

بررسی لزوم حفاظت

ساختمان‌های ایران در مقابل رعد و برق

دکتر مهرداد عابدی

استادیار دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مهندس بهروز وحیدی

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۱ - چکیده

در این مقاله نظر به صدمات ناشی از برخورد صاعقه به ساختمانها، سعی بر آن است که با توجه به آمارهای مدون و موجود مربوط به تعداد روزهای رعد و برقی در سال که توسط اداره هواشناسی کل کشور در طی سالهای ۱۹۶۵ تا ۱۹۷۵ آماربرداری شده است و همچنین استفاده از رابطه تجربی پیشنهادی مناسب با شرایط ایران، تعداد صاعقه‌های برخوردکننده به زمین محاسبه و از روی آن منحنی‌های تعداد صاعقه‌های برخوردکننده به زمین (۱) (NLFG) برای تمام مناطق کشور رسم گردد. با استفاده از منحنی‌های NLFG، تعداد احتمالی صاعقه‌های اصابت‌کننده به ساختمانها در مناطق مختلف کشور و همچنین ضریب ریسک برای این مناطق به دست می‌آید. با توجه به این محاسبات می‌توان درباره لزوم حفاظت ساختمانها در نقاط مختلف کشور تصمیم‌گیری نمود.

Protection of Buildings Against Lightning In Iran

M, ABEDI, Ph, D.

&

B, VAHIDI, B,Sc
Elect. Eng. Dept Amirkabir Univ. of Tech.

ABSTRACT

In this paper the authors have tried to find the Number of Lightning Flashes to the Ground Map (NLFG) for Iran in order to find the risk factors for different part of Country. With this Map one should estimate the necessity of building protections against lightning, if the risk factor is greater than 10^{-5} for those area.

روابط اخیر صرفاً " بستگی Ng و T را نشان می‌دهد که دقت آنها مورد شک است زیرا تحقیقات انجام شده بستگی Ng به عرض جغرافیایی (Y) (λ) را نشان می‌دهد. در سال ۱۹۶۲ آقای Pierce رابطه زیر را پیشنهاد کرده است:

$$Ng = (0.1 + 0.35 \sin \lambda) (0.4 \pm 0.2) T \quad (4)$$

در این مقاله با بررسی این رابطه بر روی شرایط کشورهای انگلستان، سوئد و استرالیا که هم منحنی‌های ایزوکرونیک و هم اطلاعات مربوط به Ng در دسترس می‌باشد [۲ و ۶] دریافت شد که رابطه زیر دقت بهتری را داراست و برای ایران نیز از این رابطه برای ایستگاه‌های مختلف هواشناسی استفاده شده است.

$$Ng = 0.2 T (0.1 + 0.35 \sin \lambda) \quad (5)$$

با توجه به آمارهای اداره هواشناسی کل کشور و داشتن تعداد روزهای رعد و برقی در سال برای هر ایستگاه (T) مقدار Ng برای ۳۹ ایستگاه موجود در سراسر کشور به دست آمده است، با توجه به این محاسبات منحنی‌های NLFG ترسیم می‌گردد (شکل ۱). در این شکل خطوط تراز رسم شده بر روی نقشه ایران نشان دهنده مناطق با Ng یکسان است.

۴ - محاسبه احتمال اصابت صاعقه و ضریب ریسک

تعداد احتمالی صاعقه‌های برخوردکننده به ساختمان در سال (P) از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$P = A_c(Ng)(10^{-6}) \quad (6)$$

که در آن A_c سطح جمع‌کننده (۸) برحسب مترمربع و Ng تعداد صاعقه‌های اصابت‌کننده به زمین به هر کیلومتر مربع در هر سال می‌باشد.

برای یک ساختمان مکعب مستطیلی A_c اینچنین به دست (شکل ۲).

حفاظت ساختمانهای مرتفع در برابر اصابت صاعقه برای ایجاد ایمنی لازم و جلوگیری از صدمات ناشی از آن موضوعی است که احتیاج به بررسی‌های فنی و اقتصادی دارد. اکثر صاعقه‌های اصابت‌کننده به ساختمانهای با ارتفاع متوسط (بین ۱۵ تا ۲۰ متر) به خاطر شکل‌گیری شاخه پیشرونده (۲) پلهای به سمت پایین با بار منفی از طرف ابر می‌باشد. وقتی شاخه پیشرونده به سمت پایین به فاصله مشخصی از زمین رسید، شاخه پیشرونده با بار مثبت از سوی ساختمان به طرف بالا شکل می‌گیرد با بهم رسیدن این دو شاخه پیشرونده، فرایند تخلیه آغاز می‌شود، این فاصله مشخص را فاصله اصابت می‌نامند (۳) می‌نامند و باید دانست، این فاصله بستگی به جریان ناشی از صاعقه یعنی بار موجود دارد و هرچه این بار زیادتر باشد، فاصله اصابت نیز بزرگتر است [۴] با توجه به این نکات نتیجه می‌شود که هرچه فاصله اصابت بیشتر باشد از فاصله دورتری بین شاخه‌های پیشرونده از سوی ابر و از طرف زمین، شکست نهایی رخ می‌دهد و بالمال امکان اصابت صاعقه به ساختمان بیشتر است. درباره این مطلب آقایان Horvath, Wagner, Golde و Erikson پیشنهادات ارزنده‌ای ارائه داده‌اند [۴].

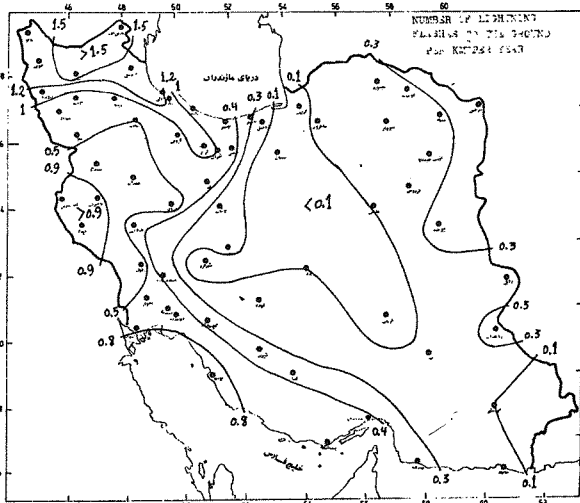
در مورد اصابت صاعقه به ساختمانهای مرتفع (بیش از ۲۰ متر) باید گفت که احتمال برخورد صاعقه به آنها بیشتر بوده و همچنین این ساختمانها منشاء تعداد بیشتری از شاخه‌های پیشرونده به سمت بالا (۴) خواهند بود. این نوع، تخلیه نخستین بار بر روی ساختمان - Empire State در نیویورک مشاهده و سپس بر روی دو دکل مخابراتی در San-Salvatore دیده شده است. در این دو واقعه تمامی شاخه‌های پیشرونده از بالاترین نقطه ساختمان آغاز شده است. البته در برخی حالات اصابت صاعقه به نقاط پایین تر ساختمانهای بلند نیز دیده شده است که حدس زده می‌شود، منشاء این اصابت‌ها شاخه‌های پیشرونده به سمت پایین (۵) باشند.

تعداد صاعقه‌های اصابت‌کننده به زمین از طریق سنجش آماری به دست می‌آید و از روی آن منحنی‌های NLFG که نمایانگر تعداد صاعقه‌های برخوردکننده به زمین در هر کیلومتر مربع در یکسال برای مناطق مختلف می‌باشد، حاصل می‌گردد. متأسفانه در ایران آماری در مورد تعداد صاعقه‌های برخوردکننده به زمین (Ng) وجود ندارد. بالنتیجه در این مقاله با استفاده از تعداد روزهای رعد و برقی در سال (T) مربوط به ایستگاه‌های مختلف هواشناسی و استفاده از رابطه تجربی مناسب، تعداد صاعقه‌های برخوردکننده به زمین برای هر کیلومتر مربع در هر سال (Ng) محاسبه گردیده است. تا منحنی‌های NLFG برای کل کشور به دست آید. با توجه به منحنی‌های مذکور و تعیین ضریب ریسک (۶) می‌توان به لزوم حفاظت ساختمانها در برابر رعد و برقی پی برد.

۳ - تعداد صاعقه‌های اصابت‌کننده به زمین در ایران

روابط مختلفی برای بیان ارتباط بین Ng و T توسط افراد مختلف بیان شده است که اکثراً بر اساس اطلاعات به دست آمده در یک منطقه یا کشور خاصی تدوین شده است. اما سه رابطه زیر جنبه کلی‌تری دارند.

- | | |
|------------------------|------------------------|
| Ng=0.19T (BROOKS-1950) | (۱) برای مناطق معتدل |
| Ng=0.13T (BROOKS-1950) | (۲) برای مناطق گرمسیری |
| Ng=0.15T (GOLDE-1966) | (۳) برای مناطق معتدل |



شکل ۱ - منحنی های NLFG کل کشور

$$R_f = PW_f = 1.48.25 \times 10^{-5}$$

در نتیجه پس به سیستم حفاظتی در مقابل رعد و برق نیاز است.

۶- نتیجه

دیدیم که با مرتفع شدن ساختمان، احتمال برخورد صاعقه با آن بیشتر می‌شود که این اثر در محاسبه A_c ملحوظ گشته است و نهایتاً " در محاسبه R_f اثر خود را بروز می‌دهد. مساله دیگر ترسیم منحنی‌های NLFNG مربوط به N_g است که توسط نویسندگان مقاله با استفاده از تجزیه و تحلیل کامپیوتری امارهای اداره هواشناسی کل کشور و با استفاده از نرم افزارهای موجود در دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر انجام گرفته و برای اولین بار در ایران رسم شده است. این منحنی‌ها می‌تواند مورد استفاده طراحان سیستم‌های حفاظتی قرار گیرد و دیدیم برای هر منطقه از کشور رل مهمی در تعیین لزوم استفاده از سیستم‌های حفاظتی ایفا می‌کند.

$$A_c = LW + 2LH + 2WH + \pi H^2$$

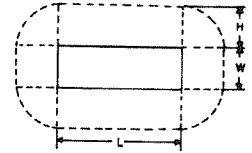
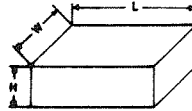
(۷)

که در آن

H: ارتفاع ساختمان

L: طول ساختمان

W: عرض ساختمان



شکل ۲- نحوه محاسبه سطح جمع کننده

پاورقی:

1. Number of Lightning Flashes to the Ground.
2. Leader.
3. Striking Distance.
4. Up ward—Moving Leader.
5. Down ward—Moving Leader.
6. Risk Factor.
7. Latitude.
8. Collection Area.
9. Weighting Factor.

منابع:

1. مهرداد عابدی - بهروز وحیدی - فرامرز رهبر: تعیین منحنی‌های اینترکرونیکی ایران و کاربرد آن در عملکرد خطوط انتقال نیرو - کنفرانس توانیر ۱۳۶۷
2. R. H. Golde, Lightning(book), VOL1, Academic Press, 1977.
3. R. H. Golde, Lightning Protection(book), Edward Arnold, 1973.
4. R. H. Golde, Lightning and Tall Structures, Proc IEE, VOL 125, No4, April 1978.
5. R. E. Valpole and R.H. Myers, Probability and Statistics for Engineers and Scientists(book), Macmillan, 1978.
6. Consultant Hand book, Recommendations for the Protection of Structures against Lightning, Engineering Div, Grown House, U.K.

حال می‌توان ضریب ریسک را این چنین تعریف کرد:

$$R_f = (P)(W_f) \quad (۸)$$

در این رابطه W_f ضریب وزن (۹) کل محسوب شده که از حاصلضرب پنج ضریب وزن دیگر به دست می‌آید.

$$W_f = W_1 W_2 W_3 W_4 W_5 \quad (۹)$$

باید دانست که هر یک از ضریب وزنه‌های پنجگانه فوق وابستگی ضریب وزن کل (W_f) را به شرایط مختلف ساختمان بیان می‌کند. باید دانست:

- W_1 : نشان دهنده نوع استفاده از ساختمان است (کارخانه، بیمارستان، اداره ...)
- W_2 : نمایانگر نوع مصالح به کار گرفته شده در ساختمان می‌باشد (اجر، بتن، اسکلت فلزی ...)
- W_3 : نشان دهنده نوع و ارزش وسایل نصب شده در درون ساختمان است (تجهیزات گران قیمت، یا کم ارزش و ...)
- W_4 : نمایانگر محل احداث ساختمان است (شهر، روستا، جنگل ...)
- W_5 : نشانگر توپوگرافی محل ساختمان می‌باشد (دشت صاف، کوهستانی و ...)

ضریب وزنه‌های پنجگانه فوق‌الذکر در استانداردهای کشورهای مختلف آمده است و در این مقاله از استاندارد BS استفاده شده است. پس از محاسبه R_f اگر مقدار آن از 10^{-5} بزرگتر بود، حفاظت در برابر صاعقه الزامی است.

۵- مثال عددی

فرض کنید در شهر آبادان بیمارستانی با ساختمان اجری و سقف آسفالتی در منطقه‌ای تجاری با ابعاد زیر ساخته شده باشد.

از شکل (۱) برای آبادان داریم: $L = 60m$ $H = 15m$ $W = 40m$
از جداول BS6651 [۶] داریم: $N_g = 0.7$

$$W_1 = 1.7 \quad W_2 = 1.7 \quad W_3 = 1 \quad W_4 = 0.4 \quad W_5 = 0.3$$

پس $AC = 610/m^2$

لذا $P = 0.004279$

اما $W_f = 0.3468$

۸۸ / امیرکبیر