

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

کارگاه آنلاین  
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

# مقایسه عملکردی پارامترهای آب و هوایی در سه استاندارد ایران، IEC 60826 و ASCE 74 بر روی اجزای خطوط انتقال

مهسا باقری توکانلو ایزد بنی مصطفی عرب

شرکت موندکو ایران

تهران، ایران

هوایی می‌باشد. بیشترین بارهای اعمالی بر روی برج‌های انتقال نیرو از طریق اجزای مختلف خطوط است و تنها استثنا در این مورد بارهای ناشی از گردباد می‌باشد که بر روی سازه برج اعمال می‌گردد. بارهای وارد بر خطوط انتقال نیرو، پدیده‌ها و اتفاقات تاثیرگذار بر روی اجزای خطوط انتقال هستند. به‌طور کلی بارهای وارده بر خطوط انتقال شامل بارهای آب و هوایی، بارهای ویژه (پارگی و ...)، بارهای تعمیر و نگهداری و بارهای قانونی هر کشور (NESC) می‌باشد [1]. بارهای آب و هوایی شامل بارهای حداکثر سرعت باد، حداکثر ضخامت یخ همراه با باد و طوفان‌های بسیار شدید منطقه‌ای و محلی می‌باشد. این‌گونه بارها به شرایط محیطی و اقلیمی منطقه مورد احداث خط انتقال بستگی دارد. بدین ترتیب در نظر گرفتن شرایط واقعی آب و هوایی مناطقی که خطوط انتقال از آنها عبور می‌کند، نقش تعیین‌کننده‌ای در طراحی اجزای کل خط و همچنین هزینه‌های خرید، نصب و اجرا و افزایش قابلیت اطمینان سیستم دارد [2].

در این مقاله، در ابتدا نیروی باد و یخ بر روی اجزای خطوط انتقال براساس سه استاندارد ایران، IEC 60826:2003 و ASCE74:2009 بررسی می‌شود. سپس به آنالیز عددی فشار باد براساس سه استاندارد مذکور برای اسپن‌های ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ متر و با ارتفاع‌های هادی از سطح زمین ۲۰، ۳۰ و ۴۰ متر در انواع مختلف زمین‌ها براساس تراکم عوارض و موانع موجود در منطقه پرداخته می‌شود و بارهای قائم ناشی از وزن یخ برای سیم هاک، کرلو و کنری با ارتفاع‌های ۲۰، ۳۰ و ۴۰ متر هادی از سطح زمین بررسی می‌شود. در پایان، برج آویزی دو مداره در سطح ولتاژ ۲۳۰ کیلوولت (LS2-3) در نرم افزار PLS-Tower مدل شده و اوزان تک خطی برج براساس جداول بارگذاری استانداردهای مذکور براساس سیم هادی تک باندل کنری و اسپن طراحی ۴۰۰ متر بدست می‌آید.

**چکیده** — پارامترهای آب و هوایی یکی از نیازهای اساسی در طراحی خطوط انتقال نیرو می‌باشد. شرایط مختلف آب و هوایی نقش تعیین‌کننده‌ای در طراحی اجزای کل خط و همچنین هزینه‌های خرید، نصب و اجرا دارد. بارهای ناشی از باد و یخ و ترکیب آنها از جمله پارامترهای موثر و مهم آب و هوایی در محاسبات طراحی کشش سیم و محاسبات بارگذاری برج می‌باشد که در صورت تناقض بین مبانی طراحی و شرایط واقعی در محل، کارایی سیستم خطوط انتقال به خطر می‌افتد. بنابراین مدلسازی دقیق دو پارامتر فوق نقش بسزایی در بهینه نمودن مشخصات خط به لحاظ فنی و اقتصادی دارد. براین اساس در صورتی که فشار ناشی از باد بر اجزای خط و نیروی قائم ناشی از وزن یخ در محاسبات طراحی به اعداد واقعی در محل نزدیکتر باشد، خطوط انتقال طراحی شده از قابلیت اطمینان بالاتری برخوردار است. در این مقاله به مقایسه نیروی عرضی باد و وزن قائم یخ در شرایط یکسان در سه استاندارد ایران، IEC 60826:2003 و ASCE74:2009 بر روی اجزای خط پرداخته شده است. همچنین در این مقاله اوزان تک خطی برج براساس بارگذاری حاصل از سه استاندارد فوق بررسی شده است.

**واژه‌های کلیدی** — بارگذاری؛ استاندارد ایران؛ استاندارد IEC  
استاندارد ASCE

## ۱. مقدمه

خطوط انتقال نیرو دارای دو بخش مجزا می‌باشد که شامل برج‌های خطوط انتقال نیرو و سیستم کشش و فلش هادی می‌باشد. وظیفه برج‌های خطوط انتقال تحمل بارهای وارده از طرف سیم در شرایط مختلف آب و

می‌شود و در استاندارد ایران پارامتر نوع زمین برای تعیین نیروی باد در نظر گرفته نمی‌شود.

## ۲. بررسی استانداردهای بارگذاری

در استانداردهای روز دنیا بارهای آب و هوایی در سطوح مختلف

قابلیت اطمینان مطرح می‌شوند. در نتیجه براساس اهمیت و سطح و لثاژ خط، دوره بازگشت بارهای آب و هوایی (T) جهت طراحی بررسی می‌شوند. در استاندارد IEC دوره‌های بازگشت (T) به دوره‌های ۵۰، ۱۵۰ و ۵۰۰ ساله و در استاندارد ASCE به دوره‌های ۲۵، ۵۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ ساله تقسیم می‌شود که در جدول ۱ می‌توان ضرائب افزایشی بارهای آب و هوایی در دوره‌های بازگشت مختلف نسبت به دوره بازگشت ۵۰ ساله برای نیروی باد برای حالت باد شدید و ضخامت یخ در حالت یخ حداکثر را مشاهده نمود [۳] و [۴].

جدول ۱- ضرائب افزایشی قابلیت اطمینان برای استاندارد ایران، IEC و

جدول ۲- نوع زمین در استانداردهای IEC و ASCE

شرح	نوع زمین		
	ایران	ASCE	IEC
مناطق مسطح ساحلی	-	D	A
مناطق هموار با درختان و ساختمان‌های کم	-	C	B
مناطق با تراکم درختان و موانع بالا با ارتفاع کوتاه	-	B	C
مناطق با تراکم درختان و موانع بالا با ارتفاع بلند	-	-	D

مبنای اولیه سرعت باد براساس سه استاندارد فوق برای دوره بازگشت ۵۰ ساله بصورت جدول ۳ می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود برای استاندارد ایران مبنایی برای تعیین سرعت در نظر گرفته نشده است.

جدول ۳- مبنای سرعت باد در ایران، IEC و ASCE

استاندارد	مبنای اندازه‌گیری
ایران	-
IEC	سرعت میانگین ۱۰ دقیقه‌ای در ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین در عارضه B
ASCE	سرعت تندباد ۳ ثانیه‌ای باد در ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین در عارضه C

فشار باد براساس استاندارد ایران:

فشار باد بر حسب نیوتن بر متر مربع ( $N/m^2$ ) براساس استاندارد ایران، از رابطه ۱ محاسبه می‌شود [۵].

$$q_{IR} = 0.6125 \times V_{IR}^2 \quad (1)$$

که در آن،  $V_{IR}$ ، سرعت باد استاندارد ایران می‌باشد.

فشار باد براساس استاندارد IEC60826:2003:

فشار باد بر حسب نیوتن بر متر مربع ( $N/m^2$ ) براساس استاندارد IEC از رابطه ۲ بدست می‌آید [۴].

$$q_{IEC} = \frac{1}{2} \times 1.225 \times (\gamma_{wIEC} \times V_{IEC})^2 \times G_c \times G_L \quad (2)$$

که در آن،  $\gamma_{wIEC}$ ، ضریب افزایشی نیروی باد مربوط به دوره بازگشت براساس استاندارد IEC و  $V_{IEC}$ ، سرعت باد مبنای براساس استاندارد IEC می‌باشد.  $G_c$ ، فاکتور باد است که به ارتفاع هادی از سطح زمین ( $h$ ) و مشخصات زمین بستگی دارد و از روابط زیر بدست می‌آید.

$$G_c = 0.2914 \times \ln(h) + 1.0468 \quad (\text{زمین نوع A}) \quad (3)$$

$$G_c = 0.3733 \times \ln(h) + 0.9762 \quad (\text{زمین نوع B}) \quad (4)$$

ASCE

ایران	ASCE					IEC			استاندارد
-	۴۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵	۵۰۰	۱۵۰	۵۰	دوره بازگشت
-	۱/۲	۱/۱۴	۱/۰۷	۱	۰/۹۲	۱/۲	۱/۱	۱	ضریب افزایش سرعت باد ( $\gamma_w$ )
-	۱/۸۵	۱/۵	۱/۲۵	۱	۰/۸	۱/۳	۱/۱۵	۱	ضریب افزایش ضخامت یخ ( $\gamma_I$ )

### ۲.۱. محاسبه فشار باد

دراثر وزش باد بر روی سیستم انتقال، نیرویی عرضی در جهت وزش باد و عمود بر امتداد خط انتقال بر سازه برج و سیم هادی وارد می‌شود. از جمله عواملی که برای تعیین فشار باد موثر می‌باشند، عبارتند از: ارتفاع هادی از سطح زمین، طول اسپن، نوع زمین احداث خطوط انتقال. و سرعت باد مرجع.

خطوط انتقال در مسیر عبور خود از مناطق مختلفی عبور می‌کنند و موانع موجود در مسیر باعث تغییر سرعت باد می‌شوند. در استانداردهای IEC و ASCE نوع زمین احداث خطوط انتقال نیرو برای تعیین فشار باد موثر می‌باشد. نوع زمین براساس تراکم عوارض و موانع موجود در منطقه تقسیم بندی می‌شود. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود نوع زمین در استاندارد IEC به ۴ دسته و در استاندارد ASCE، به ۳ دسته تقسیم بندی

## ۲.۲. محاسبه وزن یخ

تشکیل و پیوستگی یخ بر روی خطوط انتقال نیرو یکی از حالات بارگذاری بحرانی می‌باشد، که علاوه بر افزایش نیروی قائم باعث افزایش سطح بادخور هادی و تغییر در ضریب نیرو می‌گردد. یخ‌ها براساس روش‌های شکل‌گیری و مشخصات فیزیکی به دو دسته یخ مرطوب و یخ برفکی تقسیم‌بندی می‌شوند. یکی از معروف‌ترین نوع یخ مرطوب، یخ شفاف (Glaze Ice) با چگالی ۹۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد. مبنای ضخامت یخ در سه استاندارد مذکور بصورت جدول ۴ می‌باشد.

جدول ۴- مبنای ضخامت یخ در سه استاندارد ایران، IEC و ASCE

استاندارد	مبنای اندازه‌گیری
ایران	-
IEC	ضخامت یخ شفاف در ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین بر روی هادی با قطر ۳۰mm
ASCE	ضخامت یخ شفاف در ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین

در این مقاله کلیه محاسبات مربوط به وزن یخ براساس یخ شفاف می‌باشد. وزن یخ بر حسب نیوتن بر متر طول براساس استاندارد ایران، IEC و ASCE به ترتیب در روابط ۱۳، ۱۴ و ۱۵ ارائه شده‌اند.

$$g_{IR} = 0.0282t \times (t + d) \quad (13)$$

$$g_{ASCE} = 0.0282t_z \times (t_z + d) \quad (14)$$

$$g_{IEC} = 0.0282 \times k_d \times k_h \times t \times \gamma_I \times (t \times \gamma_I + d) \quad (15)$$

$d$ ، قطر هادی برحسب میلی‌متر و  $t$ ، ضخامت یخ مبنای برحسب میلی‌متر می‌باشند. در استاندارد ASCE،  $t_z$ ، ضخامت یخ طراحی می‌باشد که به ارتفاع هادی از سطح زمین و ضخامت یخ نامی بستگی دارد و بصورت رابطه ۱۶ تعریف می‌شود.

$$t_z = t \times \gamma_I \times \left(\frac{h}{10}\right)^{0.1} \quad 0(m) < h < 275(m) \quad (16)$$

که در آن  $\gamma_I$ ، ضریب افزایش ضخامت یخ می‌باشد.

در استاندارد IEC،  $k_d$  و  $k_h$  به ترتیب ضریب تبدیل قطر هادی و ضریب تبدیل ارتفاع هادی از سطح زمین می‌باشند و بصورت روابط ۱۷ و ۱۸ تعریف می‌شوند.

$$k_d = \left(0.35 \times \frac{d}{30}\right) + 0.65 \quad (17)$$

$$G_c = 0.4936 \times \ln(h) + 0.9124 \quad (\text{زمین نوع C}) \quad (5)$$

$$G_c = 0.6153 \times \ln(h) + 0.8144 \quad (\text{زمین نوع D}) \quad (6)$$

$G_L$ ، فاکتور اسپین است که از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$G_L = 4 \times 10^{-10} \times L^3 - 5 \times 10^{-7} \times L^2 - 10^{-4} \times L + 1.0403 \quad (7)$$

که در آن  $L$ ، طول اسپین بر حسب متر می‌باشد.

فشار باد براساس استاندارد ASCE74:2009:

فشار باد بر حسب نیوتن بر متر مربع ( $N/m^2$ ) براساس استاندارد ASCE از رابطه ۸ بدست می‌آید [۳].

$$q_{ASCE} = \frac{1}{2} \times 1.225 \times K_z \times (\gamma_{w_{ASCE}} \times V_{ASCE})^2 \times G_w \quad (8)$$

$V_{ASCE}$ ، سرعت باد مبنای براساس استاندارد ASCE و  $\gamma_{w_{IEC}}$ ، ضریب افزایشی نیروی باد مربوط به دوره بازگشت براساس استاندارد ASCE می‌باشد و  $K_z$ ، ضریب اصلاح سرعت می‌باشد که به ارتفاع هادی از نوع زمینی که خط در آن احداث می‌شود بستگی دارد.

$$K_z = 2.01 \left(\frac{h}{z_g}\right)^{\frac{2}{\alpha}} \quad 10 \leq h \leq z_g \quad (9)$$

که در آن  $\alpha$  و  $z_g$  پارامترهای ثابت می‌باشند که به نوع زمینی که خط در آن احداث می‌شود بستگی دارند.

$G_w$ ، ضریب پاسخ تند باد هادی و سیم زمین می‌باشد. که از روابط زیر بدست می‌آید.

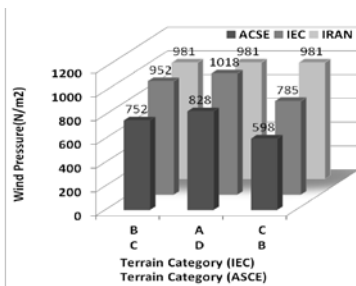
$$G_w = \frac{1}{K_v^2} \left(1 + 2.7 \times 4.9 \times \sqrt{k} \times \left(\frac{10}{h}\right)^{\frac{1}{\alpha_{FM}}} \times B_w\right) \quad (10)$$

$$B_w = \frac{1}{1 + \frac{0.8S}{L_s}} \quad (11)$$

که در آن،  $K_v$ ، نسبت سرعت ۳ ثانیه‌ای به سرعت باد متوسط ۱۰ دقیقه‌ای،  $k$ ، ضریب اصطکاک سطحی،  $L_s$ ، شاخص اغتشاش برحسب متر و  $\alpha_{FM}$ ، ضریب ثابت که به نوع زمین بستگی دارد می‌باشند و  $S$  نیز اسپین باد طراحی برحسب متر می‌باشد. همچنین نسبت سرعت باد ۳ ثانیه‌ای به سرعت باد متوسط ۱۰ دقیقه‌ای برابر با ۱/۴۳ می‌باشد.

$$\frac{V_{ASCE}}{V_{IEC}} = 1.43 \quad (12)$$

ارتفاع کوتاه بیشتر می‌باشد. در استاندارد IEC، فشار باد در مناطق ساحلی ۶/۵ درصد نسبت به مناطق هموار با درختان و ساختمان‌های کم و ۲۲/۹ درصد نسبت به مناطق با تراکم درختان و موانع بالا با ارتفاع کوتاه بیشتر می‌باشد.



شکل ۱- مقایسه فشار باد برای سیم با اسپن ۴۰۰ متر و ارتفاع ۲۰ متر از سطح زمین برای انواع مختلف زمین و برای سه استاندارد ایران، IEC و ASCE. در شکل ۲، فشار باد برای سیم با ارتفاع ۳۰ متر از سطح زمین و برای عارضه C (ASCE) برای سه استاندارد ایران، IEC و ASCE در اسپن‌های مختلف نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود برای اسپن‌های ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ متر، فشار باد برابر با ۹۸۱ نیوتن بر مترمربع و ثابت می‌باشد و فشار باد بدست آمده براساس استاندارد IEC به‌طور میانگین ۲۵ درصد نسبت به استاندارد ASCE بیشتر می‌باشد. همچنین محاسبه فشار باد براساس استاندارد IEC و ASCE نشان می‌دهد که هر چه اسپن افزایش می‌یابد، فشار باد کم می‌شود. در استاندارد ASCE و IEC با افزایش ۲۰۰ متری اسپن، به‌طور میانگین به‌ترتیب ۵/۵ و ۶ درصد فشار باد کاهش می‌یابد. در شکل ۳، فشار باد برای سیم هاک با اسپن ۶۰۰ متر و برای ارتفاع‌های مختلف از سطح زمین و برای عارضه C (ASCE) برای سه استاندارد فوق نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود برای ارتفاع‌های ۲۰، ۳۰ و ۴۰ متر از سطح زمین، فشار باد برابر با ۹۸۱ نیوتن بر مترمربع و ثابت می‌باشد و فشار باد محاسبه شده همانطور که انتظار می‌رود، براساس استاندارد IEC و ASCE، هر چه ارتفاع سیم از سطح زمین افزایش می‌یابد. فشار باد محاسبه شده براساس استاندارد IEC، ۲۳ درصد نسبت به استاندارد ASCE بیشتر می‌باشد. همچنین در استاندارد IEC و ASCE، با افزایش ۱۰ متری ارتفاع از سطح زمین، فشار باد به‌طور میانگین به ترتیب ۶/۴ و ۶ درصد افزایش می‌یابد.

با توجه به فشار باد محاسبه شده برای اسپن‌ها و ارتفاع‌های مختلف هادی از سطح زمین و انواع مختلف زمین، می‌توان نتیجه گرفت که فشار باد براساس استاندارد ایران برای تمامی حالات یکسان می‌باشد و به میزان

$$k_h = \left( 0.075 \times \frac{z}{10} \right) + 0.925 \quad (18)$$

### ۳. نتایج

به منظور بررسی فشار باد محاسبه شده براساس سه استاندارد ایران، IEC و ASCE، اسپن‌های ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ متر و ارتفاع‌های ۲۰، ۳۰ و ۴۰ متر مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین وزن یخ با ضخامت ۲۰ میلی‌متر برای هادی با ارتفاعات ۲۰، ۳۰ و ۴۰ متر براساس سه استاندارد مذکور نیز محاسبه می‌شود. سپس برج آویزی دو مداره LS2-3 در سطح ولتاژ ۲۳۰ کیلوولت در نرم افزار PLS-Tower مدل شده و اوزان تک خطی برج براساس جداول بارگذاری استانداردهای مذکور براساس سیم هادی تک باندل کنری و اسپن طراحی ۴۰۰ متر بدست آمده است.

#### ۳.۱. فشار باد روی هادی

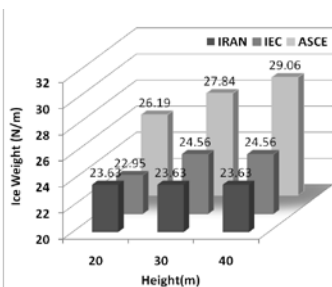
پارامترهای ورودی برای مدل‌سازی فشار باد در نرم‌افزار PLS-CADD بصورت جدول ۵ می‌باشد. فشار باد برحسب نیوتن بر مترمربع در اسپن ۴۰۰ متر و ارتفاع ۲۰ متر برای سه استاندارد ایران، IEC و ASCE و انواع مختلف زمین براساس استاندارد ASCE محاسبه شده است که نتایج آن در شکل ۱ نشان داده شده است.

جدول ۵- پارامترهای ورودی برای تعیین فشار باد

اسپن (متر)	نوع زمین		ارتفاع هادی از سطح زمین (متر)	سرعت (m/s)	
	ASCE	IEC		IEC	ASCE
۲۰۰	C	B	۲۰	۲۸	۴۰
۴۰۰	D	A	۳۰	۲۸	۴۰
۶۰۰	B	C	۴۰	۲۸	۴۰

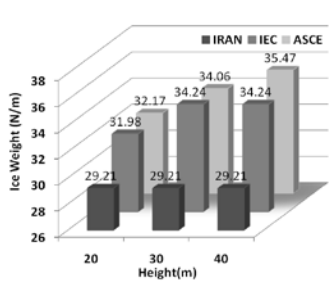
همانطور که مشاهده می‌شود، براساس استاندارد ایران، مقادیر فشار باد برای انواع مختلف زمین برابر با ۹۸۱ نیوتن بر مترمربع و ثابت می‌باشد و حساسیتی نسبت به نوع زمین وجود ندارد. همچنین فشار باد محاسبه شده براساس استاندارد IEC در انواع مختلف زمین نسبت به استاندارد ASCE به‌طور میانگین ۲۷ درصد بیشتر می‌باشد. همانطور که انتظار می‌رود، براساس استاندارد IEC و ASCE فشار باد بیشتری برای مناطق ساحلی نسبت به مناطق مسطح و شهری بدست آمده است. همچنین در استاندارد ASCE، فشار باد در مناطق ساحلی ۹/۲ درصد نسبت به مناطق هموار با درختان و ساختمان‌های کم و ۲۷/۸ درصد نسبت به مناطق با تراکم و موانع بالا با

همانطور که مشاهده می‌شود، در صورت محاسبه وزن یخ بر اساس استاندارد ایران، برای ارتفاع‌های ۲۰، ۳۰ و ۴۰ متر هادی از سطح زمین، وزن یخ ثابت می‌باشد اما در صورت محاسبه وزن یخ بر اساس استاندارد IEC و ASCE، وزن یخ در ارتفاع‌های مختلف نسبت به سطح زمین، متفاوت می‌باشد و برای انواع مختلف هادی هر چه ارتفاع هادی از سطح زمین افزایش می‌یابد، وزن یخ روی سیم افزایش خواهد یافت. برای سیم هاک با افزایش ۲۰ متری ارتفاع هادی از سطح زمین، بر اساس استاندارد ASCE و IEC، وزن یخ به‌طور میانگین به ترتیب ۵/۳۵ درصد و ۷ درصد افزایش می‌یابد.



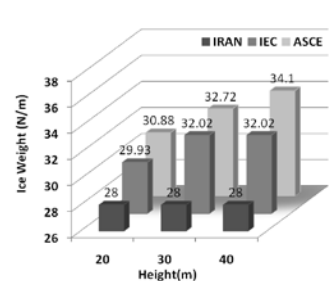
شکل ۴- مقایسه وزن یخ برای سیم هاک در ارتفاع‌های مختلف از سطح زمین

برای سه استاندارد ایران، IEC و ASCE



شکل ۵- مقایسه وزن یخ برای سیم کرلو در ارتفاع‌های مختلف از سطح زمین

برای سه استاندارد ایران، IEC و ASCE

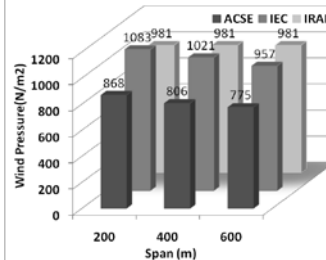


شکل ۶- مقایسه وزن یخ برای سیم کنری در ارتفاع‌های مختلف از سطح زمین

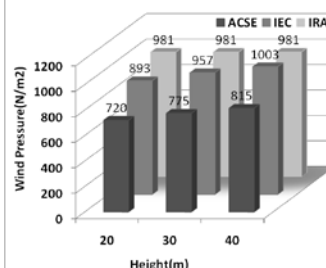
برای سه استاندارد ایران، IEC و ASCE

برای سیم هاک وزن یخ بر اساس استاندارد ASCE، به ترتیب ۱۳/۲۱ درصد و ۱۴/۵ درصد نسبت به استاندارد IEC و ایران بیشتر

ارتفاع هادی از سطح زمین، اسپن و نوع زمین بستگی ندارد. در صورتی که محاسبه فشار باد بر اساس استاندارد ASCE و IEC با تغییر پارامترهای فوق، تغییر می‌کند و فشار باد به ارتفاع هادی از سطح زمین، نوع زمین احداث خطوط انتقال و طول اسپن بستگی دارند.



شکل ۲- مقایسه فشار باد برای سیم با ارتفاع ۳۰ متر از سطح زمین برای اسپن‌های مختلف و برای عارضه C بر اساس استاندارد ASCE و B بر اساس استاندارد IEC برای سه استاندارد ایران، IEC و ASCE.



شکل ۳- مقایسه فشار باد برای سیم با اسپن ۶۰۰ متر برای ارتفاع‌های مختلف از سطح زمین و برای عارضه C بر اساس استاندارد ASCE و B بر اساس استاندارد IEC برای سه استاندارد ایران، IEC و ASCE.

### ۳.۲. وزن یخ روی هادی

پارامترهای ورودی برای مدل‌سازی وزن یخ در نرم‌افزار PLS-CADD بصورت جدول ۶ می‌باشد.

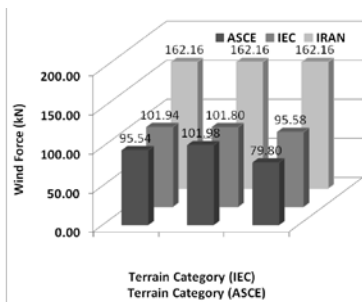
جدول ۶- پارامترهای ورودی برای تعیین وزن یخ

ضخامت یخ (mm)			هادی	قطر هادی (mm)	ارتفاع هادی از سطح زمین (متر)
ایران	IEC	ASCE			
۲۰	۲۰	۲۰	هاک	۲۱/۷۸	۲۰
۲۰	۲۰	۲۰	کرلو	۳۱/۶۵	۳۰
۲۰	۲۰	۲۰	کنری	۲۹/۵۲	۴۰

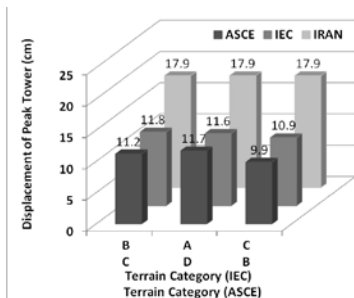
شکل ۴، ۵ و ۶، وزن یخ با چگالی (  $900 \text{ kg/m}^3$  ) و ضخامت ۲۰ میلی‌متر به ترتیب برای سیم هاک، کرلو و کنری در ارتفاع ۲۰، ۳۰ و ۴۰ متر از سطح زمین بر اساس استاندارد ایران، IEC و ASCE، بررسی شده است.

مقایسه عملکردی پارامترهای آب و هوایی در سه استاندارد ایران، IEC 60826 و ASCE 74 بر روی اجزای خطوط انتقال

بیست و نهمین کنفرانس بین‌المللی برق - ۱۳۹۳ تهران، ایران



شکل ۸- مقایسه نیروی باد روی برج LS2-3 برای سه استاندارد ایران، IEC و ASCE



شکل ۹- مقایسه تغییر مکان برج LS2-3 برای سه استاندارد ایران، IEC و ASCE

### ۳.۴. بارگذاری برج آویزی

بارگذاری برج آویزی دو مداره LS2-3 با آرایش ارتفاعی

body10+leg9 توسط نرم افزار PLS-CAD با هادی کنری و سیم محافظ OPGW13.5 و اسپن ۴۰۰ متر و دوره بازگشت ۵۰ سال برای سه استاندارد ایران، ASCE و IEC در منطقه مسطح انجام شده است. در جدول ۸، نوع منطقه، دوره بازگشت و ضریب اضافه بار به منظور انجام بارگذاری برای هر یک از استانداردها ذکر شده است. نتایج بارگذاری برج LS2-3، بصورت جدول ۹ می‌باشد.

جدول ۸- مشخصات منطقه، دوره بازگشت و ضریب اضافه بار برای استاندارد

ایران، IEC و ASCE

استاندارد	منطقه	دوره بازگشت (سال)	ضریب اضافه بار
ایران	-	-	۱/۱
ASCE	C	۵۰	۱
IEC	B	۵۰	۱

پس از تهیه جداول بارگذاری در شرایط یکسان از ۳ استاندارد فوق برج

LS2-3 در نرم‌افزار PLS-Tower به صورت جداگانه بارگذاری انجام شد که براساس استاندارد ایران، IEC و ASCE اوزان تک خطی برج به ترتیب ۷۴/۰۰۶، ۶۴/۷۰۸ و ۶۲/۷۳۶ بدست می‌آید. براساس استاندارد ایران، وزن برج LS2-3 نسبت به استاندارد IEC و ASCE بیشتر بدست آمده است.

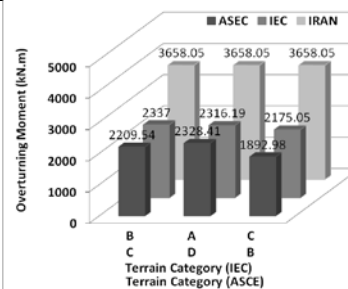
می‌باشد. برای سیم کرلو وزن یخ روی سیم براساس استاندارد ASCE، به ترتیب ۱/۲ درصد و ۱۳/۷ درصد نسبت به استاندارد IEC و ایران بیشتر می‌باشد و برای سیم کنری وزن یخ روی سیم براساس استاندارد ASCE، به ترتیب ۳/۸ درصد و ۱۳/۹ درصد نسبت به استاندارد IEC و ایران بیشتر می‌باشد.

### ۳.۳. فشار باد روی برج

برج LS2-3 که برج آویزی دو مداره در سطح ولتاژ ۲۳۰ کیلوولت می‌باشد در نرم‌افزار PLS-Tower براساس بلندترین ارتفاع برج نسبت به زمین (basic+body10+leg9) با ارتفاع کل ۵۲/۳ متر مدل گردید و براساس تنها فشار باد روی برج در سه استاندارد فوق که در جدول ۷ آمده است که براساس استاندارد ایران فشار متناظر با سرعت ۴۰ m/s،  $530.4 N/m^2$  تنها بر سطوح بادخور جلویی برج اعمال می‌شود و فشار باد مینا در استاندارد ASCE و IEC پس از در نظر گرفتن ضرایب شکل و ارتفاع بر روی سطوح بادخور اعمال می‌شود. پارامترهای ممان واژگونی، نیروی عرضی کل باد و تغییر مکان نوک برج از آنالیز سازه فوق بدست آمده است که در شکل‌های ۷، ۸ و ۹ با هم مقایسه شده اند. همانطور که مشاهده می‌شود، در صورت محاسبه ممان واژگونی، نیروی کل باد و تغییر مکان برج برای استاندارد ایران برای انواع مختلف زمین ثابت می‌باشد. در صورتیکه در استاندارد ASCE و IEC، ممان واژگونی، نیروی کل باد و تغییر مکان برج برای انواع مختلف زمین متفاوت می‌باشد.

جدول ۷- فشار باد روی برج براساس استاندارد ایران، IEC و ASCE

استاندارد	فشار باد ( $N/m^2$ )
ایران	۵۳۰.۴
ASCE	$0.613 \times 40 = 98.08$
IEC	$0.613 \times 28 = 48.06$



شکل ۷- مقایسه ممان واژگونی برج LS2-3 برای سه استاندارد ایران، IEC و ASCE

هستند. در این مقاله، فشار باد و وزن یخ در شرایط یکسان براساس استانداردهای فوق محاسبه شده و با یکدیگر مقایسه شده اند. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که استانداردهای ASCE و IEC، برای محاسبه بارهای آب و هوایی، ارتفاع هادی از سطح زمین، نوع زمین احداث خطوط انتقال و طول اسپن خطوط که از جمله پارامترهای اساسی در محاسبه بارهای آب و هوایی هستند را در نظر می‌گیرند در صورتی که برای محاسبه بارهای آب و هوایی براساس استاندارد ایران این‌گونه پارامترها تاثیرگذار نیستند. در مجموع شرایط وزن یخ در استاندارد ASCE، ۶/۱ درصد نسبت به استاندارد IEC و ۱۴ درصد نسبت به استاندارد ایران افزایش یافته است. در صورتی که فشار باد در استاندارد IEC، ۲۵ درصد نسبت به استاندارد ASCE بیشتر می‌باشد. همچنین برای برج‌های با سطوح ولتاژ پایین (۶۳، ۱۳۲ و ۲۳۰ کیلوولت) اوزان تک خطی برج‌های براساس بارگذاری استاندارد ایران ۱۴ درصد بیشتر از اوزان تک خطی برج‌های براساس بارگذاری استانداردهای ASCE و IEC، در دوره بازگشت ۵۰ ساله می‌باشد که می‌توان نتیجه گرفت در صورت استفاده از استاندارد ایران در این سطوح ولتاژ هزینه برج و فونداسیون که در حدود ۴۰ درصد از هزینه کل خرید و احداث خط را شامل می‌شود، افزایش می‌یابد.

## ۵. مراجع

- [1] NESC (2007), National Electrical Safety Code, ANSI C2-2007.
  - [2] F. Kiessling, P. Nefzger, J.F. Nolasco, U.Kaintzyk, Overhead Power Lines Planning, Design and Construction, Springer.
  - [3] Guidelines For Electrical Transmission Line Structural Loading, ASCE Manual 74, THIRD EDITION, 2010.
  - [4] IEC(2003), Design Criteria Of Overhead Transmission Lines, IEC
- [۵] استاندارد جامع مهندسی و طراحی خطوط انتقال برق ایران، آیین نامه و استاندارد بارگذاری برج‌های خطوط انتقال نیرو.

همچنین وزن برج براساس استاندارد IEC نسبت به استاندارد ASCE، ۳/۱۴ درصد بیشتر می‌باشد. در نتیجه محاسبات بارگذاری برج‌های خطوط انتقال براساس استاندارد ASCE منجر به کاهش وزن برج و کاهش هزینه‌های مربوط به احداث برج‌های خطوط انتقال خواهد شد.

جدول ۹- نتایج بارگذاری برج LS2-3

استاندارد د	نوع بارگذاری	نیرو (نیوتن)	هادی				
			شیلد	فاز			
				۱	۲	۳	
				۴	۵	۶	
ایران	باد شدید V=۴۰ m/s	عمودی	۲۲۹۹	۷۶۰۸	۷۶۰۸	۷۶۰۸	
		عرضی	۵۱۸۶	۱۲۷۷۷	۱۲۷۷۷	۱۲۷۷۷	
		طولی	۰	۰	۰	۰	
		فشار باد روی برج = ۵۸۳۴ N/m <sup>2</sup>					
	یخ سنگین t=۲۰ mm	عمودی	۱۰۲۸۲	۱۹۹۷۱	۱۹۹۷۱	۱۹۹۷۱	
		عرضی	۰	۰	۰	۰	
		طولی	۰	۰	۰	۰	
	ASCE	باد شدید V=۴۰ m/s	عمودی	۲۰۹۰	۶۹۱۶	۶۹۱۵	۶۹۱۵
			عرضی	۴۲۷۴	۱۰۲۶۶	۱۰۰۱۲	۹۷۲۴
			طولی	۰	۰	۰	۰
فشار باد روی برج = ۹۸۰/۸ N/m <sup>2</sup>							
یخ سنگین t=۲۰ mm		عمودی	۱۱۶۲۱	۲۰۸۵۵	۲۰۵۷۱	۲۰۲۴۸	
		عرضی	۰	۰	۰	۰	
		طولی	۰	۰	۰	۰	
IEC	باد شدید V=۲۸ m/s	عمودی	۲۰۹۰	۶۹۱۷	۶۹۱۷	۶۹۱۶	
		عرضی	۵۳۶۲	۱۲۲۹۱	۱۲۶۳۴	۱۳۳۰۰	
		طولی	۰	۰	۰	۰	
		فشار باد روی برج = ۴۸۰/۸ N/m <sup>2</sup>					
	یخ سنگین t=۲۰ mm	عمودی	۹۶۰۲	۱۹۷۷۱	۱۹۷۷۱	۱۹۷۷۱	
		عرضی	۰	۰	۰	۰	
		طولی	۰	۰	۰	۰	

## ۴. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

در این مقاله به مقایسه عملکرد پارامترهای آب و هوایی در استاندارد ایران، IEC 60826 و ASCE 74 پرداخته شده است. پارامترهای آب و هوایی یکی از نیازهای اساسی در طراحی خطوط انتقال نیرو می‌باشند، هر چه این پارامترها در محاسبات طراحی به اعداد واقعی در محل نزدیکتر باشند، خطوط انتقال طراحی شده از قابلیت اطمینان بالاتری برخوردار



# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

کارگاه آنلاین  
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو  
بین المللی و ترند های جستجو