

مقدمه مترجمین:

با توجه به رشد روز افزون جمعیت و به دنبال آن افزایش تقاضای ساختمان هایی با کاربری های متفاوت، تامین امنیت افراد در سازه هایی که تحت بارهای مختلف قرار دارند، ضرورت پیدا می کند. یکی از این بارهای وارد بر ساختمان، بار برف است که بخشی از آسیب های وارد بر سازه ناشی از برآورد نادرست یا نامناسب آن می باشد.

متأسفانه آیین نامه ها در ایران تفسیر به رای و نفس می شود و در انتهای آن آیین نامه ها حتی مراجع نیز وجود ندارد! متولی ارائه تفسیر هر آیین نامه ای در جهان همان انجمن یا انستیتو تحقیقاتی می باشد که همزمان با انتشار خود آیین نامه منتشر می گردد، مانند آیین نامه های آمریکایی، ژاپنی، کانادایی و غیره. امید است که در سال های آتی این مشکل در ایران نیز ریشه کن گردد. پس از انتشار آیین نامه، نظرات جمع آوری می گردد و سوالات متداول به همراه مسائلی که در آن ابهام، ابهام یا سوء تفاهم پیش می آید باز از طرف خود ناشر به صورت کتبی در دست طراحان قرار میگیرد. پروفیسور Michael O'Rourke نویسنده کتاب حاضر *ASCE 7-10 Guide to the Snow Load Provisions* نیز در کمیته تدوین استاندارد بارگذاری آمریکا حضور دارد و این کتاب را پس از هر سری از نشر آیین نامه تالیف و در دسترس مهندسين عمران و معماری قرار می دهد. متأسفانه به واسطه تحریم ها، این کتاب به صورت چاپ شده فیزیکی موجود نمی باشد و یا تعداد خیلی وجود دارد. بنابراین بر آن شدیم که جهت رفع ابهامات، بواسطه نزدیکی 95 درصدی مبحث 6 بارگذاری به *ASCE 7* این کتاب را ترجمه نموده تا مهندسين کشور ما نیز از آن استفاده ببرند.

این موضوع در مبحث 6 مقررات ملی ساختمان لحاظ شده است اما نظر به این که حالت های مختلف بار برف و عوامل موثر در آن فراتر از اختصاص چند صفحه در این مبحث می باشد، نیاز به یک منبع جامع تر در این خصوص احساس می شد؛ از این رو تصمیم گرفتیم تا با ترجمه کتاب راهنمای بار برف *ASCE* (انجمن مهندسان عمران آمریکا) تا حد ممکن این خلاء را پر کنیم. در این کتاب که شامل 13 فصل می شود، جنبه ها و حالت های مختلف بار برف به همراه مثال هایی که در انتهای هر فصل آورده شده است، تشریح می شوند. این مثال ها کاربرد صحیح ضوابط بار برف در آیین نامه *ASCE 7-10* را نشان می دهند. در فصل اول به معرفی اجمالی کتاب و اهداف تالیفی آن پرداخته شده است. فصل های 2 تا 10 که منطبق بر فصول آیین نامه *ASCE 7-10* هستند، در بردارنده مضامینی چون، بار برف روی زمین، بار برف روی سقف های تخت، بار برف روی سقف های شیب دار، بارهای نسیبی، بارهای نامتعادل، انباشتگی برف در سقف پایین تر، پیش آمدگی های سقف، بارهای ناشی از لغزش برف و بارهای مضاعف باران روی برف هستند. در فصل 11 موضوعات ناپایداری ناشی از سطح آبیگری سقف و سقف های موجود بررسی می گردد. همچنین به سه نمونه طراحی بار برف در فصل 12 اشاره می شود. در نهایت، در فصل 13 به سوالات متداول در رابطه با بار برف پاسخ داده خواهد شد است.

با وجود تلاش های فراوان، مطمئناً هیچ اثری خالی از اشکالات نگارشی نخواهد بود، بنابراین پیشاپیش از حضور تک تک خوانندگان کتاب عذرخواهی می نماییم. لطفاً برای ارائه نظرات و انتقادات به ما، و همچنین خرید سایر آثار منتشر شده به وب سایت www.Farbook.ir مراجعه و یا با شماره 021-66953774 (نشر دانشگاهی فرهمند) تماس حاصل فرمایید.

فهرست مطالب:

6.....	فصل اول: معرفی.....
9.....	فصل دوم: بار برف روی زمین.....
14.....	فصل سوم: بار برف روی سقف های تخت.....
27.....	فصل چهارم: بار برف روی سقف های شیب دار.....
34.....	فصل پنجم: بارهای نسبی.....
45.....	فصل ششم: بارهای نامتعادل.....
59.....	فصل هفتم: انباشتگی برف در سقف های پایین تر.....
77.....	فصل هشتم: پیش آمدگی های سقف.....
85.....	فصل نهم: بارهای ناشی از لغزش برف.....
93.....	فصل دهم: بارهای مضاعف باران روی برف.....
99.....	فصل یازدهم: ناپایداری ناشی از سطح آگیری سقف و سقف های موجود.....
101.....	فصل دوازدهم: نمونه های طراحی.....
119.....	فصل سیزدهم: پرسش ها و پاسخ های متداول.....
144.....	پیوست: فصل 7 آیین نامه مبحث 6 بخش بارگذاری برف.....
177.....	واژه نامه.....

فصل اول: معرفی

هدف اصلی در مهندسی سازه، طراحی سازه هایی است که ظرفیت آن ها به اندازه قابل قبولی بیشتر از بارهای مورد انتظار باشد. این راهنما در نظر دارد که در محاسبات بارهای مورد انتظار به خصوص بار برف که در آیین نامه ASCE 7-10 به آن ها اشاره شده، به مهندسان کمک کند. در نیمی از ایالات، بار برف بیش از بار باد و یا بار زنده سقف، در کنترل مجموعه بارهای سقف نقش دارد، به خصوص زمانی که بار برف روی زمین برابر با 20 lb/ft^2 (0.95 KN/m^2) یا بیشتر از آن باشد؛ بارگذاری بار برف حداقل در کنترل برخی از اعضای سازه‌ای سقف اثرگذار خواهد بود.

بارگذاری بار برف یکی از دلایل شایع و پرهزینه مشکلات عملکردی سازه به خصوص ریزش آن است. به عنوان مثال، موسسه سوابق بیمه، طوفان ساحل شرقی سال 1993 را که خسارتی حدود 1.75 میلیارد دلار به جا گذاشت، در شمار 15 مورد از بدترین حوادث طبیعی ایالت متحده آمریکا به لحاظ مبلغ دریافتی از بیمه قرار داد (NRC 1999). همان گونه که در جدول G1-1 نشان داده شده است، این طوفان که 20 ایالت را درنوردید و همچنین به نام کولاک شدید قرن نیز خوانده می شود، بسیار پر خسارت تر از آتش سوزی تپه Okland و طوفان Fran و Iniki بود. زمین لرزه Loma Prieta که خسارت آن 960 میلیون دلار تخمین زده شد، هم در این رتبه بندی قرار ندارد. با اینکه زمستان 1992-1993 به لحاظ تلفات ناشی از برف دارای رکورد است، اما یک شرکت بزرگ بیمه خبر از آن می دهد که زمستان سال بعد یعنی 1993-1994 هم خسارت قابل توجهی در حدود 100 میلیون دلار به همراه داشته است. از این رو، آشنایی با بارگذاری بار برف و ضوابط آن برای مهندسان سازه‌ای که در طراحی ساختمان دخیل هستند، الزامی است.

سیستم‌های قاب بندی سقف‌های سبک به طور ویژه‌ای در مقابل اضافه بار برف دارای حساسیت هستند. تفسیر ASCE 7-10 به اهمیت میزان اضافه بار برف به میزان افزایش نسبت بار زنده به بار مرده اشاره می کند. حالتی را در نظر بگیرید که بار برف برابر با 25 lb/ft^2 (1.2 KN/m^2) و اضافه بار برف برابر با 15 lb/ft^2 (0.72 KN/m^2) می باشد. اگر بار مرده برابر با 50 lb/ft^2 ($2/4 \text{ KN/m}^2$) باشد (نسبت بار مرده به بار زنده برابر است با $0/5 = \frac{25}{50}$)؛ بنابراین، 15 lb/ft^2 که اضافه بار برف است، برابر با 20% اضافه بار در بار کلی می باشد ($1.2 = \frac{90}{75}$). از سوی دیگر، اگر بار مرده برابر 5 lb/ft^2 (0.24 KN/m^2) باشد (نسبت بار زنده به بار مرده، $5 = \frac{25}{5}$)، 15 lb/ft^2 که اضافه بار برف است، در این حالت برابر با 50% اضافه بار در بار کلی است ($1.5 = \frac{45}{30}$).

چنین تفاوت‌هایی زمانی بروز می کند که اطلاعات مورد بررسی کافی نباشند. به عنوان مثال، یکسری از حوادث ناشی از بارندگی ترکیبی (برف، یخ و باران) در شمال غربی اقیانوس آرام در فصل تعطیلات 1996-1997 منجر به وارد شدن خسارت به بیش از 1600 سازه گردید. اطلاعات دقیق‌تر درباره مجموعه‌ای شامل 88 سازه در گزارشی که انجمن مهندسان سازه واشنگتن (SEAW) در سال 1998 ارائه کرد آمده است. در این مجموعه اغلب سیستم‌های سقفی که دچار خسارت شدند از نوع سقف‌های تخت، سقف‌های ساخته شده با چوب چندلای آماده (36 تا از 88 مورد)؛ سقف‌های خرابی چوبی از جمله دهانه کوتاه و دهانه بلند، سقف خرابی چوبی بوسترینگ - نوعی خرابی قوسی - (18 تا 88 مورد)، سیستم سقف ساختمان‌های فلزی (7 تا از 88 مورد) و سیستم های خریا- شاه تیری چوبی (7 از 88) بودند. اخیراً مرکز انجمن مهندسان سازه واشنگتن در Spokane (شهری در شرق واشنگتن) در طی گزارشی به 95 مورد از سازه‌هایی که در منطقه Coeur d'Alene و در زمستان 2009-2008 دچار فروریزش شدند، اشاره کرد. از این تعداد، 27 مورد از گروه سازه‌های ثانویه (مانند سایه بان‌ها، پارکینگ‌های بدون سقف و پارکینگ ساختمان های مسکونی) بودند. در میان 68 سازه اصلی، 24 تا از آن‌ها خرابی‌های چوبی با اتصالات ورقی با میخ، 15 تا خرابی ساخته شده با الوار قطور و 11 تا ساختمان‌های فولادی مهندسی طرح شده بودند. عدم وجود دو سیستم نسبتاً

سنگین سقف‌های بتن مسلح و پیش‌تنیده در لیست SEWA دور از انتظار نیست. به ندرت می‌توان شاهد فروریزش دال تخت، دال تخت قارچی، تیرچه‌های یک طرفه یا نوع دیگری از ساختمان‌های بتنی بود.

در جدول G1-2 نوع بار برفی که دلیل اصلی ریزش نسبی یا کلی سازه شده در بیش از 50 ساختمان ارائه شده است. جدول G1-2 نشان می‌دهد که انباشتگی روی دیوار و دست انداز سقف و بارگذاری ناشی از انباشتگی روی سقف زیر شیروانی (بارگذاری نامتعادل ناشی از انباشتگی در یک سمت از خط الراس (محل تقاطع دوشیب)) باعث 33 و 22 درصد از خرابی‌ها شده اند. انباشتگی‌های ترکیبی نیز دلیل 15 درصد از خرابی‌ها هستند. برای مثال، شکل هندسی یک سقف زیر شیروانی با خط الراسی در راستای شرقی - غربی که در مجاورت یک سازه بلند قرار دارد، می‌تواند باعث انباشتگی از نوع ترکیبی شود. بادی که از جنوب شرقی می‌وزد، منجر به بارهای انباشتگی در گوشه شمال غربی سقف پایین‌تر می‌شود. این انباشتگی تا حدودی ناشی از انباشتگی روی دست انداز سقف (مؤلفه شرقی باد) در ترکیب با انباشتگی روی سقف زیر شیروانی (مؤلفه جنوبی باد) می‌باشد. از این رو، انباشتگی سقف از یک لحاظ سبب حدود 70% از خرابی‌ها است. دلایل دیگر به مقدار ناچیزی مربوط به بارگذاری یکنواخت روی ساختمان‌هایی با سقف باز و سازه‌های صنعتی سردکننده (15%) و بارهای ناشی از لغزش (2%) هستند. بقیه موارد شامل فروپاشی‌های جزئی هستند که به علت تشکیل سد کننده‌های ریزش یخ در لبه پایینی بام ساختمان اتفاق می‌افتند، تعدادی نیز به دلیل از بین رفتن مهاربندی در بال تیرها در ساختمان‌های فلزی و مانند آن روی می‌دهند.

۱۵ مورد از بزرگترین فاجعه‌های طبیعی در آمریکا		
سال	حادثه	برآورد خسارت بیمه (میلیارد دلار، در سال وقوع حادثه)
۲۰۰۵	طوفان کاترینا	۴۰
۱۹۹۲	طوفان اندرو	۱۵.۵
۱۹۹۴	زمین‌لرزه نورث‌دریج	۱۴.۵
۲۰۰۳	طوفان چارلی	۷.۵
۲۰۰۳	طوفان ایوان	۷.۱
۲۰۰۵	طوفان ویلما	۶.۱
۲۰۰۳	طوفان ریتا	۴.۷
۲۰۰۵	طوفان فرانسیس	۴.۶
۱۹۸۹	طوفان هوگو	۴.۳
۲۰۰۳	طوفان بین	۳.۷
۱۹۹۵	طوفان آیل	۳.۱
۱۹۹۳	طوفان زمستانی در ۲۰ ایالت	۱.۸
۱۹۹۱	آتش‌سوزی تبه اوکلند	۱.۷
۱۹۹۶	طوفان فرین	۱.۶
۱۹۹۲	طوفان اینکی	۱.۶

جدول G1-1. منبع: NRC (1999)، ارتباط شخصی با James Florey، موسسه اطلاعات بیمه

خطرات ناشی از انواع مختلف بار برف		
درصد	تعداد موارد	نوع بار برف
۳۳	۱۲	آبناستگی روی دست انداز سقف
۱۱	۶	آبناستگی روی دیوارهای جان‌پناه
۳۳	۱۲	آبناستگی روی سقف شیبدار
۱۵	۸	آبناستگی تورکیسی
۱۵	۸	ساختمان‌های بدون سقف سردخانه‌ها
۳	۱	لغزش برف
۱۳	۷	دیگر موارد
۱۰۰	۵۴	کل

جدول G1-2. توجه داریم که این داده‌ها حاصل تلاش‌های قانونی و مهندسی نویسنده در طی 15 سال گذشته است.

هدف از این کتاب راهنما ارائه توضیحات کاملی در خصوص ضوابط بارگذاری بار برف مندرج در بخش 7 آیین‌نامه ASCE/SEI 7-10 و کتاب طراحی حداقل بارها برای ساختمان‌ها و دیگر سازه‌ها برای مهندسان سازه است. در این کتاب راهنما تحقیق و استدلال تشکیل دهنده اساس این ضوابط و همچنین شرح کاربرد آن‌ها به واسطه مثال‌های متعدد ارائه می‌شود؛ بنابراین، کاربر نه‌تنها با نحوه استفاده از این ضوابط آشنا خواهند شد، بلکه به دلیل و برهانی که در پس هر قانون هست پی می‌برد. در نتیجه، کاربران می‌توانند موضوعات مربوط به بارگذاری غیرمعمول بار برف را که به طور مستقیم در آیین‌نامه ASCE 7-10 به آن‌ها اشاره نشده است، بررسی کنند.

فصل 2 تا 10 این کتاب راهنما مطابق با بخش‌های آیین‌نامه ASCE 7-10 نام‌گذاری و شماره‌گذاری شده است. به‌عنوان مثال، بارگذاری نسبی در فصل 5 این کتاب و بخش 7.5 آیین‌نامه ASCE 7-10 بررسی شده است. این راهنما فصل مجزایی برای بخش 1.7 ندارد، زیرا علامت‌ها و نمادهای ارائه شده آن، در این کتاب هنگامی که برای اولین بار مورد استفاده قرار می‌گیرند، تعریف خواهند شد. فصل 11 مطابق با اصول بخش‌های 7.11 و 7.12 در آیین‌نامه ASCE 7-10 است. در فصل 12، سه نمونه طراحی کامل بار برف ارائه می‌شود و در فصل 13 به سؤالات متداول (FAQs) پاسخ داده خواهد شد.

مثال‌هایی که در انتهای فصل‌های 2 تا 10 به آن‌ها اشاره می‌شود، کاربرد صحیح ضوابط بار برف در آیین‌نامه ASCE 7-10 را نشان می‌دهند. فصل 11 دربردارنده اطلاعاتی در زمینه ضوابط مندرج در بخش‌های 7.11 و 7.12 آیین‌نامه ASCE 7-10 است و فصل 13 به دیدگاه‌ها، استدلال‌ها و ایده‌های مرتبط با موضوعات بارگذاری بار برف اشاره می‌کند که در آیین‌نامه ASCE 7-10 پوشش داده نشده‌اند. به همین ترتیب، روش‌ها و رویکردهایی که در فصل 13 ارائه شده‌اند، تفسیری رسمی از آیین‌نامه ASCE 7-10 نمی‌باشند و تنها نقش راهنما را دارند.