112)	2,69	2 010 395(2696)	0,21	4,15
1971	3937(95)	2,41	1 959 759(2992)	0,20	3,18
1972	3613(104)	2,88	1 868 546(2706)	0,19	3,84
1973	3812(105)	2,76	1 854 677(2691)	0,20	3,90
1974	3401(70)	2,06	1 627 880(2449)	0,21	2,86
1975	3109(68)	2,19	1 406 998(2069)	0,22	3,29
1976	2659(71)	2,67	1 471 240(2049)	0,18	3,47
1977	2201(55)	2,50	1 456 301(1989)	0,15	2,77
1978	2171(46)	2,12	1 454 617(1927)	0,15	2,39
1979	1991(42)	2,11	1 524 928(1996)	0,13	2,05

جدول ۲- سهمیه سوانح برق نسبت به کل سوانح کار (آلمان)

- تقسیم بندی سوانح برق بر حسب گستره ولتاژ، با ذکر نوع جریان، در جدول ۳ نمایان است.
- همانطور که در این جدول وارد شده است، در برق فشار قوی بیش از یک کیلوولت، سهمیه سوانح مرکبار ۱۳/۶٪ است.
- و این رقم ۹ برابر سهمیه سوانح مرکبار در برق فشار ضعیف، ۱/۵٪، است.
- تقسیم بندی بر حسب نوع جریان در هر دو گستره ولتاژ تقریباً " یکسان است. بیش از ۹۰٪ سوانح در برق متناوب رخ داده است.
- برق متناوب در گستره فشار ضعیف در برابر برق مستقیم، مرگ آوری نزدیک به ۵ برابر را نشان می دهد. و در گستره فشار قوی، مرگ آوری نزدیک به ۶ برابر را می نمایاند.

سهمیه نسبت به کل به %	سهمیه سوانح مرکب به %	سهمیه نوعهای جریان برق در رده های گوناگون ولتاژ به %	شمار سوانح	رده های ولتاژ و نوع جریان برق
84,8	1,59	97,0 (98,7)	27971 (444)	جریان متناوب فشار ضعیف (تا 1000 ولت)
6,4	0,29	7,0 (1,3)	2096 (6)	جریان مستقیم
91,2 (53,3)	1,50	100 (100)	30067 (450)	مجموع / فشار ضعیف
8,0	14,69	91,2 (98,5)	2648 (389)	جریان متناوب فشار قوی (بیش از 1 کیلوولت)
0,8	2,36	8,8 (1,5)	254 (6)	جریان مستقیم
8,8 (46,7)	13,61	100 (100)	2902 (395)	مجموع / فشار قوی
100 (100)	2,56	100 (100)	32969 (845)	رویه

جدول (۳) - تقسیم بندی گستره ولتاژ و نوع جریان برق (اطلاعات بدست آمده از ۱۹۶۹ تا ۱۹۷۸)

در جدول ۳، اطلاعات وارد شده از آمارهای ده ساله برگرفته شده و اعداد داخل پرانتز سوانح مرکب را نشان می دهند.

نوع جریان برق

فشار ضعیف سطح ولتاژ (ولت - V)	جریان متناوب		جریان مستقیم	
	تعداد سوانح	سهمیه %	تعداد سوانح	سهمیه %
تا 24	30 (0)	0,1 (0)	355 (0)	16,9 (0)
> 24-50	61 (1)	0,2 (0,2)	63 (1)	3,0 (16,7)
> 50-70	82 (3)	0,3 (0,7)	161 (0)	7,7 (0)
> 70-130	112 (1)	0,4 (0,2)	365 (0)	17,4 (0)
> 130-400	26389 (419)	94,3 (94,4)	578 (0)	27,6 (0)
> 400-500	1060 (15)	3,8 (3,4)	93 (0)	4,4 (0)
500-1000	47 (2)	0,2 (0,4)	409 (5)	19,5 (88,3)
نامشخص	190 (3)	0,7 (0,7)	72 (0)	3,9 (0)
مجموعاً	27971 (444)	100 (100)	2096 (6)	100 (100)

جدول (۴) - تقسیم بندی سوانح برق فشار ضعیف بر حسب بزرگی ولتاژ و نوع جریان (اطلاعات بدست آمده از ۱۹۶۹ تا ۱۹۷۸ تقریباً ۱۰ سال) - اعداد داخل پرانتز سوانح مرکب را نشان می دهند.

جدولهای ۴ و ۵ تقسیم بندی سوانح برق را بر حسب گروههای ولتاژ در گستره های ولتاژ

نشان می دهند .

نقاط ثقل کثرت سوانح برق غالبا " در عمل روی مقادیر نشان داده شده ولتاژهای کسری استهای برق ، اعم از فشار قوی و فشار ضعیف ، قرار دارند . سهمیه عمده سوانح مرکب از برق فشار ضعیف ، مربوط به گروه " بزرگتر از ۱۳۰ ولت تا ۴۰۰ ولت " است . یادآور می شود که مقادیر عادی ولتاژ تماس ، ۲۲۰ ولت بین سیمهای خارجی و قسمتهای بزمین بسته شده است ، و ۳۸۰ ولت به عنوان ولتاژ همبستگی بین سیمهای خارجی تلقی می گردد .

فشار قوی سطح ولتاژ (KV)	نوع جریان			
	جریان متناوب		جریان مستقیم	
	تعداد سوانح	قسمت %	تعداد سوانح	قسمت %
تاری 3	216(10)	8,2(2,6)	55(1)	21,7(16,7)
> 3-6 سری	449(49)	17,0(12,6)	41(1)	16,1(16,7)
> 6-10 سری	567(58)	21,4(14,9)	31(0)	12,2(0)
> 10-20 سری	1091(225)	41,2(57,8)	26(0)	10,2(0)
> 20-30 سری	166(16)	6,3(4,1)	47(0)	18,5(0)
> 30-110 سری	105(28)	4,0(7,2)	48(4)	18,9(66,6)
> 110-400 سری	17(0)	0,6(0)	2(0)	0,8(0)
> 400 سری	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
نامشخص	37(3)	1,3(0,8)	4(0)	1,6(0)
مجموعاً "	2648(389)	100(100)	254(6)	100(100)

جدول (۵) - تقسیم بندی سوانح برق فشار قوی بر حسب رده یا سطح ولتاژ و نوع جریان

(اطلاعات بدست آمده از سال ۱۹۶۹ تا ۱۹۷۸ ، تقریباً " ۱۰ سال) .

اعداد داخل پرانتز سوانح مرکب را نشان می دهند .

فزون بر آنچه گفته شد ، مرگباری سوانح برق مربوط به غیر متخصصان در هر دو گستره ولتاژ بطور

متوسط تقریباً " ۵۰٪ بیشتر است از سوانح برق مربوط به متخصصان (جدول ۶) .

محدوده ولتاژ	سوانح برق مربوط به متخصصان برق			سوانح برق مربوط به غیر متخصصان		
	تعداد سوانح	سهمیه %	سهمیه سوانح مملك %	تعداد سوانح	سهمیه %	سهمیه سوانح مملك %
فشار ضعیف	18069 (203)	91,4 (49,0)	1,1	12012(247)	91,8 (57,0)	2,1
فشار قوی	1700 (211)	8,6 (51,0)	12,4	1072(186)	8,2 (43,0)	17,4
مجموعاً"	19769 (414)	100 (100)	2,1	13084(433)	100 (100)	3,3

جدول (۶) - تقسیم بندی بر حسب گستره های ولتاژ (اطلاعات بدست آمده از - سال ۱۹۶۹ تا ۱۹۷۸، تقریباً " ۱۰ سال) اعداد داخل پرانتز سوانح مرکب را نشان می دهند .

۳- وضعیت سوانح برق گرفتگی در ایران :

در ایران ، آمارهای وزارت کار ، بویژه آمار حوادث و سوانح کار در سال ۱۳۶۹، نیک نشان می دهد که برق گرفتگیهای (مرکب) عمدتاً " از جانب افرادی است در گستره ۲ سنی از ۲۴ تا ۳۴ سال . همین آمار به خوبی می نمایاند که مسبب بروز سوانح کار عمدتاً " افراد بی سواد و کم سوادند . جالب است اشاره گردد که آمارهای وزارت کار ، سال ۱۳۶۹، نشان می دهد که درسخواندگان و دانش آموختگان ، بویژه دارندگان دانشنامه لیسانس و فراتر از آن ، ندرتاً " در بروز حوادث و سوانح کار مقصر بوده اند . آمارهای حوادث کار ، ما را یاری می کند تا سخن زیر را به کرسی بنشانیم :

دانش و تجربه کمتر	حوادث و سوانح بیشتر
دانش و تجربه بیشتر	حوادث و سوانح کمتر

نگارندگان مقاله ، با بررسی آمارها و تأمل در علت بروز حوادث ، بویژه سوانح برق ، و مطالعه روشهای ایمنی ، یکی از روشهای نوین را که از شمار خطرات برق گرفتگی ، خصوصاً " در خانه ها و کارخانه ها ، بطور جدی می گاهد ، در زیر معرفی می نمایند :

۴- روشهای پیشگیری و کاهش حوادث برق‌گرفتگی :

باتوجه به آمار و ارقامی که قبلاً " ارائه کردید بررسی روشهای کاهش حوادث و توجه بدانها می‌تواند نقش بسیار مهم و ارزنده‌ای در تلفات انسانی و خرابی تجهیزات اینا نماید . بطورکلی ایمن عوامل را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی نمود :

۴-۱- کلید خودکار ایمنی برای حفاظت جان انسان : کلید خودکار ایمنی ، جان انسان را در برابر

خطرات زیر محافظت می‌کند :

۱) اضافه بار و اتصال کوتاه ،

۲) تماس مستقیم با سیم برق‌دار ،

۳) تماس مستقیم با ولتاژ تماسی زیاد ،

۴) هرگونه عیب و نقص و کاستی در عایق‌بندی سیم‌وسط ،

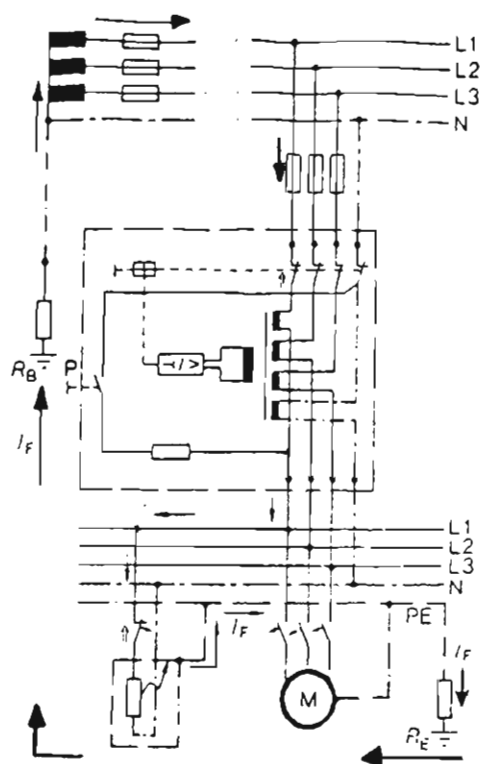
۵) خطر آتش‌سوزی .

۴-۲- حفاظت در برابر آتش‌سوزی ناشی از اتصالی به زمین : در کارخانه‌هایی که احتمال خطر آتش‌سوزی

وجود دارد ، کانون مهندسان برق آلمان (= فا ۰۱۰۰) پیشنهاد می‌کند : برای سیم‌کشی از سیم یا کابابل با پوشش پلاستیکی نسوز استفاده شود . سودجستن از سیمهای دیگر ، تنها هنگامی مجاز است ، که از کلید خودکار ایمنی ، با جریان نامی خطا به مقدار حداکثر ۵/۰ آمپر ، استفاده شود .

۴-۳- شیوه کار کلید خودکار ایمنی : کلید خودکار ایمنی از طریق يك ترانسفورماتور جمع‌زن جریان

جریان اتصالی جاری شده به سوی میل زمین راه‌پار می‌کند . در حالت عادی ، مجموع جریانهای که سوی وسیله برقی (برای نمونه : ماشین رختشویی) جاری می‌شود برابر است با مجموع جریانهای بازگشت (از سوی وسیله برقی) . ولی در حالت بروز هرگونه اتصالی ، جریانی جزئی جاری می‌شود ، که جریان خطایا جریان عیب نامیده می‌شود . این جریان از بدنه فلزی وسیله برقی معیوب عبور کرده و از طریق زمین به سوی ترانسفورماتور نیرو (شبکه بیکران) باز می‌گردد .



شکل ۱- مدار کلید خودکار ایمنی و مدار جریان اتصالی •

اکنون دیگر میدانهای آهنربایی (= مغناطیسی) جریانهای رفت و برگشت، اثر یکدیگر را به طور کامل خنثا نمیکنند • و بدینسان یک میدان آهنربایی تفاضلی بوجود می آید • این میدان در سیم پیچ ثانویه ولتاژی القا می کند که این ولتاژ می تواند رله را تحریک کند • با تحریک شدن رله کنتاکتهای کلید بیدرنگ قطع خواهند شد (شکل ۱) • این کنتاکتها هنگام وصل کردن مدار به یکدیگر اتصال داده می شوند •

گفتنی است که بتازگی دوشاخه ایمنی نیز ساخته شده است • این دوشاخه به کنتاکست محافظ (= شوکو) و کلید خودکار ایمنی ، مجهز است • بر اثر بروز هرگونه اتصالی و جاری شدن جریان خطا ، دوشاخه ایمنی می تواند مدار را باگشودن تمام قطبی کنتاکتها در ظرف (کمتر از) ۳۰ میلی ثانیه قطع کند •

هـ نتیجه :

شمار سوانح برق . همانسان که پیشتر گفته آمد، مثلا " درکشور آلمان از سال ۱۹۶۹ تا ۱۹۷۹ تقریبا " ۱۹٪ کل سوانح کار بوده است . گفتنی است که درایران ، شمار سوانح برق در سال ۱۳۶۹ دقیقا " ۶۹٪ کل سوانح کار بوده است . و این رقم در مقایسه با آمار سوانح برق آلمان، که شبکه برق آن با آهنگ تندتری روبه گسترش است، برآستی دهشتناک است .

گفتنی است که برقگرفتگی درخانه‌ها و کارخانه‌ها به مراتب بیشتر است از سوانح برق پستهای فشار قوی و فشار ضعیف .

نگارندگن مقاله حاضر توصیه می‌کنند که خانه‌های مردمان را که جز یک فیوز ساده هیچگونه حفاظتی ندارد، بوسیله کلید خودکار ایمنی به خانه‌هایی ایمن بدل سازیم .

۶ منابع :

- ۱- دکتر محمدباز قلععه ، بررسی اثرات ناشی از برق گرفتگی ، مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس بین‌المللی برق ، توانیر ، آبان ۱۳۶۹ ، تهران .
- ۲- دکتر حمید لسانی ، جزوه درس ایمنی در برق ، دانشکده برق .
- 3- H.D. Junge; Lexikon Elektrotechnik, Physik- Verlag, 1978.
- 4- A. Hoesl: Elektroinstallationen auf Baustellen , Richard Pflaum, Muenchen.
- 5- K.Brinkmann, H. Schaefer, Der Elektrounfall, Springer- Verlag , 1982.