مهم‌ترین تغییرات مبحث ششم (بر اساس پیش‌نویس ۹۶)

بار باد

بعد از انتشار مبحث ششم در سال ۹۲، این مبحث کاملاً متحول شد، به طوری که در بخش‌هایی مثل بارگذاری باد و برف تفاوت‌های عمده‌ای به وجود آمد. بنا به دلایلی که از حوصله این دست نوشته خارج است، مباحث مقررات ملّی ساختمان باید تا پیش از پایان سال ۹۲ به بازار عرضه می‌شد که این خود موجب بروز اشتباهات نگارشی و به دنبال آن انتشار غلطنامه گردید. همچنین در برخی موارد مثل بحث بارگذاری باد بسیاری از مسائل مسکوت ماند. از همین رو طراحان برای بارگذاری موارد خاص ناگزیر به استفاده از استانداردهای خارجی مثل ASCE7 و NBCC می‌شدند. مبحث ششم به استثنای بخش مربوط به باد عمدتاً برگرفته از استاندارد ASCE7 است. این در حالی است که بنا به دلایلی این بخش بر اساس استاندارد NBCC که همان آیین‌نامه ملی بارگذاری کانادا است، تهیه و تنظیم گردید. به همین دلیل در ترکیبات بارگذاری شامل بار باد، ترکیبات مبحث ششم متفاوت از ترکیبات آیین‌نامه مادر یا همان ASCE7-05 بود.

اصلی‌ترین پارامتر در محاسبه فشار مبنای باد، سرعت مبنای باد است. این سرعت با دورهٔ بازگشت ۵۰ ساله در آیین‌نامه کانادا و مبحث ششم تحت عنوان سرعت میانگین ساعتی بیان شده است، حال آنکه در استاندارد ASCE7 معیار سنجش سرعت تندبادی ۳ ثانیه‌ای است. از آنجایی که معیار سنجش سرعت باد در مراجع کشورمان با آیین‌نامه کانادا همخوانی بیشتری داشت، طبیعتاً روابط از روی همین آیین‌نامه در بخش باد بازنویسی شد. متن پیوست شده از ویکی‌پدیا به این موضوع اشاره دارد.

Design of structures [edit]

Main article: Wind engineering

Wind speed is a common factor in the design of structures and buildings around the world. It is often the governing factor in the required lateral strength of a structure's design.

Anemometer on an outdoor stage set, to measure wind speed

In the United States, the wind speed used in design is often referred to as a "3-second gust" which is the highest sustained gust over a 3-second period having a probability of being exceeded per year of 1 in 50 (ASCE 7-05). This design wind speed is accepted by most building codes in the United States and often governs the lateral design of buildings and structures.

In Canada, reference wind pressures are used in design and are based on the "mean hourly" wind speed having a probability of being exceeded per year of 1 in 50. The reference wind pressure (q) is calculated in Pascals using the following equation (ref: NBC 2005 Structural Commentaries - Part 4 of Div. B, Comm. I): $q=(1/2)pV^2$ where p is the air density in kg/m^3 and V is wind speed in m/s.

Historically, wind speeds have been reported with a variety of averaging times (such as fastest mile, 3-second gust, 1-minute and mean hourly) which designers may have to take into account. To convert wind speeds from one averaging time to another, the Durst Curve (Ref: ASCE 7-05 commentary Figure C6-4, ASCE 7-10 C26.5-1) was developed which defines the relation between probable maximum wind speed averaged over t seconds, V_t, and mean wind speed over one hour V_{3600}.

در استاندارد ASCE7 فشار مبنای باد یا همان qz از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$[\text{In SI: } q_z = 0.613 K_z K_{zt} K_d V^2 I \ (\text{N/m}^2);\ V \text{ in m/s}]$$

در مبحث ششم ویرایش ۹۶ (پیش‌نویس) فشار باد از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d$$

در مبحث ششم ویرایش ۹۲ فشار باد از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$p = I_w q C_e C_g C_p$$

در مبحث ششم ویرایش ۹۶ پارامتری به نام C_d اضافه شده که در NBCC وجود نداشته و در واقع همان ضریب K_d در استاندارد ASCE7 است. این پارامتر در ادامه شرح داده شده است. در ادامه، ترکیبات بارگذاری مباحث ششم ویرایش ۹۲ و ۹۶ و ASCE7-05 را ملاحظه می‌فرمایید. ضریب بار باد در ترکیبات بارگذاری ویرایش ۹۲ برابر با ۱/۴ و مشابه استاندارد NBCC است؛ اما هیئت تدوین مبحث ششم در یک اقدام پسندیده به جهت یکسان‌سازی ترکیبات بارگذاری این مبحث با استاندارد ASCE7 ضریب K_d یا همان C_d را به رابطه مربوطه اضافه نمودند. به این ترتیب در مبحث ششم ویرایش ۹۶ ضریب بار باد مشابه ASCE7-05 برابر با ۱/۶ گردیده است.

۶-۱۰-۱۲- ضریب هم راستایی باد C_d

ضریب هم راستایی باد به منظور در نظر گرفتن احتمال هم راستایی جهت باد، ساختمان و ضریب **فشار مربوط در همان** جهت باد پیشبینی شده است. بجز در ساختمانها و حالات زیر، ضریب هم راستایی C_d **برابر با ۰/۸۵ اختیار میشود.**

۱-دودکشها، منابع و ساختمانهای مشابه با مقطع مربع C_d=۰/۹ ، با مقطع **دایره یا هشت ضلعی** C_d=۰/۹۵

۲-پایه های انتقال نیرو(برجهای خرپایی) با مقطع مثلث، مربع ومستطیل C_d=۰/۸۵ ، **با سایر مقاطع** C_d=۰/۹۵

Structure Type	Directionality Factor K_d*
Buildings ✓ Main Wind Force Resisting System Components and Cladding	 0.85 0.85
Arched Roofs	0.85
Chimneys, Tanks, and Similar Structures Square Hexagonal Round	 0.90 0.95 0.95
Solid Signs	0.85
Open Signs and Lattice Framework	0.85
Trussed Towers Triangular, square, rectangular All other cross sections	 0.85 0.95

ترکیبات بارگذاری ASCE7-05

1,4(D + F)
1,2(D + F + T) + 1,6(L + H) + 0,5(L_r or S or R)
1,2D + 1,6(L_r or S or R) + (L or 0,8W)
1,2D + 1,6W + L + 0,5(L_r or S or R)
1,2D + 1,0E + L + 0,2S
0,9D + 1,6W + 1,6H
0,9D + 1,0E + 1,6H

ترکیبات بارگذاری مبحث ششم ویرایش ۹۶

1) ۱/٤D
2) ۱/۲D+۱/٦L+۰/۵(L_r یا S یا R)
3) ۱/۲D+۱/٦(L_r یا S یا R)+[L یا ۰/۵(۱/٦W)]
4) ۱/۲D+۱/٦W+L+۰/۵(L_r یا S یا R)
5) ۱/۲D+E+L+۰/۲S
6) ۰/۹D+۱/٦W
7) ۰/۹D+E

ترکیبات بارگذاری مبحث ششم ویرایش ۹۲

۱) ۱٫۴D
۲) ۱٫۲D+۱٫۶L+۰٫۵(L_r یا S یا R)
۳) ۱٫۲D+۱٫۶(L_r یا S یا R)+[L یا ۰٫۵(۱٫۴W)]
۴) ۱٫۲D+ ۱٫۰(۱٫۴W)+L+۰٫۵(L_r یا S یا R)
۵) ۱٫۲D+۱٫۰E+L+۰٫۲S
۶) ۰٫۹D+۱٫۰(۱٫۴W)
۷) ۰٫۹D+۱٫۰E
۸) ۱٫۲D+۰٫۵L+۰٫۵(L_r یا S)+۱٫۲T
۹) ۱٫۲D+۱٫۶L+۱٫۶(L_r یا S)+۱٫۰T

به‌عنوان نمونه برای سازه‌های ساختمانی اثر این ضریب در نهایت به این شکل اثر خود را نشان می‌دهد.

$$1.6 \times C_d = 1.6 \times 0.85 = 1.36 \cong 1.4$$

به این ترتیب باوجود افزایش ضریب بار باد در ترکیبات بارگذاری از ۱/۴ به ۱/۶ در نهایت، سازه برای همان شدت بار باد طراحی خواهد شد.

مورد دیگری که به‌درستی اضافه شده، کنترل تغییر مکان سازه برای ترکیبات بارگذاری و بار باد با دورهٔ بازگشت ۱۰ سال به‌جای ۵۰ سال است. سرعت باد ۱۰ ساله نسبت به ۵۰ سال تقریباً ۰/۸ است که مجذور آن در نهایت ضریب ۰/۶۴ در فشار مبنای باد خودش را نشان می‌دهد.

۶-۱۰-۱۵- کنترل سازه ساختمانها در برابر باد سطح بهره برداری

به منظور جلوگیری از آسیب دیدن اجزاء غیر سازه‌ای، حداکثر تغییر شکل جانبی نسبی ساختمانها در ترکیب بار ۱ بند ۶-۲-۵-۲ ، باید به ۰/۰۰۲۵ ارتفاع هر طبقه محدود شود. در این ترکیب بار، W_{ser}، بار باد سطح بهره برداری است که بر مبنای دوره بازگشت ده ساله باد در منطقه محاسبه میشود. برای تعیین این سرعت میتوان از ۰/۸ سرعت مبنای باد (بند ۶-۱۰-۲) استفاده نمود.

چنانچه اجزاء پوششی یا نما، با تغییر شکل کمتری آسیب ببینند، محدودیت این اجزاء جایگزین عدد فوق خواهد شد.

۶-۲-۵-۲ تغییرمکان نسبی جانبی

تغییرمکان نسبی جانبی طبقات قاب ها و دیوارها و سایر اعضای قائم ساختمان ها تحت ترکیب های زیر نباید از مقادیر مجاز آیین نامه های طراحی تجاوز نماید.

1) $D + 0.5\,L + 0.5\,(Lr \text{ یا } S) + W_{ser}$ → ۰/۶۴ $W_{۵۰}$

بنابراین کافی است در ترکیب بار مربوط به کنترل تغییر مکان سازه، ضریب بار باد برابر با ۰/۶۴ در نظر گرفته شود. این در حالی است که در استاندارد NBCC این مورد با ضریب رفتار حد سرویس اعمال می‌گردد.

$$W = I_w \boxed{qC_eC_gC_p} \qquad [1]$$

Importance Category	Importance Factor, I_w	
	ULS	SLS
Low	*0.8*	*0.75*
Normal	*1.0*	*0.75*
High	1.15	0.75
Post-Disaster	1.25	0.75

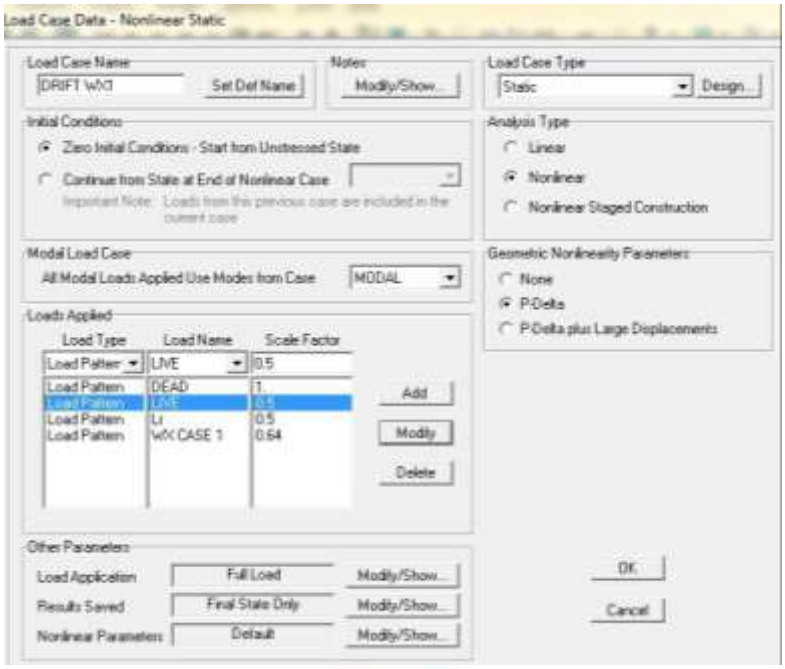
مورد دیگر حد مجاز تغییر مکان جانبی سازه برای بار باد است (جدول زیر از استاندارد متحد اروپا).

Type of Building	Limits
INDUSTRIAL BUILDINGS (a) Steel sheeted walls, no ceilings, no internal partitions against external walls or columns, no gantry cranes	*h*/150
(c) As in 1(a) but with external masonry walls supported by steelwork	*h*/250

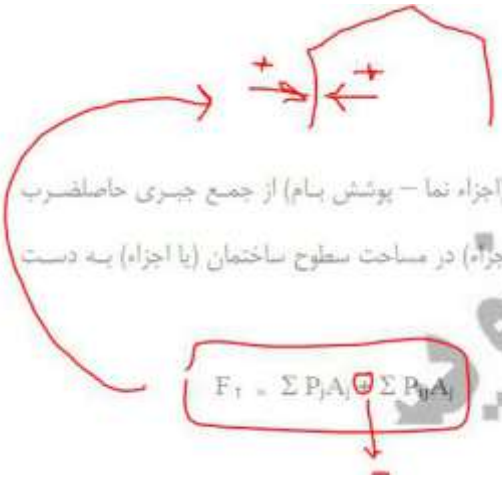
اگر بند C از جدول فوق را ملاک قرار دهیم و بخواهیم مقایسه‌ای با مبحث ششم ویرایش ۹۶ با لحاظ ضریب ۰/۶۴ که پیش‌تر به آن اشاره شد داشته باشیم، خواهیم داشت؛

$$\frac{h}{\frac{1}{0.0025}} \times 0.64 = \frac{h}{256} \cong \frac{h}{250}$$

در نرم‌افزار SAP2000 برای کنترل تغییر مکان سازه با لحاظ اثر پی دلتا به‌جای ساخت ترکیب بار، باید یک LOAD CASE به‌صورت غیرخطی مطابق شکل زیر ایجاد شود.



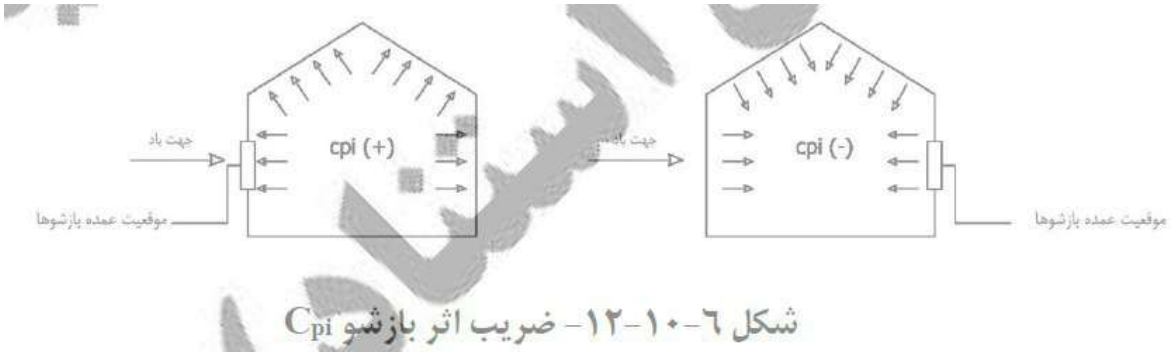
در مبحث ششم ترکیب فشار خارجی و داخلی به شکل نادرستی تعریف شده که در نهایت باعث اشتباه شدن محاسبات در انتها خواهد شد. به شکل‌های زیر دقت فرمایید.



۶-۱۰-۵- نیروی باد

بار خالص باد، F_T . برای کل ساختمان یا اجزاء پوشش ساختمان (اجزاء نما – پوشش بام) از جمع جبری حاصلضرب فشارها یا مکشهای داخلی وخارجی وارد برسطوح ساختمان (یا اجزاء) در مساحت سطوح ساختمان (یا اجزاء) به دست می آید.

$$F_T = \Sigma P_j A_j + \Sigma P_{ij} A_j \qquad (۶-۱۰-۴)$$



شکل ۶-۱۰-۱۲- ضریب اثر بازشو C_{pi}

نویسنده: سید صادق علوی