ISIRI
10058
1st. edition

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
مؤسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

استاندارد ملی ایران

۱۰۰۵۸
چاپ اول

جرثقیل ها- ارزیابی نیروی باد

Cranes - Wind load assessment

آریا ایمن آوات

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
تهران، خیابان ولی عصر، ضلع جنوبی میدان ونک ، پلاک ۱۲۹۴ صندوق پستی۶۱۳۹-۱۴۱۵۵
تلفن: ۵- ۸۸۸۷۹۴۶۱
دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳
کرج - شهر صنعتی،میدان استاندارد، صندوق پستی ۱۶۳-۳۱۵۸۵
تلفن : ۸-۲۸۰۶۰۳۱(۰۲۶۱)
دورنگار: ۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶۱)
پیام نگار : Standard @ isiri.or.ir
وب گاه: www.isiri.org
بخش فروش: تلفن: ۲۸۱۸۹۸۹(۰۲۶۱)، دورنگار:۲۸۱۸۷۸۷(۰۲۶۱)
بها: ۱۰۰۰ ریال

Institute of Standards and Industrial Research of IRAN
Central Office: No.1294 Valiaser Ave. Vanak corner, Tehran, Iran
P_ O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran
Tel: +98 (21) 88879461-5
Fax: +98 (21) 88887080, 88887103
Headquarters: Standard Square, Karaj, Iran
P.O. Box: 31585-163
Tel: +98 (261) 2806031-8
Fax: +98 (261) 2808114
Email: standard @ isiri.org.ir
Website) www.isiri.org
Sales Dep.: Tel: +98(261) 2818989, Fax.: +98(261) 2818787
Price:1000 Rls.

بنام خدا

آشنایی با موسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران

موسسه استانداردوتحقیقات صنعتی ایران به موجب بندیک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین ومقررات موسسه استاندارو تحقیقات صنعتی ایران،مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعین، تدوین ونشراستاندارد های ملی(رسمی) ایران را برعهده دارد .

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف کمیسیون فنی مرکب ازکارشناسان موسسه* صاحب نظران مراکز وموسسات علمی، پژوهشی ، تولید واقتصادی آگاه ومرتبط انجام می شود وکوششی همگام بامصالح ملی و باتوجه به شرایط تولیدی، فناوری وتجاری است که از مشارکت اگاهانه ومنصفانه صاحبان حق ونفع ، شامل تولید کنندگان ، مصرف کنندگان ، صادرکنندگان ووارد‌کنندگان، مراکزعلمی وتخصصی، نهادها ، سازمان های دولتی وغیردولتی حاصل می شود.پیش نویس استاندارد های ملی برای نظر خواهی به مراجع ذی نفع و اعضاءکمسیون های فنی مربوطه ارسال می شود. وپس از دریافت نظرهاوپیشنهادها درکمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح درصورت تصویب به عنوان استاندارد ملی(رسمی) ایران چاپ ومنتشر می شود .

پیش نویس استانداردهایی که موسسات وسازمانهای علاقه مند ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی ودر صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی)چاپ ومنتشر می شود .بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که براساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین ودرکمیته ملی استاندارد مربوطه که موسسه استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد .

موسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک(IEC)[2] وسازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی(OIML)[3] است وبه عنوان تنهارابط[4] کمیسیون کدکس غذایی(CAC)[5] درکشورفعالیت می کند . درتدوین استاندارد های ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی ونیاز مندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی ، فنی وصنعتی جهان و استاندارد های بین المللی بهره گیری می شود.

موسسه استانداردوتحقیقات صنعتی ایران می تواندبارعایت موازین پیش بینی شده درقانون برای حمایت ازمصرف کنندگان،حفظ سلامت وایمنی فردی وعمومی،حصول اطمینان ازکیفیت محصولات وملاحظات زیست محیطی واقتصادی اجرای بعضی ازاستاندارد های ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشورو / یا اقلام وارداتی باتصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. موسسه می تواند به منظورحفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی ودرجه بندی آن را اجباری نماید.و همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان ازخدمات سازمان هاو موسسات فعال، در زمینه آموزش، مشاوره ، بازرسی، ممیزی وصدور گواهی سیستم های کیفیت ومدیریت زیست محیطی ، آزمایشگاه ها ومراکزکالیبراسیون(واسنجی) وسایل سنجش، موسسه استاندارد این گونه سازمان ها موسسات رابراساس ضوابط نظام تاییدصلاحیت ایران ارزیابی می کند ودرصورت احرازشرایط لازم،گواهی تایید صلاحیت با آنها اعطاء و برعملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکا های کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها وانجام تحقیقات کاربردی برای ارتقاع سطح استاندارد های ملی ایران از دیگر وظایف این موسسه است .

---

* موسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران

1- International Organization for standardization
2 -International Electrotechnical commission
3 - International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
4 – Contact point
5 – Codex Alimentarius commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" جرثقیل ها- ارزیابی نیروی باد"

رئیس:	**سمت و/یا نمایندگی**
برقعی،علی محمد	دانشگاه تهران- دانشکده کشاورزی-عضو هیئت علمی
(دکترای مهندسی ماشین های کشاورزی)	
دبیر:	
شاه محمودی،بهزاد	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
(لیسانس فیزیک)	
اعضا:	
اعتمادی،محمود	بنیاد آموزش های فنی و حرفه ای ایرانیان
(لیسانس مهندسی مکانیک)	
امیر شاهی،سید مهدی	شرکت تراکتور سازی ایران
(فوق لیسانس مهندسی ماشین های کشاورزی)	
بحری،فرخنده السادات	وزارت صنایع و معادن- دفتر صنایع ماشین سازی و نیرو
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	محرکه
تحریریان،سالار	موسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران
(لیسانس مهندسی مکانیک)	
خوشحال،هادی	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
(لیسانس مهندسی شیمی)	
شرافتی،کیهان	وزارت جهاد کشاورزی - مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی
(فوق لیسانس مهندسی ماشین های کشاورزی)	
فرهادی،افشین	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
(فوق لیسانس مهندسی محیط زیست)	
کاظمی،رضا	شرکت بازرسی فنی بهستون صنعت نوین
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	

آریا ایمن آوات

کاویانی،جلال الدین	وزارت جهاد کشاورزی- مدیریت مهندسی و آزمون
(لیسانس مهندسی ماشین های کشاورزی)	ماشین های کشاورزی
کیانی،رضا	شرکت بازرسی فنی بهستون صنعت نوین
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک تبدیل انرژی)	
لشگری،امید رضا	شرکت توسعه خودرو کار
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	
مریخ، فرشید	وزارت جهاد کشاورزی - مؤسسه تحقیقات جنگلها و
(فوق لیسانس مکانیک ماشینهای کشاورزی)	مراتع کشور
مهدی زاده،علی	پژوهشکده توسعه تکنولوژی جهاد دانشگاهی
(لیسانس مهندسی مکانیک)	

آریا ایمن آوات

پیش گفتار

استاندارد" **جرثقیل ها- ارزیابی نیروی باد"**که پیش نویس آن توسط بنیاد آموزش های فنی و حرفه ای ایرانیان،درکمیسیون های مربوط تهیه و تدوین شده ودر سیصد و پنجمین کمیته ملی استاندارد خودرو و نیروی محرکه مورخ ۱۳۸۶/۱۲/۱۵ مورد تصویب قرارگرفته است، اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ بعنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استاندارد ها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر بعدی مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ایران باید همواره از آخرین تجدیدنظر آنها استفاده کرد.

در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود ونیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است :

ISO 4302:1981, Cranes - Wind load assessment

آریا ایمن آوات

جرثقیل ها- ارزیابی نیروی باد

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه روش ساده ای برای محاسبه و ارزیابی نیروی بادی است که می تواند بطور افقی و در هر جهت و با یک سرعت ثابت بوزد، و بار استاتیکی به سازه جرثقیل اعمال کند. این روش ساختار مجاز برای اثر وزش شدید باد (تغییرات سریع جهت باد) و پاسخ دینامیکی به آن را شامل می شود. روش دقیق برای محاسبات بارگذاری که ناشی از پاسخ دینامیک جرثقیل و بار مربوط به وزش شدید است که در مدارک جداگانه ارائه خواهد شد.

این استاندارد برای ارزیابی نیروی باد در جرثقیل ها کاربرد دارد.

۲ فشار باد

فشار دینامیکی باد(P) توسط رابطه زیر داده می شود:

$$P = KV_S^2$$

که در فرمول فوق:

K فاکتور مربوط به چگالی هوا می باشد که برای طراحی ثابت فرض می شود.

V_S سرعت باد می باشد که بعنوان یک مبنای محاسبه به کار می رود.

در سیستم واحدهای SI،[1] هنگامی که P بر حسب کیلوپاسکال (kpa) و V_S بر حسب متر بر ثانیه است:

$$P = ۰/۶۱۳ \times ۱۰^{-۳} V_s^۲$$

۳ شرایط باد در طراحی

در طراحی و محاسبه نیروهای ناشی از باد برای جرثقیل ها ، دو حالت مد نظر قرار می گیرد.

۳-۱ باد در سرویس(در حال کار)

حداکثر نیروی بادی است که جرثقیل برای پایداری تحت شرایط کاری در آن باد طراحی شده است. اعمال این بار در نامساعدترین جهت در ترکیب با بارهای عملکردی مناسب، فرض می شود.

سرعت های باد طراحی شده در حالت سرویس دهی و فشارهای منطبق با آن هادر جدول ۱ داده شده است. چنانچه سازنده برای سرعت های باد طراحی شده در حالت سرویس دهی، مقادیری را به کار ببرد که متفاوت با مقادیر جدول ۱ باشد، باید مقادیر به کار رفته در گواهی جرثقیل ذکر شود.

۱- نمودار تبدیل پوشش داده شده برای V_S بر حسب mile/h, knots و m/s و P بر حسب lbf/ft^2 و P_a و kgf/m^2 در پیوست الف داده شده است.

۳-۱-۱ اثر باد روی بار معلق

در تمام جرثقیل ها، اثر باد روی بار باید محاسبه شده و روشی که برای آن انجام گرفته باید بوضوح شرح داده شود. این موضوع می تواند توسط موارد زیر انجام شود:

الف- یک روش کاهش بار مشخصه بر اساس سرعت باد، سطح بار و فاکتور شکل آن است.

ب- یک محدودیت سرعت باد در سرویس برای بارهای بیشتر همزمان با مساحت سطح بیشتر.

پ- توسط به کارگیری نیروهای باد روی پارامترهای اندازه و شکل بار. نیروی باد روی بار بعنوان یک حداقل بشرح زیر محاسبه می شود:

جرثقیل های نوع a) در جدول ۱ $f = 0.015\,mgkN$

جرثقیل های نوع b) در جدول ۱ $f = 0.03\,mgkN$

جرثقیل های نوع c) در جدول ۱ $f = 0.06\,mgkN$

که:

f نیروی باد مربوط به باد روی بار قلاب بر حسب کیلونیوتن می باشد.

m جرم بار قلاب بر حسب تن می باشد.

g شتاب سقوط آزاد مساوی با ۱۰ متر بر مجذور ثانیه می باشد.

در جائی که یک جرثقیل صرفاً برای جابجائی بارهای با اندازه و شکل خاص طراحی شده است، نیروی باد بر روی بار معلق باید برای ابعاد و پیکربندی مناسب محاسبه شود.

۳-۲ باد خارج از سرویس(در حالت غیر کاری)

حداکثر وزش باد (توفان) از نامساعدترین جهتی است که جرثقیل برای پایداری در شرایط خارج از سرویس، طراحی شده است. سرعت با موقعیت جغرافیائی و درجه قرار گیری در معرض بادهای غالب، تغییر می کند.

سرعت های باد طراحی شده در حالت خارج از سرویس برای استفاده با این استاندارد، در جدول داده خواهد شد، هنگامی که اطلاعات درخواستی قابل دسترس باشد. برای معرفی سرعت های باد طراحی شده در حالت خارج از سرویس باید از استانداردهای ملی مناسب استفاده شود.

جرثقیل های سیار بار طول بازوی کوچکتری یا مساوی ۳۰ متر که می تواند به دلخواه به طرف زمین پائین بیاید، جرثقیل های با پاشنه چرخشی پائین و با بازوهای تلسکوپی، و جرثقیل های با برج هائی که بدلخواه توسط ساز و کارهای خود تسلکوپی می شوند، فقط لازم است برای باد خارج از سرویس در شرایط پائین تر، طراحی شوند. دستورالعمل های کاری برای این قبیل جرثقیل ها باید شامل الزاماتی باشد که بازوها و / یا برج ها در مقابل قرار گرفتن در معرض باد، در حالت خارج از سرویس ، ایمن باشند.

دستورالعمل کاری برای جرثقیل هائی که نصب پایدار کننده ها در برابر باد برای آنها الزامی است، یا وسایل دیگر نباید در حین کار و به منظور ایستادگی کردن در برابر سرعت باد خارج از محدوده

عملکرد مشخص شده به کار روند، باید سرعت بادی که جرثقیل می تواند وضعیت ایمن در کار را داشته باشد، ذکر شود. آنها باید همچنین تدارکاتی را شرح دهند که برای پایداری ایمن در باد در حالت خارج از سرویس مشخص شده و باید فراهم شود.

۴ محاسبات نیروی باد

برای سازه کامل و قطعات سازه ها و اجزاء جداگانه به کار رفته در سازه های جرثقیل، بار باد (F) بر حسب کیلونیوتن از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$F = A_P C_f$$

که در رابطه زیر:

A تأثیر سطوح جلوی قطعات قابل ملاحظه، بر حسب مترمربع، یعنی سطوح جامد بیرون زده از یک صفحه عمود بر جهت باد.

P فشار باد منطبق با شرایط مناسب طراحی، بر حسب کیلونیوتن بر مترمربع

C_f ضریب نیرو در جهت باد، برای قطعات قابل ملاحظه (به بند ۵ مراجعه شود)

برای محاسبه کردن بارگذاری باد در شرایط خارج از سرویس ، فشار باد می تواند بطور ثابت برای هر ۱۰ متر فاصله عمودی روی ارتفاع جرثقیل، بدست آید. بعنوان جایگزین فشار باد واقعی طراحی در هر ارتفاع می تواند محاسبه شود، یا فشار باد طراحی در نوک سازه می تواند به عنوان یک ثابت روی ارتفاع کل بدست آید.

بار نهایی باد روی سازه از طریق مجموع بارهای روی قطعات مجموعه بدست می آید.

۵ ضرایب نیرو

۵-۱ اجزاء جداگانه، قاب ها، غیره

ضرایب نیرو برای اجزاء جداگانه، قاب های مشبک مجزا و ماشین آلات ساختمانی و غیره ...، در جدول ۲ ارائه شده است. مقادیر برای اجزا جداگانه مطابق با باریکی آئرودینامیکی و در مورد مقاطع بزرگ صندوق، با نسبت مقطع تغییر می کند. باریکی آئرودینامیکی و نسبت مقطع در جدول ۲ تعریف شده اند.

ضرایب نیروی حاصل از تونل باد یا آزمون های با مقیاس کامل نیز می تواند به کار رود.

در جائی که یک قاب از مقاطع با کناره های تخت و مقاطع دایره ای یا از مقاطع دایره ای در دو رژیم جریان ($D_{V_S} \prec ۶\ m^۲/s$ و $D_{V_S} \geq ۶\ m^۲/s$، در حالیکه D قطر یک مقطع حلقه بر حسب متر و V_S سرعت باد در طراحی بر حسب متر بر ثانیه است) ساخته شده است، ضرایب مناسب نیرو متناسب با سطح جلوئی اعمال می شود.

۵-۲ فاکتورهای سپر شدن- شاسی ها یا اجزای چندگانه

چنانچه قاب ها یا اجزای موازی طوری قرار گرفته اند که سپر (حفاظ) ایجاد شود، نیروی باد روی قاب هم جهت باد یا اجزاء و روی قسمت های سپر نشده پشت سر آنها، با استفاده از ضرایب نیروی

مناسب، محاسبه می شوند. ضرایب نیروی روی قسمت های سپر شده چندگانه هستند و توسط یک فاکتور حفاظتی η در جدول ۳ ارائه شده است. مقادیر η با میزان جامدیت و نسبت های فضـائی، آنچنان که در جدول ۳ تعریف شده است، تغییر می کند.

در جائی که تعدادی قاب های یکسان یا اجزائی که پشت سر هم با فاصله یکسان قرار مـی گیرنـد، بطوری که هر قاب برای بقیه قاب های پشت سر خود سپر می شود، وجود دارد، قابل قبول خواهـد بود که تأثیر سپر شدن تا قاب نهم افزایش یافته و از آنجا به بعد بصورت ثابـت بـاقی خواهـد مانـد.

بارهای باد، بر حسب نیوتن، از طریق فرمول زیر محاسبه می شود:

روی اولین قاب: $F_۱ = A_P C_f$

روی دومین قاب: $F_۲ = \eta A_P C_f$

روی n امین قاب (n بین ۳ و ۸ قراردارد): $F_n = n^{(n-۱)} A_P C_f$

روی نهمین قاب و قاب های بعدی: $F_۹ = \eta^۸ A_P C_f$

بار نهایی باد بر حسب نیوتن عبارت است از:

چنانچه تا ۹ قاب باشد:

$$F_{total} = [۱ + \eta + \eta^۲ + \eta^۳ + ... + \eta^{(n-۱)}] A_P C_f \quad (n \le ۹)$$

$$= A_P C_f \left(\frac{۱ - \eta^n}{۱ - \eta}\right)$$

چنانچه بیش از ۹ قاب وجود داشته باشد:

$$F_{total} = [۱ + \eta + \eta^۲ + \eta^۳ + ... + (n-۹)\eta^۸] \times A_P C_f \quad (n > ۹)$$

$$= A_P C_f \left[\left(\frac{۱ - \eta^n}{۱ - \eta}\right) + (n-۹)\eta^۸ \right]$$

به منظور طراحی، $\eta^۸$ استفاده شده در فرمول بالا ۱۰درصد در نظر گرفته می شود در حالی که در عدد کمتر از ۱۰درصد است.

۳-۵ برج های شبکه ای[۱]

در محاسبه «پیشانی» بار باد روی سطح برج ها، سطح جامد پیشانی هم جهت بـا بـاد حاصلضـرب ضرایب نیروی کلی زیر است:

برای برج های ترکیب شده از مقاطع کنار تخت: $۱/۷(۱+\eta)$

برای برج های ترکیب شده از مقاطع حلقوی:

چنانچه $D_{V_s} \prec 6 m^2/s$ باشد، مساوی با $۱/۲(۱+\eta)$ است.

۱-Lattice towers

چنانچه $D_{V_s} \geq 6 m^2/s$ باشد، مساوی با ۱/۴ است.

مقدار η از جدول ۳ برای $a/b = 1$ مطابق با نسبت جامدیت پیشانی در جهت باد مورد قبول است. حداکثر بار باد ایجاد شده روی سطح برج، هنگامی است که باد به یک گوشه مـی وزد. ایـن بـارمی تواند ۱/۲ برابر برای «پیشانی» بار مورد قبول باشد.

۴-۵ قطعات متمایل شده به جهت باد (اجزاء جداگانه، قاب ها، غیره)

چنانچه باد با زاویه نسبت به محور طولی یک عضو (جزء) یا به طرف سطح یک قاب بـوزد، نیـرو در جهت باد (F)، بر حسب نیوتن، از تساوی زیر بدست می آید:

$$F = A_P C_f Sin^2\theta$$

که در فرمول فوق:

C_f, P, A, F در جدول ۴ تعریف شده اند.

θ زاویه باد $(\theta \prec 90^o)$ نسبت به محور طول یا پیشانی است.

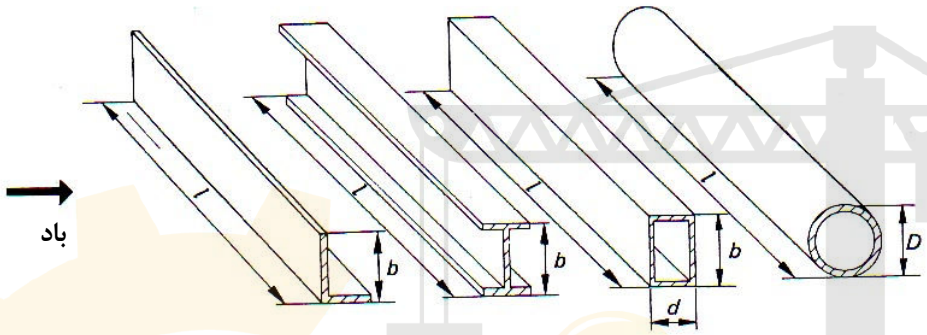
جدول ۱- سرعت ها و فشارهای باد خارج از محدوده سرویس

نوع جرثقیل	سرعت باد (متر بر ثانیه)	فشار باد (کیلو پاسکال)
a) جرثقیل هائی که بدلخواه در برابر عمل باد ایمن می شوند، و صـرفاً بـرای کار در بادهای آرام طراحی شده اند (مثلاً جرثقیل هـای شاسـی کوتـاه بـا بازوهائی که می تواند بدلخواه به طرف زمین پائین بیاید).	۱۴	۰/۱۲۵
b) تمام انواع معمولی جرثقیل نصب شونده در فضای باز.	۲۰	۰/۲۵
c) حمل کننده نوع تخلیه کننده که باید بطور مداوم در بادهای تند کار کند.	۲۸/۵	۰/۵۰

جدول ۲- ضرایب نیرو

نوع	شرح		باریکی آئرودینامیکی l/b یا l/D				
			۵	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰
اجزاء جداگانه	مقاطع حلقـوی، چهـارگوش، مقـاطع توخالی، ورق های تخت		۱/۳	۱/۳۵	۱/۶	۱/۶۵	۱/۷	۱/۹
	مقاطع حلقوی چنانچه $D_{V_s} \prec 6 m^2/s$ باشد چنانچه $D_{V_s} \geq 6 m^2/s$ باشد		۰/۷۵ ۰/۶۰	۰/۸۰ ۰/۶۵	۰/۹۰ ۰/۷۰	۰/۹۵ ۰/۷۰	۱/۰ ۰/۷۵	۱/۱ ۰/۸
		$b/d \geq$						
		۲	۱/۵۵	۱/۷۵	۱/۹۵	۳/۱	۲/۲	
		۱	۱/۴۰	۱/۵۵	۱/۷۵	۱/۸۵	۱/۹	
		۰/۵	۱/۰	۱/۲	۱/۳	۱/۳۵	۱/۴	
		۰/۲۵	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۱/۰	۱/۰	
شاسی های	مقاطع بغل تخت		۱/۷					

شبکه ای مجزا	مقاطع حلقوی چنانچه $D_{V_S} \prec ۶ m^۲/s$ باشد چنانچه $D_{V_S} \geq ۶ m^۲/s$ باشد	۱/۲ ۰/۸
ماشِن آلات ساختمانی و غیره	سازه چهارگوش روی زمین یا پایه جامد پوشیده شده (ازجریان هوا در زیر سازه جلوگیری شده است)	۱/۱



$\frac{۱}{D}$ یا $\frac{۱}{b}$ = $\frac{\text{طول جزء عضو)}}{\text{طول مقطع مقابل باد}}$ = مقطع آئرودینامیکی

$\frac{b}{d}$ = $\frac{\text{عرض مقطع مقابل باد}}{\text{عمق مقطع موازي با رر جر باد}}$ = نسبت مقطع (برای مقاطع صندوق)

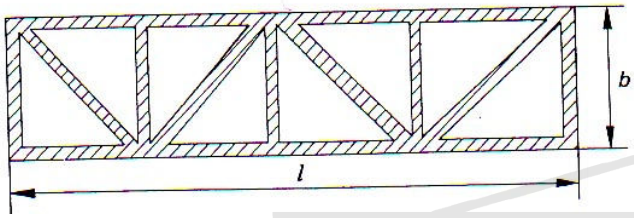
شکل ۱-مقطع آئرودینامیکی و نسبت مقطع

جدول ۳- فاکتورهای سپر شدن (η)

نسبت فضائی a/b	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵	≥ ۰/۶
۰/۵	۰/۷۵	۰/۴	۰/۳۲	۰/۲۱	۰/۱۵	۰/۱
۱/۰	۰/۹۲	۰/۷۵	۰/۵۹	۰/۴۳	۰/۲۵	۰/۱
۲/۰	۰/۹۵	۰/۸	۰/۶۳	۰/۵	۰/۳۳	۰/۲
۴/۰	۱	۰/۸۸	۰/۷۶	۰/۶۶	۰/۵۵	۰/۴۵
۵/۰	۱	۰/۹۵	۰/۸۸	۰/۶۶	۰/۷۵	۰/۶۸
۶/۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱

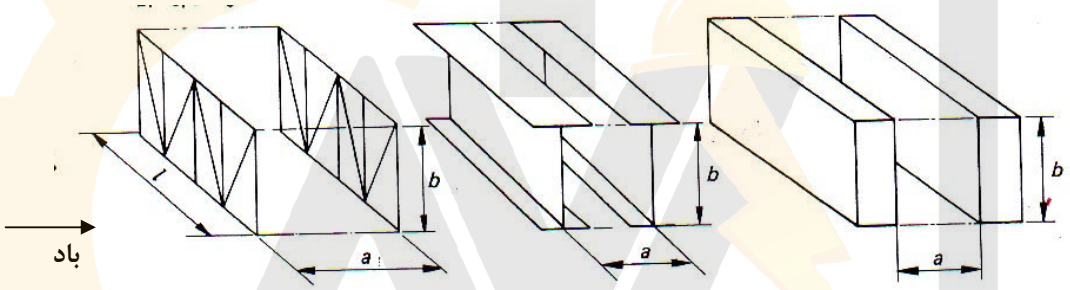
آریا ایمن آوات

a) نسبت صلبیت



$$\text{نسبت صلبیت } \frac{A}{A_e} = \frac{\text{مساحت قسمتهای جامد (هاشورخورد)}}{\text{مساحت احاطه شده}} = \frac{\sum A_{members}}{b \times l}$$

b) نسبت فضائی



$$\text{نسبت فضائی} = \frac{\text{فاصله بین لبه‌های مقطع مقابل باد}}{\text{عرض جزء (عضو)}} = \frac{a}{b}$$

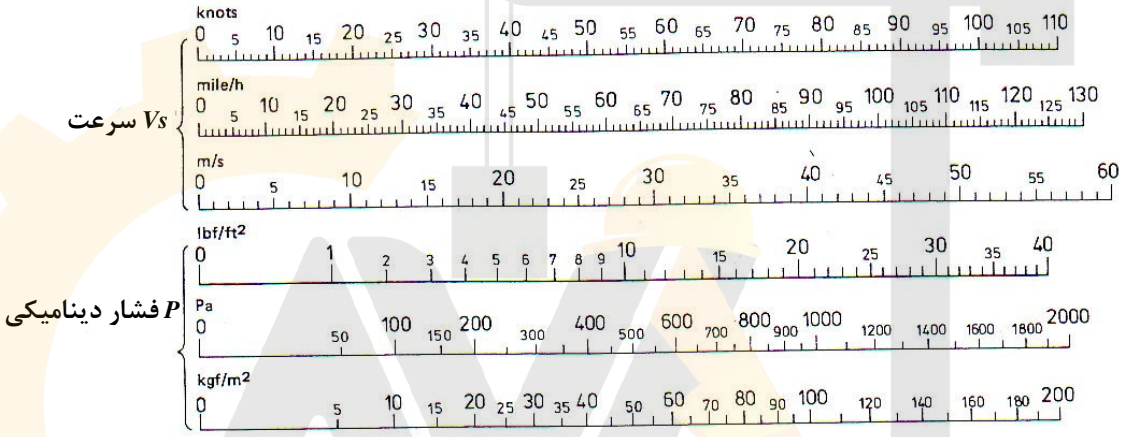
شکل ۲- نسبت صلبیت و نسبت فضائی

آریا ایمن آوات

پیوست الف

(اطلاعاتی)

نمودار تبدیل برای فشار دینامیکی و سرعت باد



آریا ایمن آوات

آریا ایمن آوات

ICS: 53.020.20

صفحه : ۸