



تعیین سرعت باد جهت طراحی خطوط انتقال انرژی الکتریکی بر اساس استاندارد جهانی IEC826

علی اصغر قدیمی زیبا فاخری داریان مریم هدایتی
شرکت خدمات مهندسی برق (مشانیر)
واحد تخصصی امور خطوط
تهران-ایران

واژه‌های کلیدی: سرعت باد مرجع، قابلیت اطمینان، استاندارد IEC826

چکیده

منطقه می‌باشد که باید بطور دقیق و بگونه‌ای انتخاب شود که در سطح قابلیت اطمینان مورد نظر، خط انتقال دچار اشکال نشود. در این مقاله با استفاده از آخرین آمار سرعت باد ثبت شده در ایستگاههای سینوپتیک هواشناسی کل کشور و مطابق با استاندارد جهانی IEC826، سرعت باد مرجع برای طراحی خطوط انتقال نیرو تعیین گردیده و با مشخصه ارائه شده در نقشه پهنه‌بندی مناطق چهار گانه آب و هوایی کشور که در حال حاضر بعنوان دستورالعمل انتخاب شرایط بارگذاری برای خطوط انتقال نیرو مورد استفاده قرار می‌گیرد، مورد مقایسه قرار گرفته است.

در طراحی خطوط انتقال انرژی الکتریکی، موجود بودن مشخصه‌های آب و هوایی واقعی یکی از نیازهای اساسی می‌باشد. شرایط آب و هوایی مناطق مختلف که مسیر خطوط انتقال نیرو از آنها می‌گذرد، نقش تعیین‌کننده‌ای در انتخاب شرایط بارگذاری مناسب، طراحی و محاسبات مکانیکی برای تجهیزات خطوط انتقال نیرو در نتیجه بهینه نمودن مشخصات خط به لحاظ فنی، اقتصادی و تأمین قابلیت اطمینان مورد نظر دارد.

یکی از مهم‌ترین شرایط آب و هوایی مؤثر در طراحی خطوط انتقال نیرو، سرعت باد

بستگی به اهمیت خط و مسیر عبور آن دارد، انجام می‌شود.

با توجه به بخشنامه وزارت نیرو جهت حذف حریم درجه دو با تقویت برجهای مورد استفاده و تأکید آن بر استفاده از استاندارد IEC826 جهت تعیین باد مرجع [۱]، در این مقاله سعی گردیده برای اطمینان خاطر طراحان خطوط انتقال نیرو، انتخاب مشخصه حداکثر سرعت باد بر اساس روش ارائه شده در این استاندارد مورد ارزیابی قرار گیرد. بر اساس روش ارائه شده در این استاندارد، با در دسترس بودن آمارهای سرعت باد ثبت شده در ایستگاههای سینوپتیک هواشناسی و با استفاده از روشهای آمار و احتمالات، حداکثر سرعت باد منطقه و میزان احتمال بروز آن مشخص می‌شود و می‌توان با توجه به اهمیت منطقه و خط انتقال، سرعت باد مناسب را انتخاب نمود (همچنانکه در بخشنامه وزارت نیرو تأکید شده است که در داخل و محدوده حومه شهرها باد با دوره بازگشت ۵۰۰ ساله جهت طراحی استفاده شود).

۲- تعیین سرعت باد بیشینه جهت طراحی خط انتقال

در طراحی خطوط انتقال نیرو، موجود بودن مشخصه‌های آب و هوایی واقعی یکی از نیازهای اساسی می‌باشد. شرایط آب و هوایی مناطق مختلف که مسیر خطوط انتقال نیرو از آنها می‌گذرد نقش تعیین‌کننده‌ای در انتخاب شرایط بارگذاری مناسب، طراحی و محاسبات مکانیکی برای تجهیزات خطوط انتقال نیرو و در نتیجه بهینه نمودن مشخصات خط به لحاظ فنی، اقتصادی و تأمین قابلیت اطمینان مورد نظر دارد. بدلیل در دسترس نبودن آمار هواشناسی دقیق و جامع، انتخاب شرایط بارگذاری بر مبنای خطوط انتقال موجود یا آمار

در تجزیه و تحلیل قابلیت اطمینان سیستم‌های پیچیده مانند نیروگاهها، پستها و خطوط انتقال انرژی مسائل حل نشده بسیاری وجود دارد. یکی از مسائل بسیار مهم، ارزیابی اثرات مربوط به شرایط محیطی در قابلیت اطمینان کارکرد این سیستم‌ها می‌باشد. هر سازه‌ای که در سیستم‌های مختلف بکار گرفته می‌شود ممکن است در اثر بروز حوادث طبیعی دچار اختلال در عملکرد شود که حوادث طبیعی یاد شده می‌توانند به علت‌های سریع یا بارهای ضربه‌ای (Impact) مربوط باشند و در کوتاه مدت اتفاق بیفتند و یا اینکه اختلال در عملکرد سازه به بارهای پیوسته (Continues) مربوط بوده و در طول زمان بوقوع پیوندد.

در این مقاله بحث بر روی نحوه عملکرد و قابلیت اطمینان خطوط انتقال در اثر بارهای ضربه‌ای سریع می‌باشد. یکی از موارد بسیار مهم در طراحی خطوط انتقال انرژی، ارزیابی اثر وزش باد بر روی برجها، هادیها و سایر قسمت‌های خط می‌باشد که در این امر باید سازه‌ها بگونه‌ای طراحی شوند که بتوانند در صورت بروز باد، با قابلیت اطمینان مورد نظر کار کرده و دچار مشکلی نشوند.

در طراحی خط انتقال، ابتدا با توجه به آمار هواشناسی منطقه باید سرعت سریعترین باد تعیین شود و جهت طراحی خط سرعت فوق استفاده شود تا اینکه با درصد قابلیت اطمینان خاصی که بستگی به اهمیت خط و مسیر عبور خط دارد، طراحی انجام شود.

در حال حاضر معیار طراحی خطوط انتقال نیرو برای حداکثر سرعت باد، استفاده از مشخصه‌های ارائه شده در نقشه پهنه‌بندی مناطق چهارگانه آب و هوایی کشور یا با توجه به آمار هواشناسی منطقه و بطور تجربی و با در نظر گرفتن درصد قابلیت اطمینان خاصی که

هواشناسی پراکنده بوده است و در بعضی موارد از استانداردهای طراحی بین‌المللی استفاده می‌شود. لذا با جمع‌آوری اطلاعات و آمار هواشناسی موجود در سطح کشور و پردازش آنها، نقشه پهنه‌بندی آب و هوایی کشور تهیه گردیده است که در چهار منطقه سبک، متوسط، سنگین و فوق‌سنگین می‌توان طراحی و بارگذاری خطوط را انجام داد [۲]. در این مقاله با اضافه کردن آمارهای هواشناسی سرعت باد در مناطق مختلف کشور و با استفاده از استاندارد IEC826 قصد داریم که سرعت باد مناسب جهت طراحی خطوط انتقال را با توجه به این استاندارد جهانی تعیین کنیم. اما قبل از این کار باید به بررسی نحوه تعیین سرعت باد پیشینه بپردازیم.

۳- نحوه ثبت حداکثر سرعت باد [۳]

در انتخاب حداکثر سرعت باد هر منطقه جهت طراحی برج انتقالی که در آنجا نصب می‌شود، فاصله زمانی سرعت باد اندازه‌گیری شده منطقه باید مشخص باشد. بدین منظور سرعت و جهت وزش باد، همچنین تند بادهای لحظه‌ای و بادهای شدید دائمی از پارامترهای مهم طراحی می‌باشند. آمار ثبت شده هواشناسی در مورد حداکثر سرعت باد بصورت‌های زیر می‌تواند باشد:

۱-۳- حداکثر سرعت باد متوسط در ساعت

این سرعت باد از اندازه‌گیری تعداد کیلومتر باد که در یک ساعت از منطقه عبور می‌کند بدست می‌آید. حداکثر سرعت ثبت شده در یک روز برای چنین بادی بعنوان حداکثر سرعت باد متوسط در ساعت در نظر گرفته می‌شود.

۲-۲- حداکثر سرعت باد ساعتی

باد ساعتی شامل سرعت باد متوسط یک دقیقه‌ای است که در طی ۱۰ دقیقه قبل از ساعت مشاهده می‌شود. حداکثر سرعت باد مشاهده شده در طی این مدت بعنوان حداکثر سرعت باد ساعتی ثبت می‌شود.

۳-۳- حداکثر سرعت باد سه ساعت

این سرعت باد در واقع سرعت باد ساعتی است که هر سه ساعت یکبار اندازه‌گیری می‌شود و نمی‌تواند گویای سرعت باد واقعی باشد. این اندازه‌گیری در حال حاضر کاربرد زیادی ندارد و در گذشته بدلیل محدودیت‌های دستگاههای اندازه‌گیری مورد استفاده قرار می‌گرفته است.

۴-۲- بیشترین سرعت در کیلومتر

بیشترین سرعت باد در کیلومتر در واقع آمار سرعت باد ثبت شده توسط دستگاه آنومومتر برای هر روز می‌باشد. در مورد یکسال، آمار مشاهدات ۳۶۵ روز مبنای تعیین سرعت قرار می‌گیرد.

۵-۳- بیشترین سرعت دقیقه‌ای

حداکثر سرعت باد دقیقه‌ای میانگین یک دقیقه‌ای سرعت باد را در هر بازه زمانی و روز نشان می‌دهد. در طراحی، این اندازه‌گیری بهترین نوع می‌باشد ولی متأسفانه در بسیاری از ایستگاههای هواشناسی این سرعت باد ثبت نمی‌شود.

۶-۳- سرعت باد میانگین

همانطور که از نام این باد مشخص است سرعت باد میانگین، متوسط سرعت‌های ثبت شده در طی یک دوره مشخص می‌باشد. در ایستگاههای هواشناسی این سرعت باد بصورت متوسط ماهانه ارائه می‌شود.

این سرعت باد، سرعت باد حداکثر لحظه‌ای است که در بعضی ایستگاهها هر ۲ یا ۸ ثانیه (بسته به دقت دستگاه آنومومتر) اندازه‌گیری شده و توسط ثبات ذخیره یا ترمیم می‌شود. هر یک از سرعتهای تعریف شده در بالا در صورت در دسترس بودن، با روابطی قابل تبدیل به حداکثر سرعت باد جهت طراحی سازه‌ها می‌باشند.

۴-محاسبه قابلیت اطمینان

هر سیستم نظیر خط انتقال دارای یک خواسته است. خواسته کاری است که مصرف‌کننده آنرا از سیستم می‌خواهد و برعکس خطاها (Failures) شرایطی هستند که مانع می‌شوند که سیستم خواسته را برآورده کند و نیز قابلیت اطمینان احتمال آنست که سیستم خواسته را برآورده کند یا اینکه خطاها نتوانند در عملکرد صحیح سیستم اختلال ایجاد کنند. همچنین باید دانست که قابلیت اطمینان به خواسته مصرف‌کننده بستگی داشته و صحبت از آن بصورت خاصیت ذاتی سیستم بی‌معنی است [۴]. در بحث قابلیت اطمینان دو واژه "قدرت" که مربوط به استقامت تجهیزات در برابر حوادث مختلف و "بار" یا "تنش" که مربوط به شدت حادثه پیش آمده برای تجهیزات می‌باشد، مطرح هستند. این دو مفهوم در این مقاله به ترتیب با حروف R و Q مشخص خواهند شد.

اما مطالعه سیستم‌های مختلف بدین نتیجه منجر می‌شود که تقریباً تمامی متغیرهای قابل اندازه‌گیری بصورت تصادفی تغییر می‌کنند و در نتیجه نگرش دقیق برای تجزیه و تحلیل قابلیت اطمینان روی آوردن به روشهای آمار و احتمالات می‌باشد.

در ابتدا تعاریفی دیگر را بررسی می‌کنیم که در محاسبه قابلیت اطمینان مورد استفاده می‌باشد:

الف) ضریب تغییرات (COV)

نسبت انحراف معیار به مقدار میانگین داده‌ها ضریب تغییرات نامیده می‌شود. برای قدرت و تنش ضریب COV جداگانه با زیرنویسهای R و Q قابل تعریف است [۵].

ب) دوره بازگشت حوادث طبیعی

میانگین مدت زمانی بازگشت حادثه‌ای طبیعی بادامنه مشخص را می‌گویند. در اینجا دوره بازگشت را با حرف T نشان خواهیم داد. عکس دوره بازگشت احتمال تجاوز حادثه از مقدار معین در یک سال را بیان می‌کند [۵].

ج) قابلیت اطمینان

احتمال آنکه یک سیستم خواسته مورد نظر را تحت شرایط مختلف در یک مدت زمانی مشخص انجام دهد قابلیت اطمینان سیستم نامیده می‌شود [۵].

بنابراین قابلیت اطمینان میزان موفقیت یک سیستم در اجرای خواسته‌ها می‌باشد. عکس قابلیت اطمینان، احتمال خطا (Failure) یا عدم قابلیت اطمینان نامیده می‌شود. برای محاسبه قابلیت اطمینان همواره باید اثر متقابل بارها و عناصر خط انتقال را در نظر گرفت و به روش زیر قابلیت اطمینان را محاسبه نمود:

۴-۱- برای هر نوع از بارهای طبیعی خط

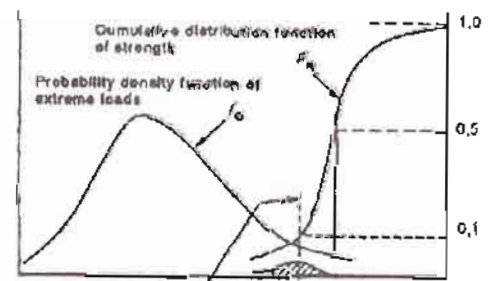
نظیر باد، تابع چگالی احتمال تنش یا بار (fQ) را تعریف می‌کنیم. این تابع بگونه‌ای تنظیم می‌شود که بتواند حداکثر باری که ممکن است در یک محدوده تحت پوشش خط اتفاق بیفتد را منعکس کند [۵].

۲-۴- برای خط انتقال بعنوان یک سیستم تابع چگالی احتمال قدرت (fR) را تعریف می‌کنیم. این تابع معمولاً برای ضعیف‌ترین بخش خط انتقال در مقابل حوادث تعریف می‌شود [۵].

۳-۴- موقعیت نسبی دو منحنی IQ و IR را تعیین می‌کنیم. این موقعیت نسبی می‌تواند توسط رابطه‌ای بصورت زیر تعریف شود: یک تنش با احتمال وقوع 1/T مساوی با قدرت به اندازه ۱۰ درصد محدوده تنظیم می‌شود یا بطور ریاضی:

$$QT = (10\%)R \quad (1)$$

انتخاب دوره بازگشت بار (T) بستگی به درجه قابلیت اطمینان مورد نظر دارد [۵]. شکل (۱) این توابع و نحوه محاسبه قابلیت اطمینان را نشان می‌دهد.



شکل (۱) رابطه بین قدرت و تنش و نحوه محاسبه قابلیت اطمینان

می‌توان نشان داد که معادله (۱) به قابلیت اطمینان با درجه $(1-1/2T)$ می‌انجامد و این درجه به تیزی منحنی قدرت و تنش و پراکنندگی آنها بستگی ندارد.

اما قابلیت اطمینان با توجه به منحنی‌های بالا در حالت کلی با رابطه (۲) قابل محاسبه است:

$(Q < R)$ احتمال $= P_s =$ قابلیت اطمینان

$$= 1 - \int_{-\infty}^{+\infty} f_Q F_R \approx 1 - \frac{1}{2T} \quad (2)$$

اما خطوط انتقال طراحی شده با استاندارد IEC826 دارای حداقل قابلیت اطمینان سالیانه $P_s = 1 - 1/2T$ می‌باشند در این حالت دوره بازگشت بار طراحی مساوی $T = 1/2(1 - P_s)$ خواهد بود.

جدول (۱) Ps و T را برای سطوح قابلیت اطمینان مرسوم بیان می‌کند [۵].

جدول (۱) : سطوح قابلیت اطمینان مرسوم

قابلیت اطمینان سالانه (ps)	۱-۱/۱۰۰	۱-۱/۳۰۰	۱-۱/۱۰۰۰
دوره بازگشت بر حسب سال (T)	۵۰	۱۵۰	۵۰۰

۵- بررسی قابلیت اطمینان خطوط انتقال انرژی و تعیین سرعت باد طراحی بر اساس استاندارد جهانی IEC826 [۵]

استاندارد IEC826 قابلیت اطمینان خطوط انتقال نیرو را در سه سطح مختلف به صورت زیر تعریف می‌کند:

I- حداقل سطح قابلیت اطمینان خط که دوره بازگشت باد شدید ۵۰ سال و احتمال تجاوز سالیانه سرعت باد از آن ۲ درصد می‌باشد. این قابلیت اطمینان برای همه خطوط طراحی شده باید رعایت شود.

II- سطح قابلیت اطمینان خط برای کلیه خطوط ۲۳۰ کیلوولت و بالاتر و همچنین خطوط با ولتاژ کمتر که تنها منبع تغذیه بار در یک منطقه باشند. در این سطح قابلیت اطمینان دوره بازگشت باد شدید ۱۵۰ سال و احتمال تجاوز سالیانه سرعت باد از این مقدار ۰,۷ درصد می‌باشد.

III- سطح قابلیت اطمینان خط برای خطوط انتقال نیروی ۲۳۰ کیلوولت و بالاتر در صورتیکه تنها منبع تغذیه بار در منطقه بوده و در این سطح، دوره بازگشت باد شدید ۵۰۰ سال و احتمال تجاوز سالیانه سرعت باد ۰,۲ درصد می باشد.

پس از تعیین دوره بازگشت سرعت باد شدید بایستی حداکثر سرعت باد سالیانه منطقه بر اساس آمارهای هواشناسی جمع آوری و

میانگین و انحراف معیار آنها محاسبه گردد. با استفاده از جدول (۲) موجود در استاندارد IEC826 سرعت باد شدید (Vm) بدست می آید.

در این جدول N تعداد سالهایی است که آمار سرعت باد در منطقه موجود بوده و T دوره بازگشت باد و COV نسبت انحراف معیار به متوسط سرعت سالیانه می باشد.

جدول (۲): نسبت سرعت باد طراحی به سرعت میانگین باد

COV	T	Reliability Level I						Reliability Level II						Reliability Level III					
		50						150						500					
		N	10	15	20	25	50	inf.	10	15	20	25	50	inf.	10	15	20	25	50
5%		1.18	1.17	1.16	1.15	1.14	1.13	1.24	1.22	1.21	1.21	1.19	1.17	1.3	1.28	1.27	1.26	1.24	1.22
7.5%		1.27	1.25	1.24	1.23	1.22	1.19	1.36	1.33	1.32	1.31	1.29	1.26	1.45	1.42	1.4	1.39	1.37	1.33
10%		1.36	1.33	1.32	1.31	1.29	1.26	1.48	1.44	1.42	1.41	1.38	1.35	1.6	1.56	1.54	1.52	1.49	1.44
12%		1.43	1.4	1.38	1.37	1.35	1.31	1.57	1.53	1.51	1.49	1.46	1.41	1.72	1.68	1.64	1.62	1.59	1.53
15%		1.54	1.5	1.48	1.46	1.43	1.39	1.71	1.66	1.63	1.62	1.58	1.52	1.9	1.84	1.8	1.78	1.73	1.66
16%		1.57	1.53	1.51	1.49	1.46	1.41	1.76	1.7	1.68	1.66	1.61	1.55	1.96	1.89	1.86	1.83	1.78	1.7
20%		1.72	1.66	1.64	1.62	1.58	1.52	1.95	1.88	1.84	1.82	1.77	1.69	2.2	2.12	2.07	2.04	1.97	1.88
25%		1.9	1.83	1.79	1.77	1.72	1.65	2.19	2.1	2.05	2.03	1.96	1.86	2.51	2.4	2.34	2.3	2.22	2.1
30%		2.08	2	1.95	1.93	1.87	1.78	2.43	2.32	2.27	2.23	2.15	2.04	2.81	2.68	2.61	2.56	2.46	2.32
35%		2.26	2.16	2.11	2.06	2.01	1.91	2.66	2.54	2.48	2.44	2.34	2.21	3.11	2.96	2.87	2.82	2.71	2.54
40%		2.43	2.33	2.27	2.24	2.16	2.04	2.9	2.76	2.69	2.64	2.54	2.36	3.41	3.23	3.14	3.08	2.95	2.76
45%		2.61	2.49	2.43	2.39	2.3	2.17	3.14	2.98	2.9	2.85	2.73	2.55	3.71	3.51	3.41	3.34	3.2	2.98
50%		2.79	2.66	2.59	2.54	2.44	2.3	3.38	3.2	3.11	3.05	2.92	2.73	4.01	3.79	3.68	3.6	3.44	3.2
55%		2.97	2.93	2.75	2.7	2.59	2.43	3.61	3.42	3.32	3.26	3.11	2.9	4.31	4.07	3.94	3.86	3.68	3.42
60%		3.15	2.99	2.91	2.85	2.73	2.56	3.85	3.64	3.53	3.46	3.3	3.07	4.61	4.35	4.21	4.12	3.93	3.64
65%		3.33	3.16	3.07	3.01	2.88	2.68	4.09	3.86	3.74	3.67	3.5	3.25	4.91	4.63	4.48	4.38	4.17	3.86

جدول (۳): نسبت باد شدید به متوسط حداکثر بار سالیانه برای یک منطقه نمونه

نسب باد شدید به متوسط حداکثر بار سالیانه	احتمال تجاوز سالیانه	دوره بازگشت باد شدید به سال	سطح قابلیت اطمینان
۱,۳۸	٪۲	۵۰	I
۱,۵۱	٪۰,۷	۱۵۰	II
۱,۶۴	٪۰,۲	۵۰۰	III

از طرفی هر خط در مسیر خود از مناطق مختلفی عبور می کند و موانع طبیعی موجود

بعنوان مثال چنانچه از بررسی آمار هواشناسی یک منطقه COV مساوی ۱۲ درصد بوده و آمار هواشناسی برای مدت ۲۰ سال در دسترس بوده باشند بر اساس اعداد جدول (۲) نسبت سرعت باد شدید به متوسط سرعتهای حداکثر سالیانه، مطابق جدول (۳) خواهد بود.

مطابق این جدول، مشخص است که با افزایش سطح قابلیت اطمینان، سرعت باد طراحی افزایش می یابد ولی نسبت بالاترین سرعت به کمترین سرعت خیلی بالا نمی باشد.

در مسیر باعث تغییر سرعت باد در آنجا می شوند. طبق این استاندارد سرعت مرجع باد برای طراحی خط از رابطه $VR=KR*Vm$ بدست می آید که KR ضریب ناهمواری زمین می باشد و مقدار آن از جدول (۴) بدست می آید.

جدول (۴) مقدار ضریب ناهمواری زمین

KR	نوع ناهمواری ها	کلاس ناهمواری
۱.۰۸	مناطق کاملاً هموار نظیر بیابانها و نواحی ساحلی مطبوع	A
۱.۰۰	مناطق یازیبانها و نواحی محدود نظیر درختهای پراکنده	B
۰.۸۵	مناطق با انواع متعدد و کوتاه	C
۰.۶۷	حومه شهر و مناطق با درختان بلند متعدد	D

در یک خط انتقال که از مسیرهای مختلف نظیر بیابانها، کوهستانها، مناطق شهری و... عبور می کند، انتخاب سرعت باد مرجع جهت طراحی برجهای خط انتقال با توجه به سرعت باد بحرانی ترین نقطه مسیر عبور خط انجام می شود. این ناحیه بحرانی معمولاً بیابانها و مناطق باز مسیر عبور خط می باشد (نواحی با کلاس ناهمواری A یا B).

لذا در نواحی شهری (کلاس D) که بعلت وجود موانع و درختان و ساختمانهای متعدد سرعت باد کمتر از نواحی خارج شهر همان خط می باشد احتمال سقوط برج بسیار پایین تر خواهد بود. (مطابق جدول (۴) سرعت باد در مناطق شهری ۶۷٪ سرعت باد در نواحی باز می باشد).

۶- ارزیابی سرعت باد طبق استاندارد IEC826 برای مناطق مختلف ایران

در این مقاله با استفاده از روش اشاره شده در بخشهای قبل و پس از دریافت آمار حداکثر سرعت باد سالیانه ایستگاههای هواشناسی کل

کشور از سال ۱۹۷۵ تا ۱۹۹۷ میلادی [۶]، محاسبه سرعت باد طراحی برای سه سطح اطمینان با دوره بازگشت ۵۰، ۱۵۰ و ۵۰۰ سال انجام گرفته است که نتایج در جدول (۵) آمده است.

این نتایج فقط برای ایستگاههایی که تعداد مشاهدات آنها حداقل ۱۳ عدد باشد بدست آمده اند و در مناطقی که تعداد مشاهدات کم است امکان محاسبه سرعت باد وجود ندارد.

بامشاهده نتایج بدست آمده از جدول فوق که براساس آمارهای هواشناسی تا سال ۱۹۹۷ می باشد می توان نتیجه زیر را استنتاج کرد:

پهنه بندی آب و هوایی کشور در چهار منطقه سبک، متوسط، سنگین و فوق سنگین و سرعت باد مرجع برای این مناطق که در بیشتر شرکت های مهندسی مشاور مورد استفاده قرار می گیرد، در اکثر موارد دارای سرعت مرجعی است که بالاتراز مقدار محاسبه شده با استفاده از استاندارد IEC826 می باشد و می توان نتیجه گرفت که طراحی با مقادیر دست بالا انجام گرفته است. ولی از این به بعد می توان جهت کاهش هزینه ها، طراحی برج را طبق سرعت بادهای بدست آمده از استاندارد IEC826 در مناطق مختلف اشاره شده در جدول (۵) انجام داد. انتخاب سرعت باد مرجع در هر منطقه با استفاده از نزدیکترین ایستگاههای هواشناسی منطقه انجام می شود و در صورت کم بودن مشاهدات می توان طبق روال گذشته از نقشه پهنه بندی آب و هوایی کشور [۲] استفاده کرد.

در جدول (۵) در بعضی مناطق سرعت باد بسیار زیادی بدست آمده است که علت آن کم بودن داده ها در این مناطق و پراکنندگی بسیار زیاد آنها می باشد. در آمارهای ثبت شده در برخی سالها سرعت باد بسیار زیادی مشاهده می شود که می تواند ناشی از وقوع طوفان باشد. همچنین در بعضی مناطق نیز اعداد سرعت باد بدست آمده کمتر از مقادیر نقشه پهنه بندی

می‌باشد که نشان از دست بالا بودن طراحی‌های قبلی دارد.

در هر صورت با داشتن آمار هواشناسی طی تعداد سالهای زیاد می‌توان به نتایج دقیقتری

دستیابی پیدا کرد. پیشنهاد می‌شود در مناطقی که آمار سرعت باد سالیانه زیادی در دسترس نمی‌باشد محاسبات بار گذاری با استفاده از همان نقشه پهنه‌بندی انجام شود.

جدول (۵) نتایج سرعت باد برای مناطق مختلف کشور

سطح اطمینان نام ایستگاه	I	II	III	سطح اطمینان نام ایستگاه	I	II	III
آبادان	28.79	32.46	36.47	زاهدان	33.82	37.82	42.19
آباده	32.24	35.95	40	زنجان	26.13	29.53	33.22
آبعلی	39.72	46.35	53.7	فردوس	25.14	28.73	32.69
آستارا	32.21	36.83	41.92	نا	36.16	41.22	46.79
آغاچاری	61.93	74.2	88.15	فراخیل قاینشهر	27.76	31.44	35.44
اراک	30.81	35.31	40.29	قزوین	32.64	36.86	41.46
اردبیل	41.62	46.21	51.31	قوچان	17.77	20.06	22.55
ارومیه	32.03	36.65	41.76	سبزوار	25.36	28.36	31.66
اصفهان	35.56	40.19	45.25	سرخس	41.16	48.03	55.65
اهواز	41.74	48.76	56.58	سقز	33.44	37.94	42.85
ایرانشهر	44.92	52.38	60.69	سمنان	27.47	31.96	36.98
بایلسر	49.19	58.87	69.34	سنندج	29.16	32.73	36.64
بجنورد	49.28	55.41	62.09	میرجان	28.94	32.72	36.84
بم	39.75	46.12	53.17	شاهرود	32.44	38.28	44.71
بندر انزلی	35.28	40.01	45.16	شرق اصفهان	30.72	33.47	36.45
بندر عباس	32.97	37.71	42.93	شهرکرد	25.51	28.45	31.68
بندر لنگه	26.94	30.34	34.05	شیراز	34.27	39.14	44.5
بوشهر	26.7	29.76	33.09	طیس	34.91	40.32	46.35
بیرجند	22.29	24.19	26.18	کاشان	29.98	34.67	39.9
پارس آباد مغان	29.39	33.52	38.07	کرج	36.22	41.12	46.48
تبریز	35.83	40.22	45.03	کرمان	56.82	66.12	76.42
تربت حیدریه	28.76	32.3	36.18	کرمانشاه	34.93	40.36	46.42
چاسک	33.14	37.7	42.7	کنارک جابهار	24.42	26.82	29.51
جزیره ابوموسی	22.72	24.7	26.8	گرگان	36.12	42.75	50.02
جزیره کیش	26.3	28.5	30.82	ماکو	32.37	36.1	40.16
چلما	37.49	42.35	47.66	مرغه	39.99	45.35	51.2
چابهار	25.73	29.21	33	مسجد سلیمان	36.61	42.48	48.99
خرم آباد	34	39.32	45.25	مشهد	27.81	31.21	34.95
خوی	36.3	42.12	48.62	مهاباد	24.5	27.02	29.85
تهران (مهرآباد)	26.62	29.34	32.12	میناب	28.03	32	36.36
دوشان تپه	34.78	39.72	45.15	نوشهر	28.68	32.08	35.8
رامسر	31.06	35.38	40.11	همدان (فرودگاه)	28.04	31.1	34.51
رشت	33.92	38.91	44.43	همدان (نورژه)	34.18	38.51	43.25
زابل	27.62	29.41	31.38	یزد	36.31	41.4	47.01

۱- بخشنامه وزارت نیرو به کلیه شرکت‌های برق منطقه‌ای با موضوع "مبانی محاسبات خطوط انتقال"، شماره ۱۱/۵۶۴/۵۷۹/۱۸۶۲، تاریخ ۱۳۸۰/۲/۴

۲- "نقشه پهنه‌بندی مناطق چهارگانه آب و هوایی کشور"، تهیه شده توسط گروه خطوط شرکت خدمات مهندسی برق (مشانیر)

3- Loading and Strength of Transmission line systems. Part2: Designing for wind loads , IEEE PES Winter meeting, New york, January 1977

۴- "محاسبه قابلیت اعتماد و احتمال کارافت سازه های انتقال نیرو"، مرکز تحقیقات نیرو- ۱۳۶۶

5- Loading and Strength of overhead Transmission lines , IEC826 Technical report, second edition, 1999

۶- آمارهای ایستگاههای سینوپتیک کل کشور از سال ۱۹۷۵ تا ۱۹۹۷، انتشارات سازمان هواشناسی کشور

در این مقاله با استفاده از آخرین آمار سرعت باد در مناطق مختلف کشور، سرعت باد مرجع برای طراحی خطوط انتقال نیرو طبق استاندارد IEC826 محاسبه گردیده است. در این محاسبات، بر اساس آمار حداکثر سرعت باد سالیانه (که حداقل باید با توجه به آمار ۱۵ ساله باشد) سرعت بادهای شدید با دوره بازگشت ۵۰، ۱۵۰ و ۵۰۰ سال پیش‌بینی می‌شود و بسته به اهمیت خط انتقال، برای طراحی آن یکی از این بادهای مورد استفاده قرار می‌گیرد.

با توجه به بخشنامه وزارت نیرو جهت حذف حریم درجه دو با تقویت برجهای مورد استفاده و تأکید آن بر طراحی خطوط انتقال بر اساس استاندارد IEC826 و لزوم انتخاب سرعت باد در داخل و حومه مناطق شهری با دوره بازگشت ۵۰۰ ساله، از سرعتهای باد محاسبه شده در این مقاله (جدول ۵)) می‌توان برای طراحی خطوط انتقال نیرو و در جهت عمل به این بخشنامه استفاده کرد.