روش طراحی سازه در ACI318-14
و تعریف ترکیب بارهای اتوماتیک در ETABS2015
به زبان ساده

مولف

مـرسـل مـتـقـی

لینک کانال رفع ابهامات استاندارد ۲۸۰۰

https://telegram.me/standardNo2800

@StandardNo2800

خرداد ۱۳۹۵

فـهـرسـت مـطالـب

فهرست | صفحه

۱-۱- مقدمه ۳
۱-۲- روش طراحی آیین نامه ۳
۱-۲-۱- ضرایب تقلیل مقاومت ۴
۱-۲-۲- ترکیب بارهای طراحی به روش مقاومت یا LRFD ۵
۱-۲-۳- ضرایب بار در حالات حدی بهره برداری ۸
۱-۳- تشریح بارها ۸
۱-۳-۱- بار مرده DEAD ۸
۱-۳-۲- بار زنده LIVE ۸
۱-۳-۳- بار برف Snow ۱۱
۱-۴- بار جانبی زلزله E ۱۱
۱-۵- ایجاد ترکیب بارها در نرم افزار ETABS2015 ..... ۱۳
۱-۵-۱- تنظیمات Load Pattern و معرفی الگوهای بار (ثقلی و جانبی) ۱۳
۱-۵-۲- تنظیمات Load Cases و تعریف زلزله متعامد (۱۰۰٪ و ۳۰٪) ۱۵
۱-۶- تعریف ترکیب بارها به صورت اتوماتیک ۱۸
۱-۷- مثال ها ۲۶

۱-۱- مقدمه

در این جزوه نحوه ایجاد ترکیب بارهای طراحی به روش طراحی مقاومت (روش آیین نامه بارگذاری آمریکا ASCE7) که همان روش طراحی ACI318-14 و روش طراحی مبحث 10 برای سازه های بتن‌آرمه برای سازه‌های فولادی می‌باشد، ارایه خواهد شد. در این جزوه ابتدا روش طراحی سازه‌ها تشریح و سپس نحوه ایجاد ترکیب بارها در ETABS2015 و نهایتاً چند مثال ارایه شده است.

۱-۲- روش طراحی آیین‌نامه

طراحی سازه در آیین‌نامه ACI 2014 بر اساس "طراحی براساس مقاومت" *(Design Strength)* انجام می‌شود. بطوری که سازه و اعضا آن طوری طرح می‌شوند که مقاومت اعضا از نیروی وارد بر آن که تحت ترکیب بارهای مشخص از تحلیل سازه بدست می‌آید، بیشتر باشد.

مقاومت مورد نیاز (*required strengths*) از ترکیب بارهای ضریب دار محاسبه می‌شود و مقاومت طراحی (*design strengths*) از حاصل ضرب ϕ در S_n (ϕS_n) تعیین خواهد شد. که ϕ ضریب تقلیل مقاومت است. بنابراین حاصل ϕS_n را مقاومت اسمی گویند (*nominal resistance*). این پروسه طراحی را **"طراحی بر اساس مقاومت** ***(Design Strength)*** **"** گویند.

4.6—Strength

4.6.1 Design strength of a member and its joints and connections, in terms of moment, axial force, shear, torsion, and bearing, shall be taken as the nominal strength S_n multiplied by the applicable strength reduction factor ϕ.

در آیین نامه های طراحی سازه‌های فولادی مانند AISC و مبحث 10 همین روش طراحی فوق به روش **LRFD** یا ضرایب بار و مقاومت (*Load and Resistance Factor Design*) معروف است. روش طراحی بر اساس مقاومت و روش LRFD، روشهای **حالات حدی طراحی** (*limit-states design*) هستند.

حالات حدی حالاتی هستند که عضو تا رسیدن به آن حالات وظایف خود را به نحو احسن انجام می‌دهد و پس از رسیدن به هر یک از این حالات قادر به انجام وظایف خود نخواهد بود.
حالات حدی طراحی دو نوع است:

۱- حالات حدی نهایی **(ultimate limit states)**

طبق ACI-14-Section 4.6.2 باید طراحی عضو چنان صورت گیرد که مقاومت طرح در تمام مقاطع عضو (ϕS_n) بزرگتر یا مساوی مقاومت مورد نیاز (بارهای ضریبدار وارد بر عضو) در آن مقاطع عضو باشد.

COMMENTARY (ACI 318R-14)

R4.6—Strength

The basic requirement for strength design may be expressed as follows:

design strength ≥ required strength

$$\phi S_n \geq U$$

4.6.2 Structures and structural members shall have design strength at all sections, ϕS_n, greater than or equal to the required strength U calculated for the factored loads and forces in such combinations as required by this Code or the general building code.

۲- حالات حدی بهره برداری (serviceability limit states)

این حالت وضعیتی است که معیارهای بهره‌برداری ساختمان مانند خزش، افت بتن، تغییرات دما، تغییرشکل‌های محوری، نشست شالوده و غیره را به حد قابل قبول می‌رساند.

4.7—Serviceability

4.7.1 Evaluation of performance at service load conditions shall consider reactions, moments, torsions, shears, and axial forces induced by prestressing, creep, shrinkage, temperature change, axial deformation, restraint of attached structural members, and foundation settlement.

روش طراحی بر اساس مقاومت

مقاومت مورد نیاز ≤ مقاومت طرح یا (مقاومت اسمی ×ϕ)

$$\phi S_n \geq U$$

اندیس u در آیین‌نامه نشان دهنده مقاومت مورد نیاز در سطح تلاشها است که تاثیر بار محاسبه شده از ترکیب بارهای ضریب‌دار می‌باشد مانند M_u, V_u, P_u. حاصل ترکیب (مجموع) بارهای ضریبدار U (بارهای وارد) است به عنوان مثال:

$$U=1.2D+1.6L$$
$$U=1.2D+1.0E+1.0L+0.2S$$

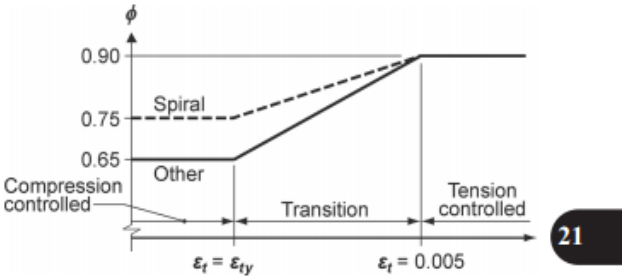
روند کار به این صورت است که طراحی بر اساس حالات حدی نهایی صورت می گیرد و سپس کنترل برای حالت حدی بهره برداری انجام می‌شود.

۱-۲-۱- ضرایب تقلیل مقاومت

تلاش های اعضا (خمشی، محوری، برشی و ...) باید در ضرایب تقلیل مقاومت ϕ ضرب شوند.

Table 21.2.1—Strength reduction factors ϕ

Action or structural element		ϕ	Exceptions
(a)	Moment, axial force, or combined moment and axial force	0.65 to 0.90 in accordance with 21.2.2	Near ends of pretensioned members where strands are not fully developed, ϕ shall be in accordance with 21.2.3.
(b)	Shear	0.75	Additional requirements are given in 21.2.4 for structures designed to resist earthquake effects.
(c)	Torsion	0.75	—
(d)	Bearing	0.65	—
(e)	Post-tensioned anchorage zones	0.85	—
(f)	Brackets and corbels	0.75	—
(g)	Struts, ties, nodal zones, and bearing areas designed in accordance with strut-and-tie method in Chapter 23	0.75	—
(h)	Components of connections of precast members controlled by yielding of steel elements in tension	0.90	—
(i)	Plain concrete elements	0.60	—
(j)	Anchors in concrete elements	0.45 to 0.75 in accordance with Chapter 17	—



Strength-Reduction Factors, ϕ

ACI Code Chapter 21 defines the following set of strength-reduction factors to be used in conjunction with the load combinations given in ACI Code Eqs. (5.3.1a) through (5.3.1g).

Flexure or Combined Flexure and Axial Load

Tension-controlled sections	$\phi = 0.90$
Compression-controlled sections:	
(a) Members with spiral reinforcement	$\phi = 0.75$
(b) Other compression-controlled sections	$\phi = 0.65$

There is a transition region between tension-controlled and compression-controlled sections. The concept of tension-controlled and compression-controlled sections, and the resulting strength-reduction factors, will be presented for beams in flexure, axially loaded columns, and columns loaded in combined axial load and bending in Chapters 4, 5, and 11. The derivation of the ϕ factors will be introduced at that time.

Other actions

Shear and torsion	$\phi = 0.75$
Bearing on concrete	$\phi = 0.65$
Strut-and-tie model	$\phi = 0.75$

۱-۲-۲- ترکیب بارهای طراحی به روش مقاومت یا LRFD

ترکیبات بار طبق ACI-14-Section 5.3 به صورت زیر است این ترکیب بارها در مبحث ششم نیز برای سازه های فولادی ارایه شده است:

5.3—Load factors and combinations

5.3.1 Required strength U shall be at least equal to the effects of factored loads in Table 5.3.1, with exceptions and additions in 5.3.3 through 5.3.12.

در ادامه نحوه ایجاد این ترکیب بارها در نرم افزار ETABS2015 شرح داده شده است.

لینک کانال تلگرام (رفع ابهامات استاندارد ۲۸۰۰)
https://telegram.me/standardNo2800

لینک ارسال سوال
https://telegram.me/morsal_mottaghi

ترکیب بارهای مبحث ششم برای سازه های فولادی

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

علایم به کار رفته در روابط این فصل عبارتند از:

A_k: بار یا اثر ناشی از حادثه غیر عادی A_K

D : بار مرده

D_i: وزن یخ

E : بار زلزله طرح

F : بار ناشی از سیال با فشار و ارتفاع حداکثر مشخص

F_a: بار سیل

H : بار ناشی از فشار جانبی خاک، فشار آب زیرزمینی و یا فشار مواد انباشته شده

L : بار زنده طبقات به جز بام

L_o: حداقل بار زنده گسترده یکنواخت

L_r: بار زنده بام

R : بار باران

S : بار برف

T : بار خود کرنشی از قبیل اثرات تغییرات دما، نشست پایه‌ها و وارفتگی

W : بار باد

W_i: بار باد وارد بر یخ

موارد زیر در ترکیب بارهای این بند باید در نظر گرفته شود:

- ضرایب بار مربوط به L در ترکیب بارهای ۳، ۴ و ۵ را برای کاربری‌هایی که بار L_o آنها کمتر از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع است، به استثناء کف پارکینگ‌ها یا محل‌های اجتماع عمومی را می‌توان برابر با ۰٫۵ منظور نمود.
- در شرایطی که اثر بار زنده در هریک از ترکیب بارها کاهش دهنده باشد، این اثر می‌بایست معادل صفر منظور گردد.
- در طراحی سازه‌های پیش تنیده، اثر پیش تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.
- در هر حال باید ضوابط شکل‌پذیری لرزه‌ای رعایت گردد.
- اثرات یک یا چند بار که امکان وارد نشدن آنها بر سازه وجود دارد، باید در ترکیب بارها بررسی گردد.

ترکیب بارهای ACI-14

Table 5.3.1—Load combinations

Load combination	Equation	Primary load
$U = 1.4D$	(5.3.1a)	D
$U = 1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	(5.3.1b)	L
$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.5W)$	(5.3.1c)	L_r or S or R
$U = 1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	(5.3.1d)	W
$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$	(5.3.1e)	E
$U = 0.9D + 1.0W$	(5.3.1f)	W
$U = 0.9D + 1.0E$	(5.3.1g)	E

5.3.3 The load factor on live load ***L*** in Eq. (5.3.1c), (5.3.1d), and (5.3.1e) shall be permitted to be reduced to 0.5 except for (a), (b), or (c):

(a) Garages
(b) Areas occupied as places of public assembly
(c) Areas where ***L*** is greater than 100 lb/ft^2

5.3.4 If applicable, ***L*** shall include (a) through (f):

(a) Concentrated live loads
(b) Vehicular loads
(c) Crane loads
(d) Loads on hand rails, guardrails, and vehicular barrier systems
(e) Impact effects
(f) Vibration effects

5.3.5 If wind load ***W*** is based on service-level loads, **1.6*W*** shall be used in place of **1.0*W*** in Eq. (5.3.1d) and (5.3.1f), and **0.8*W*** shall be used in place of **0.5*W*** in Eq. (5.3.1c).

5.3.6 The structural effects of forces due to restraint of volume change and differential settlement ***T*** shall be considered in combination with other loads if the effects of ***T*** can adversely affect structural safety or performance. The load factor for ***T*** shall be established considering the uncertainty associated with the likely magnitude of ***T***, the probability that the maximum effect of ***T*** will occur simultaneously with other applied loads, and the potential adverse consequences if the effect of ***T*** is greater than assumed. The load factor on ***T*** shall not have a value less than 1.0.

لینک کانال تلگرام (رفع ابهامات استاندارد ۲۸۰۰)
https://telegram.me/standardNo2800
لینک ارسال سوال
https://telegram.me/morsal_mottaghi

- در مواردی که بار سیال F بر سازه وارد می‌شود، اثر این بار باید با ضرایب باری همانند ضریب بار مرده D در ترکیب بارهای ۱ تا ۵ و ۷ منظور شوند.
- در صورت وجود فشار جانبی خاک، فشار آب زیرزمینی و یا فشار مواد انباشته شده، H، اثر آن‌ها را باید به صورت زیر منظور نمود:

۱- اگر اثر این بار در جهت افزودن به اثرات دیگر متغیرهای اصلی بارگذاری باشد، اثر بار H باید با ضریب ۱٫۶ در ترکیب بارها منظور شود،

۲- اگر اثر این بار در جهت کاهش اثرات دیگر متغیرهای اصلی بارگذاری باشد، در صورت وجود دائمی بار H، اثر آن باید با ضریب ۰٫۹ در ترکیب بارها منظور شود و در بقیه موارد باید از اثر بار H صرفنظر گردد.

- اگر سازه در محل با احتمال وقوع سیل واقع شود، علاوه بر ترکیب‌های ارائه شده، باید دو ترکیب بار اضافی با جایگزینی $1.4W+2.0F_a$ به جای $1.4W$ در ترکیب‌های ۴ و ۶ نیز در نظر گرفته شود.
- در صورتی‌که سازه تحت اثر بار یخ جوی و بار باد وارده بر یخ قرار گیرد، ترکیب بارهای زیر در طراحی سازه باید منظور شود:

۱- عبارت $0.5(L_r$ یا S یا R) در ترکیب بار شماره ۲ باید با عبارت $0.2D_i+0.5S$ جایگزین شود.

۲- عبارت $0.5(L_r$ یا S یا R) + $1.0(1.4W)$ در ترکیب بار شماره ۴ باید با عبارت $D_i+1.0(1.4W_i)+0.5S$ جایگزین شود.

۳- عبارت $1.0(1.4W)$ در ترکیب بار شماره ۶ باید با عبارت $D_i+1.0(1.4W_i)$ جایگزین شود.

(b) If the effect of ***H*** is permanent and counteracts the primary load effect, it shall be included with a load factor of 0.9.
(c) If the effect of ***H*** is not permanent but, when present, counteracts the primary load effect, ***H*** shall not be included.

5.3.9 If a structure is in a flood zone, the flood loads and the appropriate load factors and combinations of ASCE/SEI 7 shall be used.

5.3.10 If a structure is subjected to forces from atmospheric ice loads, the ice loads and the appropriate load factors and combinations of ASCE/SEI 7 shall be used.

5.3.11 Required strength ***U*** shall include internal load effects due to reactions induced by prestressing with a load factor of 1.0.

5.3.12 For post-tensioned anchorage zone design, a load factor of 1.2 shall be applied to the maximum prestressing reinforcement jacking force.

5.3.7 If fluid load ***F*** is present, it shall be included in the load combination equations of 5.3.1 in accordance with (a), (b), (c) or (d):

(a) If ***F*** acts alone or adds to the effects of ***D***, it shall be included with a load factor of 1.4 in Eq. (5.3.1a).
(b) If ***F*** adds to the primary load, it shall be included with a load factor of 1.2 in Eq. (5.3.1b) through (5.3.1e).
(c) If the effect of ***F*** is permanent and counteracts the primary load, it shall be included with a load factor of 0.9 in Eq. (5.3.1g).
(d) If the effect of ***F*** is not permanent but, when present, counteracts the primary load, ***F*** shall not be included in Eq. (5.3.1a) through (5.3.1g).

5.3.8 If lateral earth pressure ***H*** is present, it shall be included in the load combination equations of 5.3.1 in accordance with (a), (b), or (c):

(a) If ***H*** acts alone or adds to the primary load effect, it shall be included with a load factor of 1.6.

۱-۲-۳- ضرایب بار در حالات حدی بهره برداری

در این حالات حدی (بهره برداری) همان ترکیب بارهای بخش قبل مورد استفاده قرار می گیرد، با این تفاوت که کلیه ضرایب بار در آن ترکیب بارها برابر 1.0 در نظر گرفته می‌شوند.

۱-۳- تشریح بارها

همانطور که در بخش قبل دیدیم ترکیب بارهای سازه‌های متداول از بار مرده DEAD، زنده LIVE، زلزله E، برف SNOW و سایر بارها تشکیل شده است.

۱-۳-۱- بار مرده DEAD

۶-۳-۱ کلیات

بارهای مرده عبارتند از وزن اجزای دائمی ساختمان‌ها مانند: تیر و ستون‌ها، دیوارها، کف‌ها، بام، سقف، راه‌پله، نازک‌کاری، پوشش‌ها و دیگر بخش‌های سهیم در اجزاء سازه‌ای و معماری. همچنین وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت شامل وزن جراثقال ثابت نیز در ردیف این بارها محسوب می‌شود.

۱-۳-۲- بار زنده Live

۶-۵-۱-۱ بار زنده: باری غیر دائمی است که در حین استفاده و یا بهره‌برداری از ساختمان و یا سایر سازه‌ها به آنها وارد شود و شامل بارهای حین ساخت و یا بارهای محیطی مانند بار باد، بار برف، بار باران، بار زلزله، بار سیل و یا بارهای مرده نمی‌شود.

انواع بار زنده به ۵ نوع قابل تقسیم است.

1- بار زنده غیرقابل کاهش (بار زنده پارکینگ) Live

۶-۵-۷-۴ محل عبور و یا پارک خودروهای سواری

بارهای زنده محل عبور و یا پارک خودروهای سواری کاهش داده نمی‌شود.

استثناء: کاهش بارهای زنده اعضایی که بار ۲ طبقه یا بیشتر را تحمل می‌کنند، به میزان ۲۰٪ مجاز می‌باشد.

در جهت سهولت از استثناء مبحث ششم صرف‌نظر می شود.

۶-۵-۷-۵ محل اجتماع و ازدحام

بار زنده محل‌های اجتماع و ازدحام کاهش نمی‌یابد.

2- بار زنده قابل کاهش (Live Reducible)

۶-۵-۷ کاهش بارهای زنده طبقات

۶-۵-۷-۱ کلیات

به جز بارهای زنده یکنواخت بام، سایر بارهای زنده توزیع شده یکنواخت حداقل، L_o، داده شده در جدول ۶-۵-۱ را می‌توان بر طبق ملاحظات بندهای ۶-۵-۷-۲ الی ۶-۵-۷-۶ کاهش داد.

۶-۵-۷-۲ کاهش در بارهای زنده یکنواخت

با در نظر گرفتن محدودیت‌های ارائه شده در بندهای ۶-۵-۷-۳ الی ۶-۵-۷-۶، اعضایی که برای آن‌ها مقدار $K_{LL}A_T$ برابر با ۳۷ مترمربع یا بیشتر باشد، را می‌توان با استفاده از بارهای زنده کاهش یافته بر طبق رابطه (۶-۵-۱) کاهش داد:

$$L = L_o\left[0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL}A_T}}\right] \qquad (۶-۵-۱)$$

که در آن:

L: بار زنده طراحی کاهش یافته در هر مترمربع، تحمل شده توسط عضو

L_o: بار زنده طراحی کاهش نیافته در هر مترمربع، تحمل شده توسط عضو (از جدول ۶-۵-۱)

K_{LL}: ضریب عضو برای بار زنده (از جدول ۶-۵-۲)

A_T: سطح بارگیر (مترمربع)

L برای اعضایی که بار یک طبقه را تحمل می‌کنند نباید از $0.5L_o$، برای اعضایی که بار دو طبقه و یا بیشتر را تحمل می‌کنند، نباید از $0.4L_o$ کمتر باشد.

از کاربردهای این بار زنده (Live Red) می‌توان به بار زنده راه پله اشاره کرد، چون مقدار آن 500 کیلوگرم بر مترمربع است بنابراین در ترکیب بارهای (5.3.1c) و (5.3.1d) و (5.3.1e) آیین نامه ACI-14 مجاز نیستیم ضریب بار زنده را به 0.5 کاهش دهیم بنابراین باید این بار بصورت جداگانه تعریف شود تا خللی در بار Live Red0.5 که در ادامه تشریح شده است، بوجود نیاید.

3- بار زنده قابل کاهش به 0.5 (Live Reducible0.5)

طبق ACI در ترکیب بارهای (5.3.1c) و (5.3.1d) و (5.3.1e) اگر بار زنده L متعلق به پارکینگ یا محل ازدهام نباشد و بار زنده آن کمتر از ($100lb/ft^2$) یا تقریباً کمتر از $500kg/m^2$ (500 مربوط به مبحث ششم) باشد می‌توان به جای 1.0L از 0.5L استفاده نمود. یعنی:

$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.5W)$	(5.3.1c)	L_r or S or R
~~$U = 1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$~~	~~(5.3.1d)~~	~~W~~
$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$	(5.3.1e)	E

ترکیب بار مربوط به باد

$1.2D+1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R)+(\mathbf{0.5}L \text{ or } 0.5W)$ (5.3.1c)

$1.2D+1.0E+\mathbf{0.5}L + 0.2S$ (5.3.1e)

4- بار زنده دیوارهای تقسیم کننده Live Partition

طبق مبحث ششم بار تیغه‌بندی باید به عنوان بار زنده به کار برده شود. حداقل این بار $100kg/m^2$ می‌باشد.

۶-۵-۲-۲ ضوابط مربوط به دیوارهای تقسیم کننده

در ساختمان‌های اداری و یا سایر ساختمان‌هایی که در آن‌ها احتمال استفاده از دیوارهای تقسیم‌کننده و یا جابجایی آن‌ها وجود دارد، باید ضوابطی برای وزن دیوارهای تقسیم‌کننده بدون توجه به اینکه آن‌ها در پلان نشان داده شده باشند و یا خیر، اقدام گردد. وزن دیوارهای تقسیم کننده نباید کمتر از ۱ کیلونیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شود. در ساختمان‌هایی که از تیغه‌های سبک نظیر دیوارهای ساندویچی استفاده می‌شود، این بار را می‌توان حداقل به ۰٫۵کیلونیوتن بر مترمربع کاهش داد، مشروط بر آن‌که وزن یک مترمربع از این نوع دیوارهای جداکننده و ملحقات آنها از ۰٫۴ کیلونیوتن تجاوز نکند.

در صورتی‌که وزن هر مترمربع سطح دیوارهای جداکننده از ۲ کیلونیوتن بیشتر باشد، وزن آن به‌عنوان بار مرده در نظر گرفته شده و در محل واقعی خود اعمال می‌گردد.

استثناء: اگر حداقل بار زنده از ۴ کیلونیوتن بر متر مربع بیشتر باشد، نیازی به در نظر گرفتن بار زنده دیوار تقسیم‌کننده نیست.

دقت شود که طبق استاندارد ۲۸۰۰ چون درصد مشارکت این بار زنده (بار زنده تیغه‌بندی) در محاسبه وزن لرزه‌ای ۱۰۰ درصد است و درصد مشارکت بار زنده کف‌ها در محاسبه وزن لرزه‌ای طبق جدول ۳-۱ استاندارد ۲۸۰۰ حدود ۲۰ یا ۴۰ درصد می‌باشد، بنابراین نمی‌توان بار زنده تیغه‌ها را به بار زنده کف‌ها افزود و باید به صورت جداگانه الگوی باری از نوع Live Partition تعریف نمود.

W: وزن مؤثر لرزه‌ای، شامل مجموع بارهای مرده و وزن تأسیسات ثابت و وزن دیوارهای تقسیم‌کننده به اضافهٔ درصدی از بار زنده و بار برف، مطابق جدول (۳-۱). بار زنده باید به صورت تخفیف‌نیافته، مطابق ضوابط مبحث ششم مقررات ملی ساختمان در نظر گرفته شود.

5- بار زنده بام ROOF LIVE

با توجه به ترکیب بارهای (5.3.1b) و (5.3.1c) چون بار زنده بام Lr همراه با بار زنده L وجود دارد ولی در ترکیب بار (5.3.1e) تنها بار زنده L وجود دارد و همچنین در برخی ترکیب بارها هم بار زنده بام Lr و هم بار برف SNOW وجود دارد و با توجه به جدول ۳-۱ استاندارد ۲۸۰۰ که برای تعیین جرم لرزه‌ای، آیتمی برای بام ساختمان ارایه کرده است و بار زنده بام هیچ مشارکتی در تعیین جرم لرزه‌ای بام ندارد، بنابراین بار زنده بام باید بصورت جداگانه از نوع ROOF LIVE تعریف گردد.

Table 5.3.1—Load combinations

Load combination	Equation	Primary load
$U = 1.4D$	(5.3.1a)	D
$U = 1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	(5.3.1b)	L
$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.5W)$	(5.3.1c)	L_r or S or R
$U = 1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	(5.3.1d)	W
$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$	(5.3.1e)	E
$U = 0.9D + 1.0W$	(5.3.1f)	W
$U = 0.9D + 1.0E$	(5.3.1g)	E

جدول خلاصه بارهای زنده وارد بر ساختمان

نوع بار زنده	توضیحات
Live	بار زنده غیر قابل کاهش مانند بار زنده پارکینگ.
Reducible Live	بار زنده قابل کاهش مانند بار زنده راه پله.
Reducible Live 0.5	بار زنده قابل کاهش و ضریب بار زنده در ترکیبات (5.3.1c) و (5.3.1e) به 0.5 کاهش داده می‌شود. مانند بار زنده کف‌های مسکونی.
Partition Live از نوع Live در Etabs	بار زنده تیغه‌بندی حداقل آن $100kg/m^2$ است.
Roof Live	بار زنده بام.

۱-۳-۳- بار برف Snow

۶-۷-۱ بار برف زمین

بار برف زمین، P_g ، وزن لایه برف بر روی سطح افقی زمین است که، بر اساس آمار موجود در منطقه، احتمال تجاوز از آن در سال دو درصد باشد (دوره بازگشت ۵۰ سال).

۱-۴- بار جانبی زلزله E

در ترکیب بارها هرجا جمله E وجود دارد یعنی حاصل جمع زلزله افقی و زلزله قائم:

$$E=\pm E_h \pm E_v$$

زلزله افقی دارای مولفه های Ex و Ey می‌باشد:

$$E_h=\pm E_x \pm E_y$$

دو ترکیب بار (5.3.1e) و (5.3.1g) در آیین نامه ACI-14 ترکیب بارهای لرزه‌ای هستند.

$1.2D+1.0E+\mathbf{0.5}L+0.2S$	(5.3.1e)
$0.9D+1.0E$	(5.3.1g)

با توجه به تعاریف فوق و ترکیب بارهای لرزه‌ای ذکر شده داریم:

$1.2D+1.0(\pm EX \pm EY \pm EV)+\mathbf{0.5}L+0.2S$	(5.3.1e)
$0.9D+1.0(\pm EX \pm EY \pm EV)$	(5.3.1g)

طبق بند ۳-۳-۹ استاندارد ۲۸۰۰ زلزله قائم برابر است با:

۳-۳-۹ نیروی قائم ناشی از زلزله

۳-۳-۹-۱ نیروی قائم ناشی از زلزله که اثر مؤلفه قائم شتاب زلزله در ساختمان است، در موارد زیر باید در محاسبات منظور شود.

الف-کل سازه ساختمان‌هایی که در پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد واقع شده‌اند.

ب- تیرهایی که دهانه آنها بیشتر از پانزده متر می‌باشد، همراه با ستون‌ها و دیوارهای تکیه‌گاهی آنها.

پ-تیرهایی که بار قائم متمرکز قابل توجهی در مقایسه با سایر بارهای منتقل شده به تیر را تحمل می‌کنند، همراه با ستون‌ها و دیوارهای تکیه‌گاهی آنها. درصورتی که بار متمرکز حداقل برابر با نصف مجموع بار وارده به تیر باشد، آن بار قابل توجه تلقی می‌شود.

ت- بالکن‌ها و پیش‌آمدگی‌هایی که به صورت طره ساخته می‌شوند.

۳-۳-۹-۲ مقدار نیروی قائم از رابطه (۳-۱۰) محاسبه می‌شود. در مورد بالکن‌ها و پیش‌آمدگی‌ها، این نیرو باید در هر دو جهت رو به بالا و رو به پایین و بدون منظور نمودن اثر کاهنده بارهای ثقلی در نظر گرفته شود.

$$F_V = 0.6\, A I W_P \qquad (۳-۱۰)$$

در این رابطه:

A و I مقادیری هستند که برای محاسبه نیروی برشی پایه منظور شده‌اند.

W_P: در مورد بند الف بالا بار مرده و در مورد سایر بندها بار مرده به اضافه کل سربار است.

نیروی قائم زلزله باید در هر دو جهت رو به بالا و روبه پایین، جداگانه به سازه اعمال شود.

در نظر گرفتن نیروی قائم در جهت رو به بالا در طراحی پی ساختمان ضروری نیست.

همانطور که دیده می‌شود نیروی زلزله قائم از نوع بار مرده است و برای شهرهایی با خطر نسبی خیلی زیاد (A=0.35) باید در کل سازه اعمال می شود، بنابراین داریم:

$1.2D+1.0(EX\pm EY\pm 0.6AID)+\mathbf{0.5}L+0.2S$	(5.3.1e)
$0.9D+1.0(EX\pm EY\pm 0.6AID)$	(5.3.1g)

بعد از ساده سازی و جایگذاری A=0.35 و I=1.0 (مسکونی) و اعمال ضریب نامعینی Rho داریم:

ترکیب بار سنگین $\mathbf{1.41D+1.0(Rho_x\times EX\pm Rho_y\times EY)+0.5L+0.2S}$	**(5.3.1e)**
~~$0.99D+1.0(EX\pm EY)+0.5L+0.2S$~~	~~(5.3.1e)~~
~~$1.11D+1.0(EX\pm EY)$~~	~~(5.3.1g)~~
ترکیب بار سبک $\mathbf{0.69D+1.0(Rho_x\times EX\pm Rho_y\times EY)}$	**(5.3.1g)**

در شهرهایی که A<0.35 است داریم:

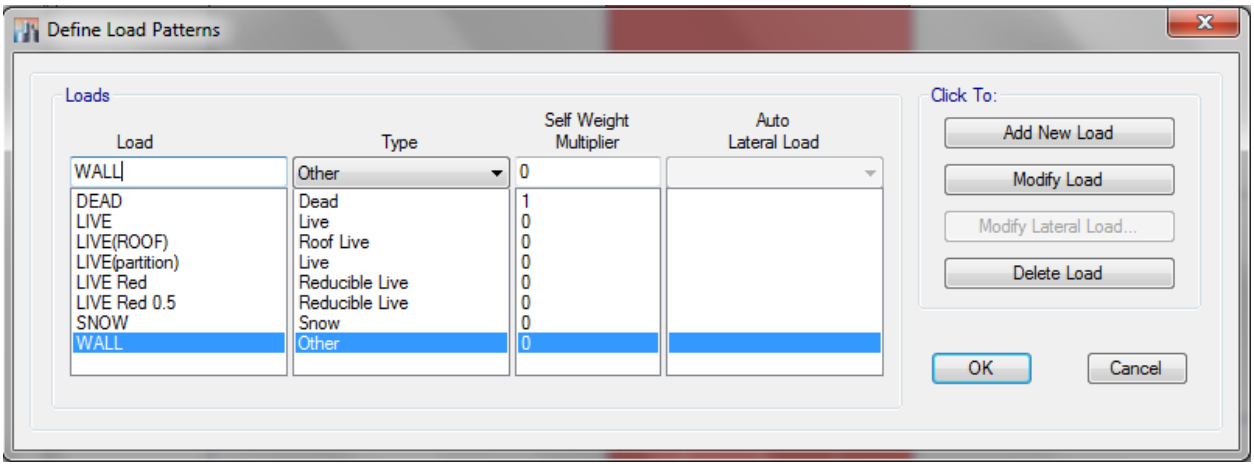
$\mathbf{1.2D+1.0(Rho_x\times EX\pm Rho_y\times EY)+0.5L+0.2S}$	**(5.3.1e)**
$\mathbf{0.9D+1.0(Rho_x\times EX\pm Rho_y\times EY)}$	**(5.3.1g)**

۱-۵- ایجاد ترکیب بارها در نرم افزار ETABS2015

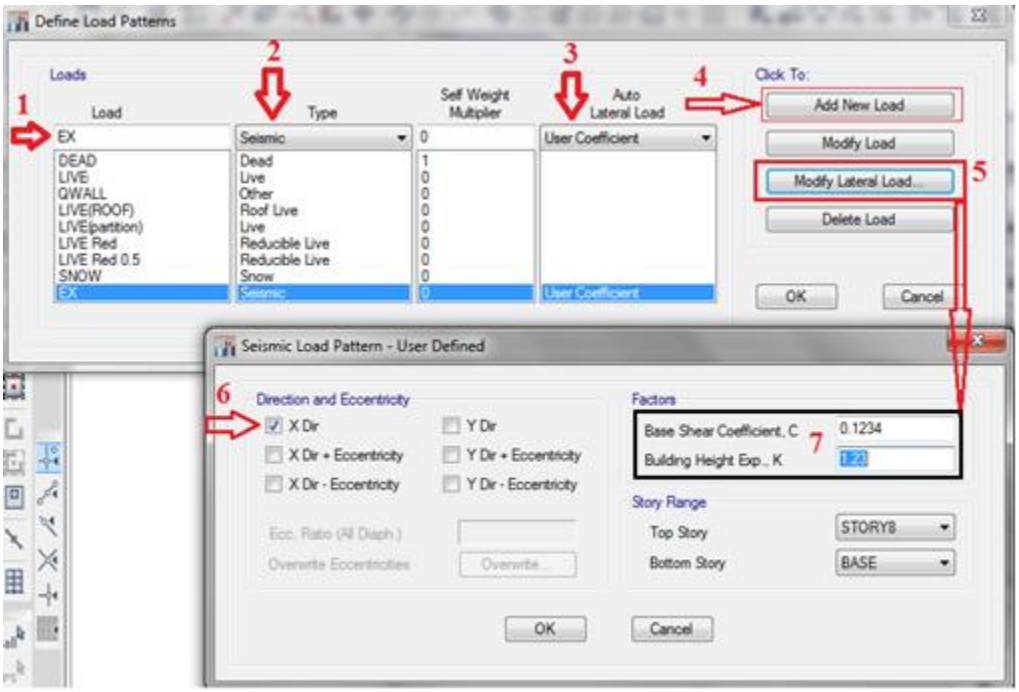
۱-۵-۱- تنظیمات Load Pattern و معرفی الگوهای بار (ثقلی و جانبی)

اجرای دستور Define menu > Load Patterns:

صفحه Load Patterns تعریف بارهای ثقلی مطابق شکل زیر:



صفحه Load Patterns تعریف بار جانبی **EX** مطابق شکل زیر:



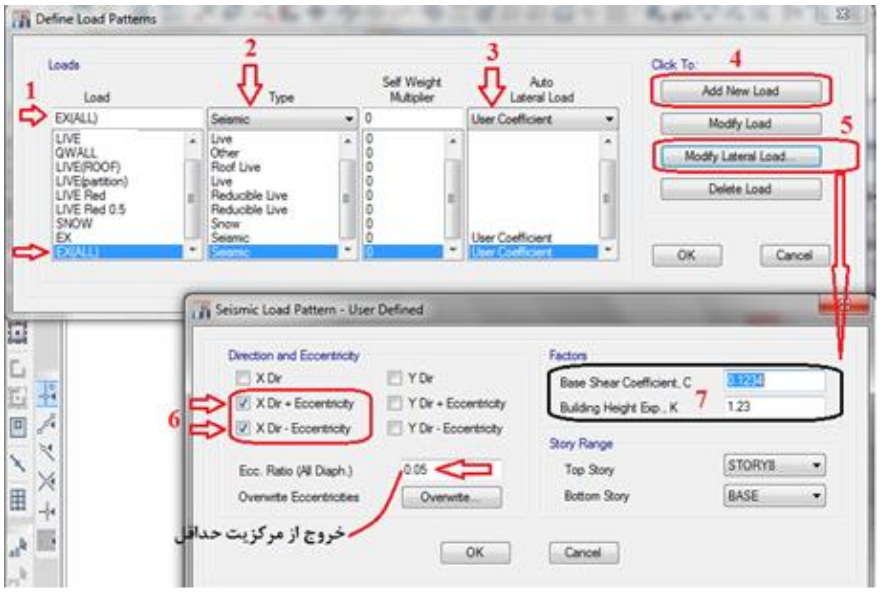
مقادیر C و k با توجه به استاندارد ۲۸۰۰ تعیین خواهد شد.

لینک کانال تلگرام (رفع ابهامات استاندارد۲۸۰۰)
https://telegram.me/standardNo2800

لینک ارسال سوال
https://telegram.me/morsal_mottaghi

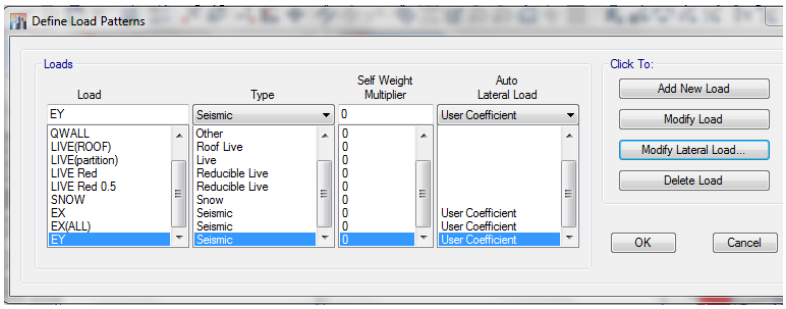
صفحه Load Patterns تعریف بارهای جانبی **EX(ALL)** مطابق شکل زیر:

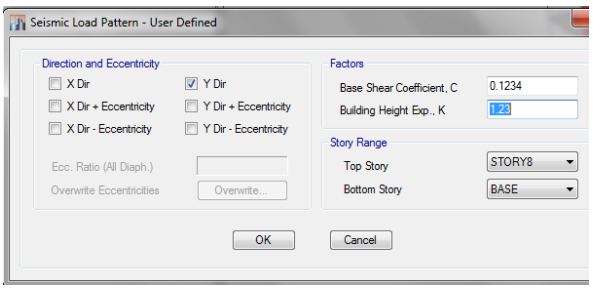
در ETABS2015 می‌توان زلزله های با خروج از مرکزیت مثبت و منفی را در قالب یک الگو به نام EX(ALL) تعریف کرد.



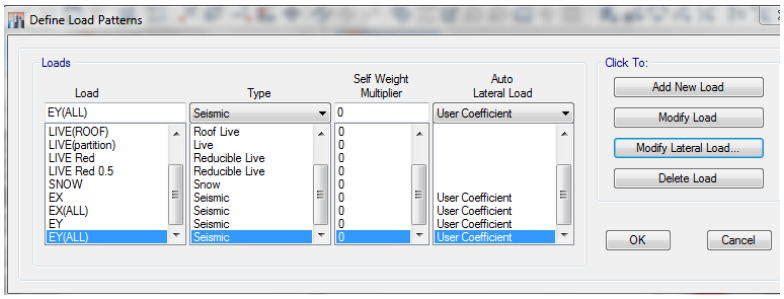
الگوهای بار جهت Y نیز به همین ترتیب باید به نرم افزار تعریف شود.

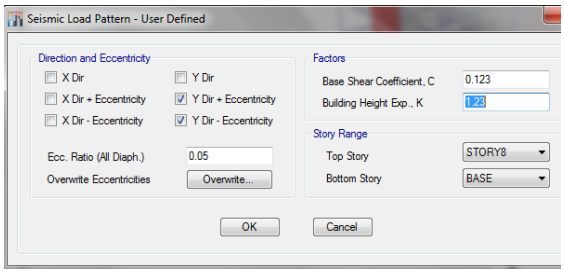
الگوی **EY**:





الگوی **EY(ALL)**:





نکته اگر سازه کنسول (طره) داشته باشد طبق بند ۳-۳-۹ استاندارد ۲۸۰۰ باید یک الگوی بار زلزله قائم با نام EZ(Cantilever) از نوع Other تعریف شود. علت Other تعریف کردن این بار، این است که ضریب نامعینی Rho و ضریب اضافه مقاومت Ω_0 به آن اثر نکند. طبق استاندارد ۲۸۰۰ این دو ضریب فقط به نیروی زلزله افقی باید اثر داده شوند.

۱-۵-۲- تنظیمات Load Cases و تعریف زلزله متعامد (۱۰۰٪ و ۳۰٪)

در ETABS2015 ترکیب بارهای اتوماتیک بر اساس موارد موجود در Load Cases ساخته می‌شوند. بعد از تعریف الگوهای بار در بخش قبل، حال با اجرای دستور Define Menu > Load Cases مشاهده می‌شود که هر آنچه که در بخش قبل تعریف شده است به Load Cases هم انتقال یافته است. حال با توجه به بند ۳-۱-۴ استاندارد ۲۸۰۰ باید قائده ۳۰-۱۰۰ نیز در ترکیب بارها لحاظ گردد. در ETABS9 این کار بصورت دستی به ترکیب بارها اعمال می‌شد که کار نسبتاً طولانی و خسته کننده‌ای بود. در ETABS2015 با ایجاد دستور load cases این مشکل رفع شده است بطوری که براحتی می‌توان چهار حالت قائده ۳۰-۱۰۰ را بصورت زیر در Load Cases تعریف نمود تا نرم افزار در هنگام ایجاد ترکیب بارهای اتوماتیک از آنها استفاده کند.

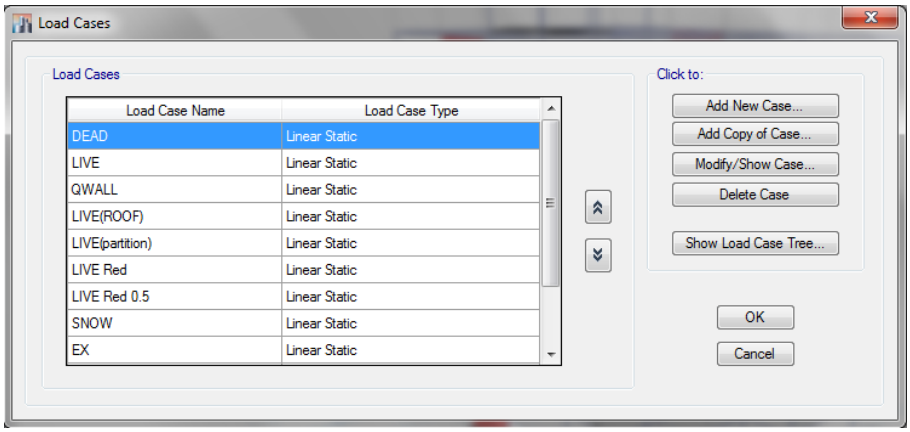
1-EX(ALL)+0.3EY

2-EX(ALL)-0.3EY

3-EY(ALL)+0.3EX

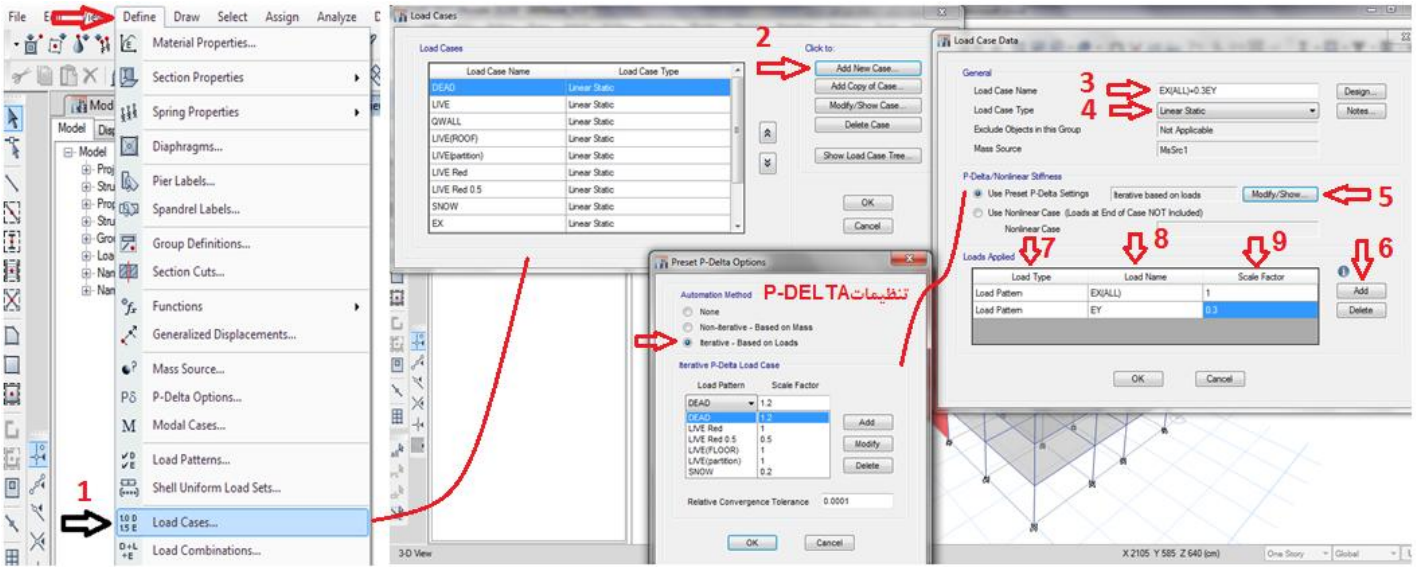
4-EY(ALL)-0.3EX

با اجرای دستورLoad cases > Define menu پنجره شکل زیر باز خواهد شد:



جهت تعریف زلزله متعامد مراحل شکل زیر را دنبال کنید:

EX(ALL)+0.3EY

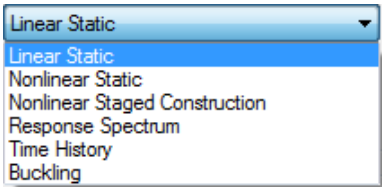


1- از منوی Define بر روی گزینه Load Cases کلیک کنید.

2- در قسمت Add New Case… کلیک کنید تا Case جدیدی را بسازید.

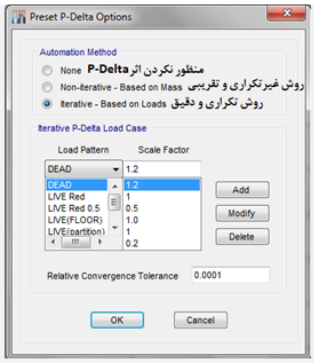
3- در پنجره باز شده ابتدا نام EX(ALL)+0.3EY را وارد کنید.

4- انتخاب نوع تحلیل Linear Static می‌باشد. در این جعبه انواع تحلیل‌ها وجود دارد.



5- تنظیمات مربوط به P-delta : چنانچه قبلاً این تنظیمات انجام نشده باشد با کلیک بر روی Modify/ Show می‌توان تنظیمات P-delta را طبق شکل باز شده انجام داد (به شکل زیر توجه کنید):

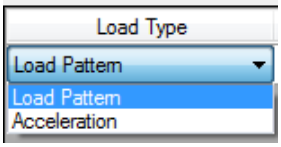
U=1.2D+1.0L+1.0E+0.2S (5.3.1e)



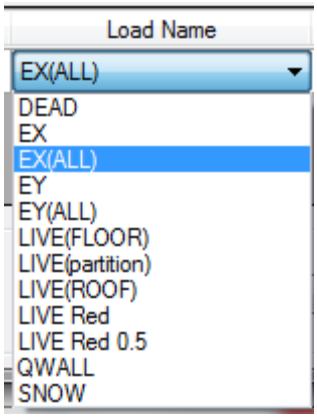
Load Pattern	Scale Factor
DEAD	1.2
LIVE(FLOOR)	1.0
LIVE PARTITION	1.0
LIVE RED	1.0
LIVE RED 0.5	0.5
SUPER DEAD	1.0
SNOW	0.2

6- با دو بار کلیک بر روی Add دو حالت بار را طبق شکل ایجاد کنید.

7- از ستون Load Type گزینه Load Pattern را انتخاب کنید. گزینه Acceleration برای حالت بار دینامیکی می‌باشد.



8- از جعبه Load Name بار EX(ALL) که در بخش قبل در Load Pattern تعریف شده است را انتخاب کنید.



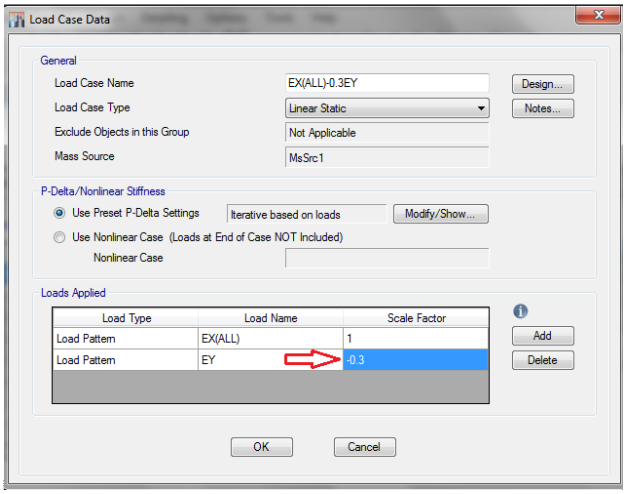
9- در قسمت Scale Factor ضریب مقیاس 1.0 را برای EX(ALL) و ضریب مقیاس 0.3 را برای EY وارد کنید.

به این ترتیب سه حالت دیگر را نیز تعریف کنید. با این تفاوت که در تعریف EX(ALL)-0.3EY و EY(ALL)-0.3EX در قسمت Scale Factor مقدار 0.3- را وارد کنید.

2-EX(ALL)-0.3EY

3-EY(ALL)+0.3EX

4-EY(ALL)-0.3EX



۱-۶- تعریف ترکیب بارها به صورت اتوماتیک

بعد از اینکه Load Pattern و Load Cases ها تمام شد قبل از ایجاد ترکیب بارهای اتوماتیک از دستور Define menu > Load Combinations باید ابتدا تنظیمات آیین‌نامه‌ای از قسمت Design menu > ***{Design Type}*** > View/Revise **Preferences** انجام شود. منظور از عبارت ***{Design Type}*** یعنی نوع سازه از نظر مصالح و سیستم که قرار است تحلیل شود. در این جزوه چون قصد داریم ترکیب بارهای سازه‌های بتن‌آرمه را ایجاد کنیم بایستی تنظیمات Concrete frame design انجام شود. **طبق راهنمای ETABS ترکیب بارهای اتوماتیک با توجه به آیین نامه انتخاب شده در Preferences و تنظیمات آن ایجاد خواهد شد.**

راهنمای نرم افزار در خصوص تعریف ترکیب بارها:

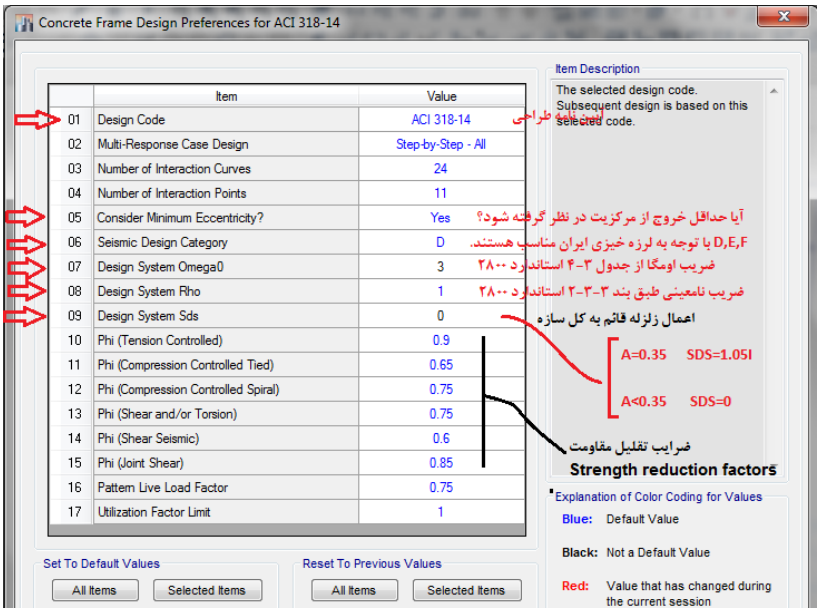
Load Combinations

Forms: Load Combinations, *Add Default Design Combos*, Convert Combos to Nonlinear Static

Program design is based on a set of loading combinations. *In ETABS*, load combinations, or combos, are generated ***automatically by the program*** or ***are user defined***. If the automatically generated load combinations are acceptable (note that these combos are created/recreated after each design run), no definition of additional load combinations is required.

- ***Add Default Design Combos*** button.
  1. Click the *Add Default Design Combos* button to display the Add Default Design Combinations form.
  2. *Select the design type* (e.g., steel frame, concrete frame, aluminum frame, cold-formed steel frame).
  3. The program will ***add load combinations*** in ***accordance with the code selected*** using the ***Design menu > {Type} Design > View/Revise Preferences*** command and will then redisplay the Load Combinations form with the code-generated combinations shown in the *Load Combinations* display list.,

با اجرای دستور فوق پنجره شکل زیر باز خواهد شد:



راهنمای ETABS2015 برای تنظیمات **Preferences** طبق ACI-14 به صورت جدول زیر می‌باشد:

Table C-1 Preferences

Item	Possible Values	Default Value	Description
Multi-Response Case Design	Envelopes, Step-by-Step, Last Step, and so on	Step-by-step ALL	Options for design load combinations that include a multi-valued case time history, nonlinear static, or multi-step static. If a single design load combination has *more than one* time history case in it, that design load combination is based on the envelopes of the time histories, regardless of what is specified here.
Number Interaction	Multiple of 4	24	Number of equally spaced interaction curves used to create a full 360 *deg*

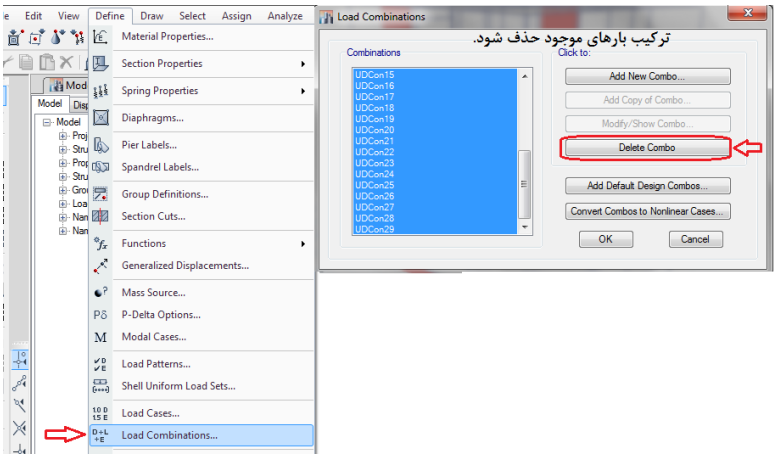
Item	Possible Values	Default Value	Description
Pattern Live Load Factor	≥ 0	0.75	The pattern load factor is used to compute positive live load moment by multiplying Live load with Pattern Load Factor (PLF) and assuming that the beam is simply supported. This option provides a limited pattern loading to frames. Use zero to turn off this option.
Utilization Factor Limit	> 0	1.0	Stress ratios that are less than or equal to this value are considered acceptable.

Concrete Frame Design ACI 318-14

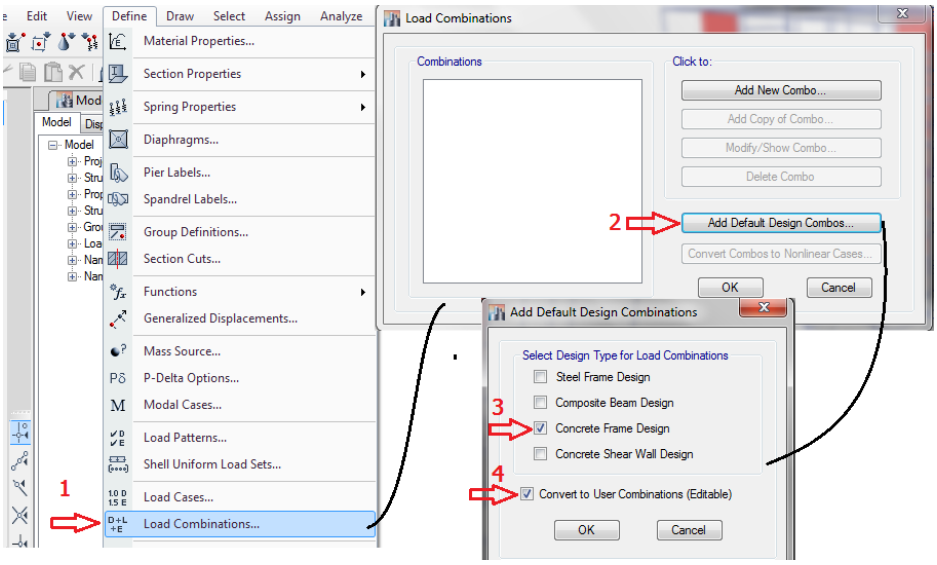
Item	Possible Values	Default Value	Description
Curves	≥ 4		interaction surface (this item should be a multiple of four). We recommend 24 for this item.
Number of Inter-action Points	Any odd value ≥ 5	11	Number of points used for defining a single curve in a concrete frame; should be odd.
Consider Minimum Eccentricity	No, Yes	Yes	Toggle to specify if minimum eccen-tricity is considered in design.
Seismic Design Category	A, B, C, D, E, F	D	This item varies with the Seismic Hazard Exposure Group and the effective Peak Velocity Related Acceleration.
Phi (Tension Controlled)	> 0	0.9	Strength reduction factor for tension controlled sections.
Phi (Compression Controlled-Tied)	> 0	0.65	The strength reduction factor for compression controlled sections with spiral reinforcement.
Phi (Compression Controlled-Spiral)	> 0	0.75	The strength reduction factor for compression controlled sections with spiral reinforcement.
Phi (Shear and/ or Torsion)	> 0	0.75	The strength reduction factor for shear and torsion.
Phi (Shear - Seismic)	> 0	0.60	The strength reduction factor for shear in structures that rely on special moment resisting frames or special reinforced concrete structural walls to resist earthquake effects.
Phi (Joint Shear)	> 0	0.85	The strength reduction factor for shear and torsion.

در این مرحله که تنظیمات آیین نامه با توجه به خصوصیات سازه موردنظر انجام شد با اجرای دستور Define menu > Load Combinations می‌توان طبق مراحل زیر ترکیب بارهای اتوماتیک را ایجاد کرد:

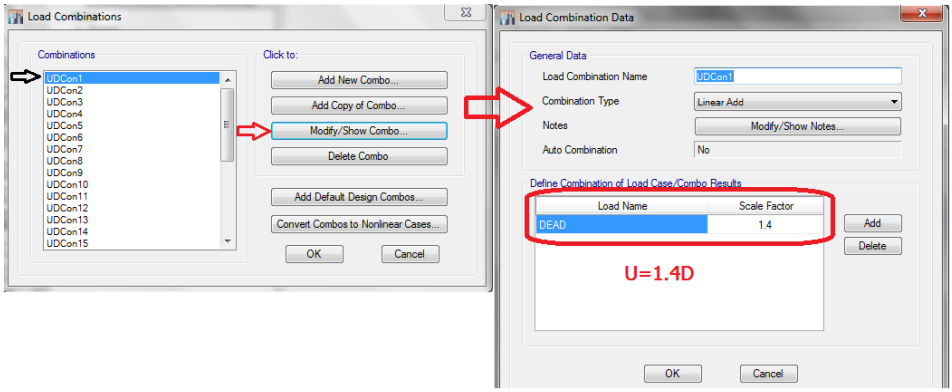
1- طبق شکل زیر ترکیب بارهای موجود (در صورت وجود) انتخاب و حذف گردد.



2- بعد از حذف ترکیب بارهای موجود با کلیک بر روی Add Default Design Combos طبق شکل زیر تیک گزینه Concrete frame design و گزینه Convert to User Combinations (Editable) را بگذارید تا ترکیب بارهایی که نرم افزار به صورت اتوماتیک ایجاد می‌کند قابل ویرایش باشند.



با انجام مراحل فوق ترکیب بارها به صورت اتوماتیک و قابل ویرایش ایجاد خواهند شد.



توضیحات نرم افزار در مورد ترکیب بارهای ایجاد شده با حالات بار مرده D، زنده L، زلزله E و برف S به صورت زیر است:

The design load combinations are the various combinations of the load cases for which the structure needs to be checked. For this code, if a structure is subjected to dead (D), live (L), ~~pattern live (PL)~~, ~~wind (W)~~, earthquake (E), and snow (S) loads, and considering that wind and earthquake forces are reversible, the following load combinations may need to be defined (ACI 5.3.1, Table 5.3.1, R5.3.1; ASCE 7-10 2.3.2):

1.4D	(ACI 5.3.1a)
$1.2D + 1.6L + 0.5L_r$	(ACI 5.3.1b)
$1.2D + 1.0L + 1.6L_r$	(ACI 5.3.1c)
~~$1.2D + 1.6(0.75\,PL) + 0.5L_r$~~	~~(ACI 5.3.1b, 6.4)~~
$1.2D + 1.6L + 0.5S$	(ACI 5.3.1b)
$1.2D + 1.0L + 1.6S$	(ACI 5.3.1c)
~~$0.9D \pm 1.0W$~~	~~(ACI 5.3.1f)~~
~~$1.2D + 1.0L + 0.5L_r \pm 1.0W$~~	~~(ACI 5.3.1d)~~
~~$1.2D + 1.6L_r \pm 0.5W$~~	~~(ACI 5.3.1e)~~
~~$1.2D + 1.6S \pm 0.5W$~~	~~(ACI 5.3.1e)~~
~~$1.2D + 1.0L + 0.5S \pm 1.0W$~~	~~(ACI 5.3.1d)~~
$0.9D \pm 1.0E$	(ACI 5.3.1g)
$1.2D + 1.0L + 0.2S \pm 1.0E$	(ACI 5.3.1e)

با توجه به مطالب فوق باید بعد از ایجاد ترکیب بارهای اتوماتیک در صورت لزوم اصلاحاتی در آنها لحاظ کرد. اصلاحات در جهت افزودن بار است. به عنوان مثال چون بار زلزله قائم کنسول‌ها در Load Pattern از نوع Other تعریف شده بود در ترکیب بارها وارد نشده است. یعنی نرم افزار بارهایی را که به صورت Other تعریف می‌شوند را در ترکیب بارها استفاده نمی‌کند.

اصلاحاتی که در ترکیب بارهای اتوماتیک باید لحاظ کرد:

1- افزودن نیروی قائم زلزله در طره‌ها (Cantilever)EZ. این نیروی قائم در ترکیب بارهای لرزه‌ای اضافه خواهد شد بصورتی که در ترکیب بار لرزه‌ای سنگین (1.2D+1.0E+1.0L+0.2S) با علامت + وارد خواهد شد و در ترکیب بار لرزه‌ای سبک (0.9D+E) با علامت منفی رو به بالا وارد خواهد شد. دقت کنید که استاندارد ۲۸۰۰ اعمال آن را هم در جهت مثبت (رو به پایین) و هم در جهت منفی (رو به بالا) الزامی کرده است ولی با توجه به اینکه در حالتی که گفته شد ترکیب بار محتمل‌تر می‌شود از جهت دیگر صرف‌نظر می‌شود.

2- در صورت وجود بار باد طبق مبحث ششم باید جمله مربوط به باد را 1.4 برابر کرد.

3- بارهای فشار جانبی خاک در صورت وجود به ترکیب بارها اضافه شود.

4- یکی از اصلاحات دیگر مربوط به بار Live Red0.5 است.

با توجه به توضیحات ترکیب بارها هم در مبحث ششم و هم در ACI-14 Section 5.3.3 باید در ترکیب بارهای بارهای (5.3.1c) و (5.3.1d) و (5.3.1e) اگر بار زنده L متعلق به پارکینگ یا محل ازدهام نباشد و شدت بار زنده آن کمتر از $100 Ib/ft^2$ یا تقریباً کمتر از $500 kg/m^2$ باشد، می‌توان به جای 1.0L از 0.5L استفاده نمود. یعنی:

$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.5W)$	(5.3.1c)	L_r or S or R
~~$U = 1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$~~	~~(5.3.1d)~~	~~W~~
$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$	(5.3.1e)	E

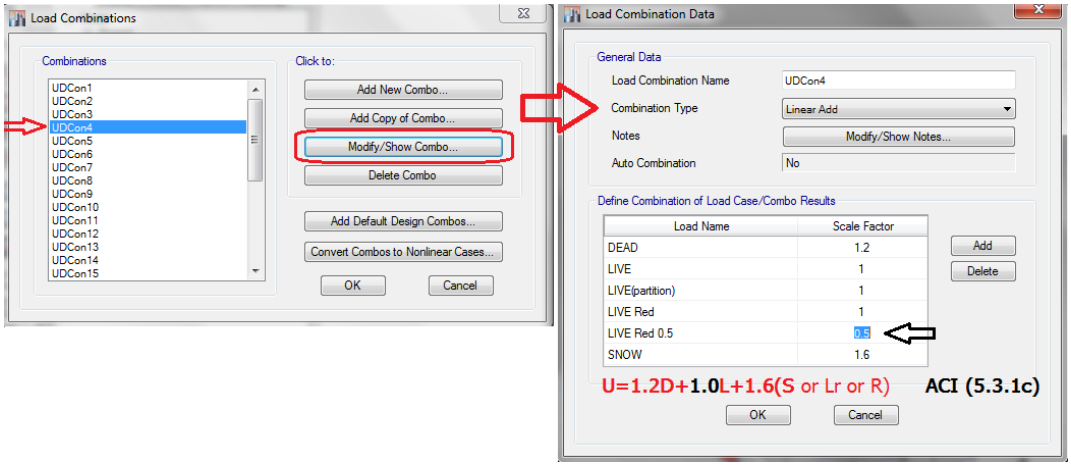
ترکیب بار مربوط به باد

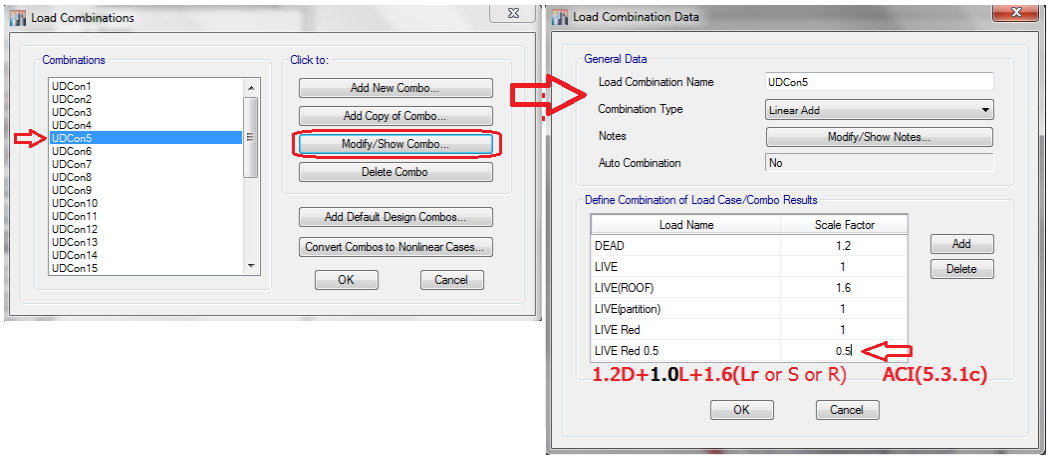
$1.2D+1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R)+(\mathbf{0.5}L \text{ or } 0.5W)$ (5.3.1c)
$1.2D+1.0E+\mathbf{0.5}L + 0.2S$ (5.3.1e)

5.3.3 The load factor on live load ***L*** in Eq. (5.3.1c), (5.3.1d), and (5.3.1e) shall be permitted to be reduced to 0.5 except for (a), (b), or (c):

(a) Garages
(b) Areas occupied as places of public assembly
(c) Areas where ***L*** is greater than 100 lb/ft^2

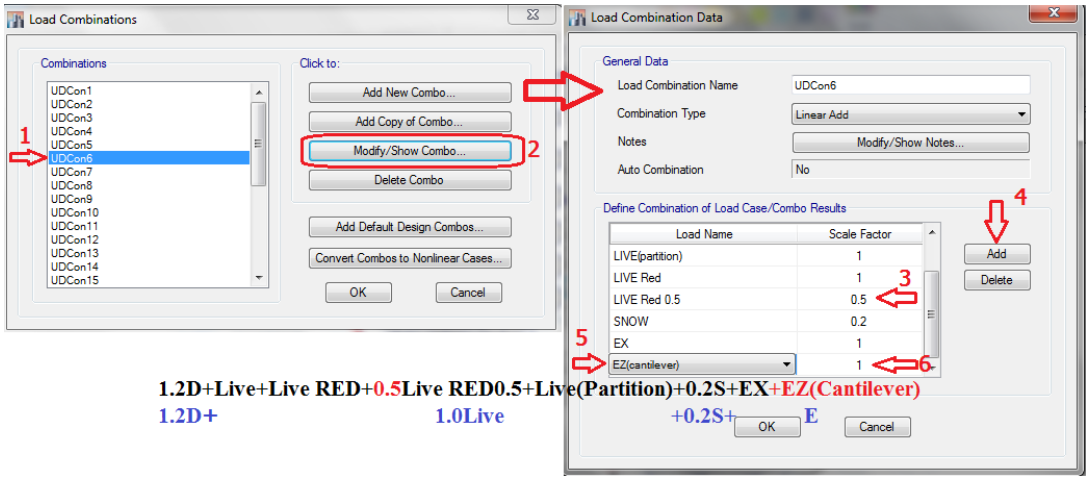
ترکیب بار شماره 4 و 5 نرم افزار همان ترکیب بار (5.3.1c) آیین نامه ACI است.





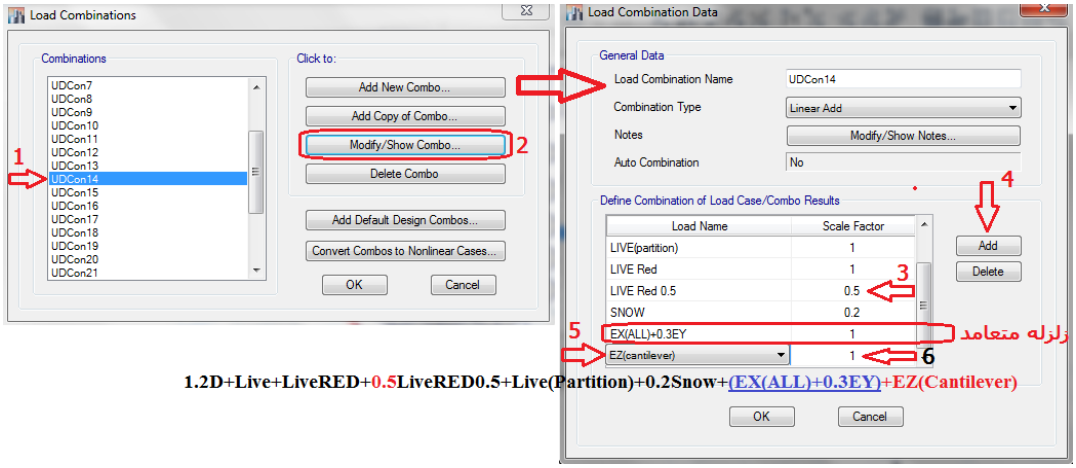
اصلاح ترکیب بار سنگین لرزه‌ای (5.3.1e)

ترکیب بارهای شماره 6 تا 21 ترکیب بار سنگین لرزه‌ای ((5.3.1e) $1.2D+1.0E+\mathbf{0.5}L+0.2S$) می‌باشد. در این ترکیب بارها باید ابتدا ضریب بار Live Red0.5 را به 0.5 اصلاح و سپس بار قائم زلزله طره‌ها EZ(Cantilever) را با علامت مثبت (رو به پایین) به آن افزود. در شکل زیر یک نمونه اصلاحات انجام شده است.



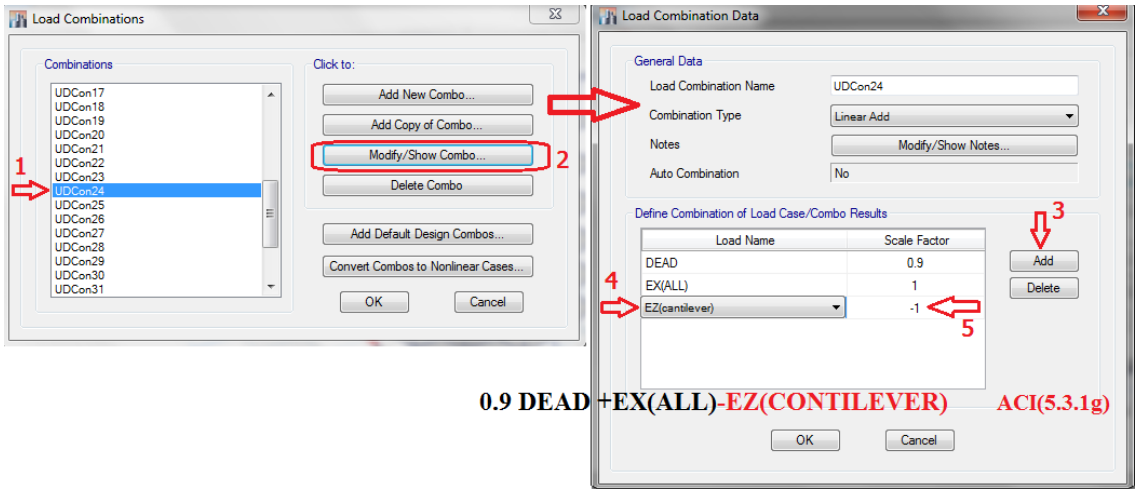
به این ترتیب باید ترکیب بارهای سنگین لرزه‌ای اصلاح گردند. این ترکیب بارها ۱۶ مورد می‌باشد (از شماره ۶ تا ۲۱).

نمونه دیگری از ترکیب بار لرزه‌ای سنگین که زلزله متعامد (قائده ۱۰۰-۳۰) نیز در آن وجود دارد به صورت زیر است:



اصلاح ترکیب بار سبک لرزه‌ای (5.3.1g)

بعد از اصلاح ترکیب بارهای سنگین نوبت اصلاح ترکیب بارهای سبک است در این ترکیب بارها باید بار قائم زلزله طره‌ها EZ(Cantilever) را با علامت منفی (رو به بالا) به آن افزود.



همانطور که در تنظیمات آیین نامه Preferences دیدیم این ترکیب بارها با فرض A<0.35 و I=1.0 و ضریب نامعینی Rho=1.0 می‌باشد.

بعد از اتمام اصلاحات ترکیب بارهای طراحی سازه های بتن‌آرمه طبق ACI-14، ترکیب بارها بصورت جدول زیر می‌باشد. که می‌توان آنها را به صورت دستی نیز به نرم افزار تعریف کرد:

NAME TO ETABS	Load combination	Equation	Primary load
UDCON1	1.4DEAD	ACI(5.3.1a)	D
UDCON2	1.2 DEAD +1.6Live+1.6LIVE RED+1.6LIVE RED0.5+1.6LIVE(PARTITION)+0.5S 1.2D + 1.6LIVE + 0.5S	ACI(5.3.1b)	L
UDCON3	1.2 DEAD +1.6 Live +1.6LIVE RED+1.6LIVE RED0.5+1.6LIVE(PARTITION)+0.5LROOF	ACI(5.3.1b)	L
UDCON4	1.2 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+1.6S 1.2D + LIVE +1.6S	ACI(5.3.1c)	L_r or S or R
UDCON5	1.2 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+1.6LROOF	ACI(5.3.1c)	L_r or S or R
UDCON6	1.2 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+EX+EZ(CANTILEVER) 1.2D + LIVE +0.2S± E	ACI(5.3.1e)	E
UDCON7	1.2 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-EX+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON8	1.2 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+EX(ALL)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1c)	E
UDCON9	1.2 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-EX(ALL)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON10	1.2 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+EY+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON11	1.2 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-EY+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON12	1.2 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-EY(ALL)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON13	1.2 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+EY(ALL)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON14	1.2 DEAD +Live+LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+(EX(ALL)+0.3EY)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON15	1.2 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-(EX(ALL)+0.3EY)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON16	1.2 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+(EX(ALL)-0.3EY)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON17	1.2 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-(EX(ALL)-0.3EY)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON18	1.2 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+(EY(ALL)+0.3EX)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON19	1.2 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-(EY(ALL)+0.3EX)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON20	1.2 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+(EY(ALL)-0.3EX)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON21	1.2 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-(EY(ALL)-0.3EX)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON22	0.9 DEAD +EX-EZ(CANTILEVER) 0.9D ± E	ACI(5.3.1g)	E
UDCON23	0.9 DEAD -EX-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON24	0.9 DEAD +EX(ALL)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON25	0.9 DEAD -EX(ALL)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON26	0.9 DEAD +EY-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON27	0.9 DEAD -EY-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E

NAME TO ETABS	Load combination	Equation	Primary load
UDCON28	0.9 DEAD +EY(ALL)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON29	0.9 DEAD -EY(ALL)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON30	0.9 DEAD +(EX(ALL)+0.3EY)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON31	0.9 DEAD -(EX(ALL)+0.3EY)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON32	0.9 DEAD +(EX(ALL)-0.3EY)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON33	0.9 DEAD -(EX(ALL)-0.3EY)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON34	0.9 DEAD +(EY(ALL)+0.3EX)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON35	0.9 DEAD -(EY(ALL)+0.3EX)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON36	0.9 DEAD +(EY(ALL)-0.3EX)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON37	0.9 DEAD -(EY(ALL)-0.3EX)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E

همانطور که در تنظیمات آیین نامه Preferences دیدیم این ترکیب بارها با فرض A<0.35 و I=1.0 و ضریب نامعینی Rho=1.0 می‌باشد.

۱-۷- مثال ها

مثال ۱: ترکیب بارهای ساختمان با اهمیت خیلی زیاد (بیمارستان) در شهر تهران با سیستم قاب خمشی بتن‌آرمه ویژه را در ETABS به صورت اتوماتیک ایجاد کنید.

ساختمان در پلان نامنظم است و ضریب نامعینی با بند "ب" استاندارد ۲۸۰۰ بررسی شده است، نتیجه این بررسی نشان داده است که ضریب نامعینی در جهت X برابر 1.0 و در جهت Y برابر 1.2 می‌باشد.

چون سازه مورد در تهران (A=0.35) می‌باشد بنابراین زلزله قائم بر کل سازه اثر می‌کند و ترکیب بارهای لرزه‌ای دستخوش تغییراتی خواهند شد.

بارهای زنده بیمارستان قابل کاهش به 0.5 در ترکیب بارهای (5.3.1c) (5.3.1e) آیین نامه ACI-14

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۱۰	بیمارستان‌ها و مراکز درمانی		
۱-۱۰	اتاق‌های بیمار	۲	۴٫۵
۲-۱۰	اتاق‌های عمل، آزمایشگاه‌ها	۳	۴٫۵
۳-۱۰	راهروهای طبقه اول	۵	۴٫۵
۴-۱۰	راهروهای سایر طبقات	۴	۴٫۵

شهر تهران A=0.35 و اهمیت بیمارستان خیلی زیاد I=1.4 و $\rho_x = 1.2$ و $\rho_y = 1.0$:

زلزله قائم در کل سازه=0.6AIW= 0.6×0.35×1.4×D=0.294D

ترکیب بار سنگین لرزه‌ای (5.3.1e)

U=1.2D+1.0E+0.5L+0.2S
U=1.2D+0.5L+0.2S± ρ_x ×EX± ρ_y ×EY+EZ
U=(1.2+0.294)D+0.5L+0.2S± ρ_x ×EX± ρ_y ×EY
U=(1.494)D+0.5L+0.2S±1.2EX±1.0EY

ترکیب بار سبک لرزه‌ای (5.3.1g)

U=0.9D+1.0E
U=0.9D± ρ_x ×EX± ρ_y ×EY -EZ
U=(0.9-0.294)D± ρ_x ×EX± ρ_y ×EY
U=(0.606)D±1.2EX±1.0EY

مراحل تعریف ترکیب بارها در ETABS2015

1- تنظیمات Load Pattern و Load Cases طبق مطالب گفته شده در بخش‌های قبل.

2- تنظیمات Preferences طبق شکل زیر:

تعیین ضریب S_{DS} برای محاسبه نیروی زلزله قائم در کل سازه:

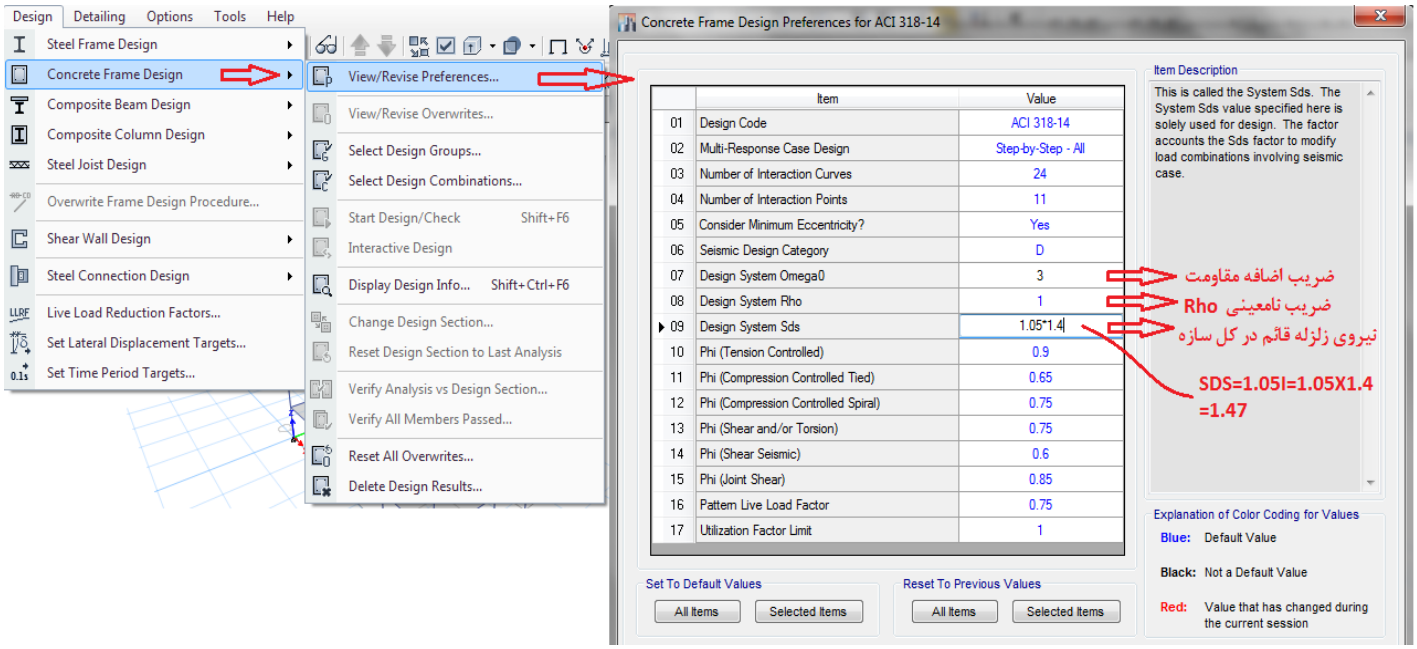
راهنمای ETABS2015:

The reliability factor, ρ, and DL multiplier are automatically applied to all program default design combinations when the ACI 318-14 code is selected. The DL multiplier represents the $0.2S_{DS}$ factor in Equation 12.4-4 of ASCE 7-10. When seismic load E is combined with the effects of other loads, the following load combination shall be used in lieu of the seismic load combinations in section 5.3.1 of the code.

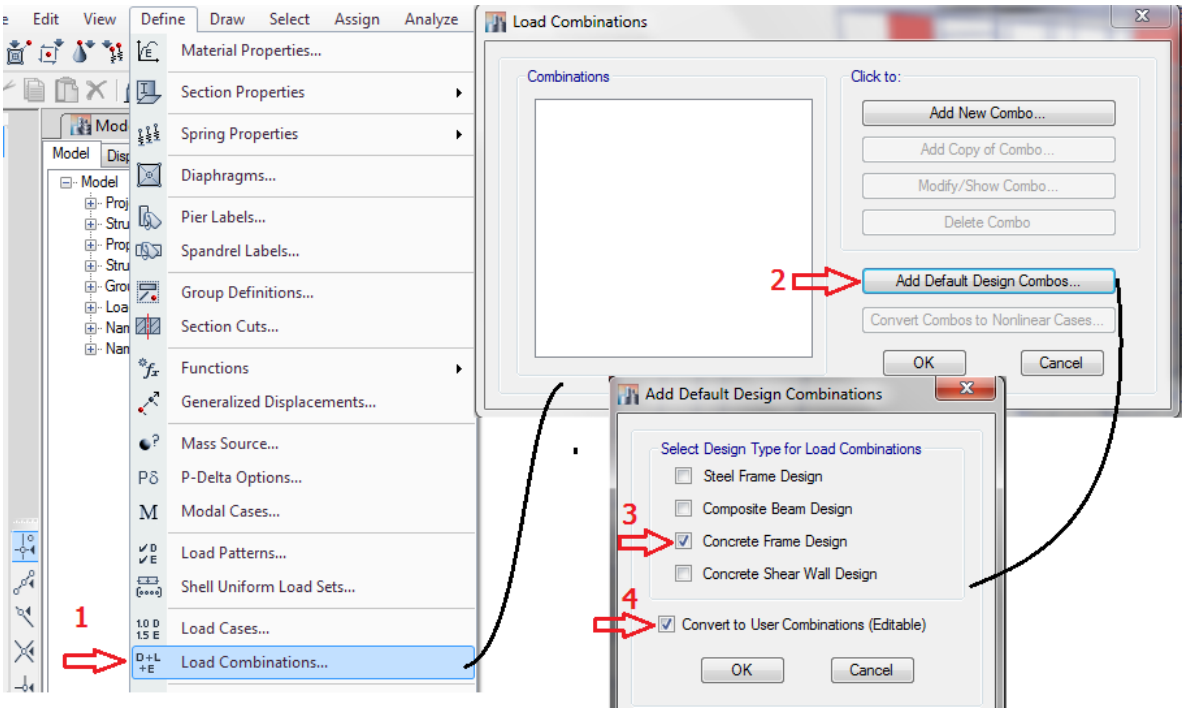
$(0.9 - 0.2S_{DS})\ D \pm \rho E$	(ASCE 7-10 12.4.2.3)
$(1.2 + 0.2S_{DS})\ D + 1.0L \pm \rho E$	(ASCE 7-10 12.4.2.3)
$(1.2 + 0.2S_{DS})\ D + 1.0L + 0.2S \pm \rho E$	(ASCE 7-10 12.4.2.3)

$0.2S_{DS}=0.6AI$ ⟶ $S_{DS}=1.05\times I=1.05\times 1.4=1.47$

چون ضریب نامعینی در امتدادهای عمود بر هم مقادیر متفاوتی دارد بنابراین در تنظیمات Preferences پیش فرض 1.0 را می‌پذیریم و بعد از ایجاد ترکیب بارها، زلزله‌های جهت Y را به 1.2 ضرب خواهیم کرد.



3- ایجاد ترکیب بارهای اتوماتیک از طریق Define menu > Load Combinations:



با انجام مراحل فوق ترکیب بارها اتوماتیک ایجاد می‌شود باید دقت شود که در این ترکیب بارها ضریب نامعینی برابر Rho=1.0 است. بنابراین اصلاحاتی که باید در این ترکیب بارها انجام شود به صورت زیر است:

1- اصلاح ضریب بار زلزله در جهت x به 1.2 در ترکیب بارهای لرزه‌ای.

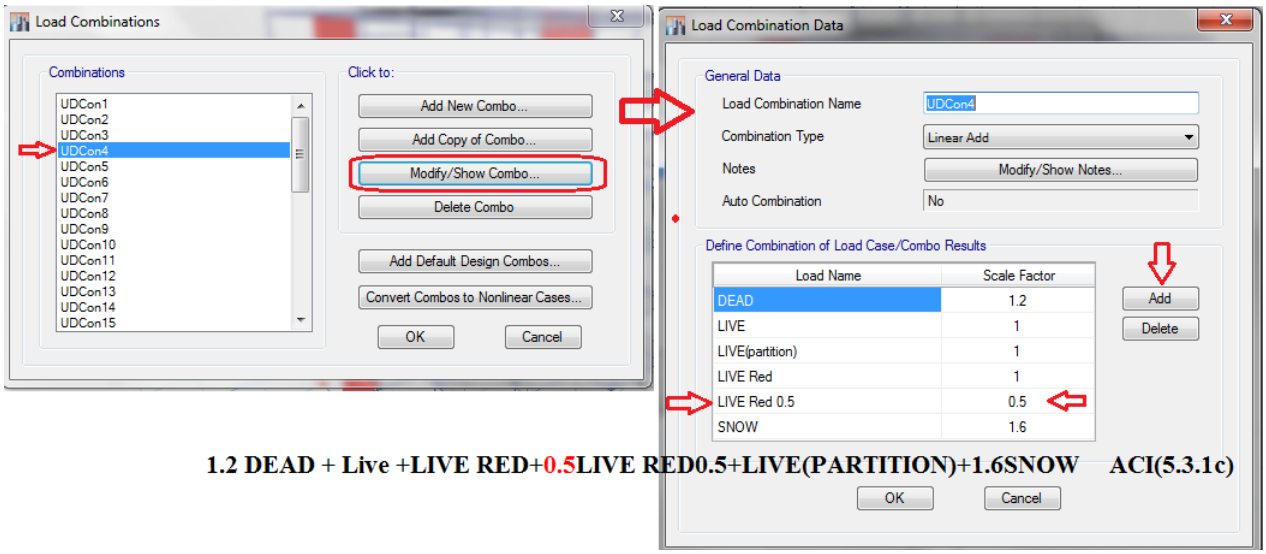
2- اضافه کردن بار زلزله قائم طره‌ها EZ(Cantilever) در ترکیب بارهای لرزه‌ای که در Load Pattern از نوع Other تعریف شده بود. در ترکیب بار سنگین با علامت مثبت (+) در ترکیب بار سبک با علامت منفی (-).

3- اعمال ضریب 0.5 به بار Live Red0.5 که طبق جدول ۶-۵-۱ مبحث ششم بارهای زنده بیمارستان مشکلی از نظر کاهش ضریب بار در ترکیب بارها ندارد.

توجه: در اختصاص بارها به کف‌ها، بار زنده کف راهروهای طبقه اول بیمارستان به خاطر 500 بودن باید از نوع Live Red باشند.

اصلاح ترکیب بار (5.3.1c) آیین نامه ACI-14

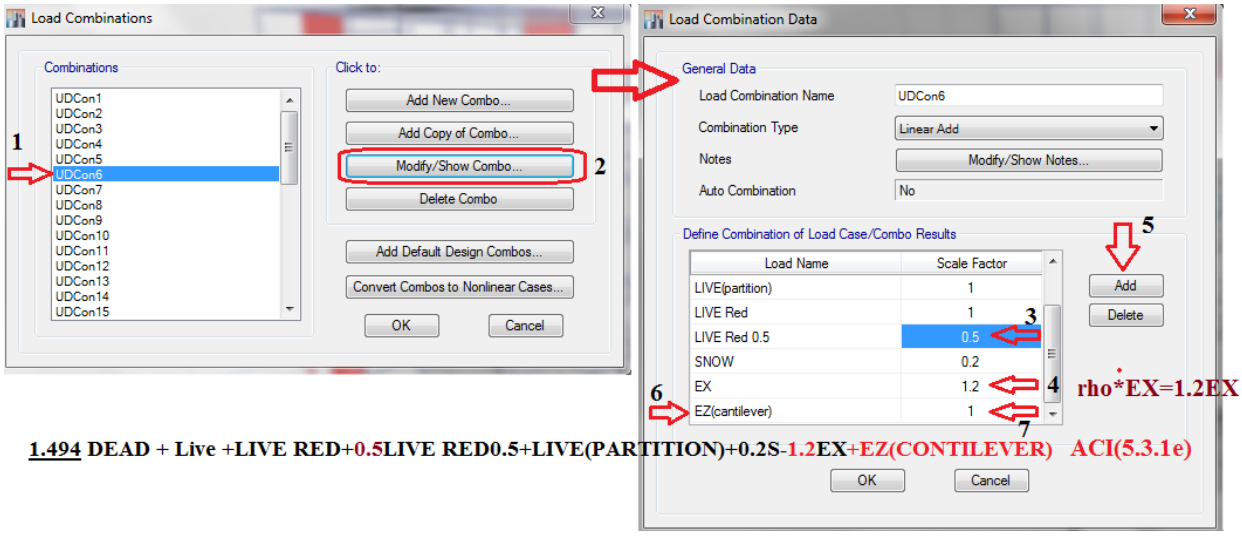
این ترکیب بار همان ترکیب بارهای شماره 4 و 5 است که به صورت اتوماتیک در ETABS ایجاد شده است.



اصلاح ترکیب بار لرزه‌ای سنگین (5.3.1e) آیین نامه ACI-14

این ترکیب بار همان ترکیب بارهای شماره 6 تا 21 است که به صورت اتوماتیک در ETABS ایجاد شده است.

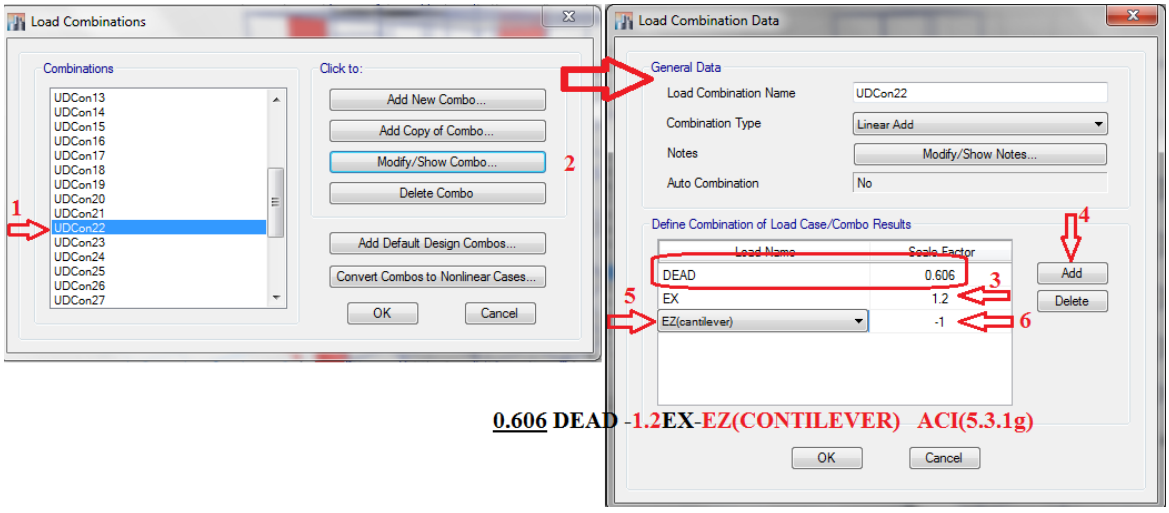
برای اصلاح این ترکیب بارها در همه موارد مراحل شکل زیر را دنبال کنید.



اصلاح ترکیب بار لرزه‌ای سنگین (5.3.1g) آیین نامه ACI-14

این ترکیب بار همان ترکیب بارهای شماره 22 تا 37 است که به صورت اتوماتیک در ETABS ایجاد شده است.

برای اصلاح این ترکیب بارها در همه موارد مراحل شکل زیر را دنبال کنید.



ترکیب بارهای ایجاد شده بعد از اصلاحات به صورت جدول زیر می‌باشند:

NAME TO ETABS	Load combination	Equation	Primary load
UDCON1	1.4DEAD	ACI(5.3.1a)	D
UDCON2	1.2 DEAD +1.6Live+1.6LIVE RED+1.6LIVE RED0.5+1.6LIVE(PARTITION)+0.5S 1.2D + 1.6LIVE + 0.5S	ACI(5.3.1b)	L
UDCON3	1.2 DEAD +1.6 Live +1.6LIVE RED+1.6LIVE RED0.5+1.6LIVE(PARTITION)+0.5LROOF	ACI(5.3.1b)	L
UDCON4	1.2 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+1.6S 1.2D + LIVE +1.6S	ACI(5.3.1c)	L_r or S or R
UDCON5	1.2 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+1.6LROOF	ACI(5.3.1c)	L_r or S or R
UDCON6	1.494 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+1.2EX+EZ(CANTILEVER) 1.494D + LIVE +0.2S± E	ACI(5.3.1e)	E
UDCON7	1.494 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-1.2EX+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON8	1.494 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+1.2EX(ALL)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1c)	E
UDCON9	1.494 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-1.2EX(ALL)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON10	1.494 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+EY+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON11	1.494 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-EY+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON12	1.494 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-EY(ALL)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON13	1.494 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+EY(ALL)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON14	1.494 DEAD +Live+LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+1.2(EX(ALL)+0.3EY)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON15	1.494 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-1.2(EX(ALL)+0.3EY)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON16	1.494 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+1.2(EX(ALL)-0.3EY)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON17	1.494 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-1.2(EX(ALL)-0.3EY)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON18	1.494 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+(EY(ALL)+0.3EX)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON19	1.494 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-(EY(ALL)+0.3EX)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON20	1.494 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+(EY(ALL)-0.3EX)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON21	1.494 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-(EY(ALL)-0.3EX)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON22	0.606 DEAD +1.2EX-EZ(CANTILEVER) 0.606D ± E	ACI(5.3.1g)	E
UDCON23	0.606 DEAD -1.2EX-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON24	0.606 DEAD +1.2EX(ALL)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON25	0.606 DEAD -1.2EX(ALL)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON26	0.606 DEAD +EY-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON27	0.606 DEAD -EY-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON28	0.606 DEAD +EY(ALL)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E

NAME TO ETABS	Load combination	Equation	Primary load
UDCON29	0.606 DEAD -EY(ALL)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON30	0.606 DEAD +1.2(EX(ALL)+0.3EY)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON31	0.606 DEAD -1.2(EX(ALL)+0.3EY)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON32	0.606 DEAD +1.2(EX(ALL)-0.3EY)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON33	0.606 DEAD -1.2(EX(ALL)-0.3EY)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON34	0.606 DEAD +(EY(ALL)+0.3EX)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON35	0.606 DEAD -(EY(ALL)+0.3EX)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON36	0.606 DEAD +(EY(ALL)-0.3EX)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON37	0.606 DEAD -(EY(ALL)-0.3EX)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E

مثال: ترکیب بارهای ساختمان با اهمیت متوسط (مسکونی) در شهر تبریز با سیستم قاب خمشی بتن‌آرمه متوسط را در ETABS به صورت خودکار ایجاد کنید.

ساختمان در پلان نامنظم است و ضریب نامعینی با بدون بررسی بند "ب" استاندارد ۲۸۰۰ در هر دو امتداد برابر 1.2 می‌باشد.

چون سازه موردنظر در تبریز (A=0.35) می‌باشد بنابراین زلزله قائم بر کل سازه اثر می‌کند و ترکیب بارهای لرزه‌ای دستخوش تغییراتی به صورت زیر خواهند شد.

بارهای زنده مسکونی قابل کاهش به 0.5 در ترکیب بارهای (5.3.1c) (5.3.1e) آیین نامه ACI-14

ادامه جدول ۶-۵-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L_0 و بار زنده متمرکز کف‌ها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۴	ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی		
۴-۱	اتاق‌ها و سایر فضاهای خصوصی شامل (سرویس‌ها- انبار- راهروها)	۲	—
۴-۲	اتاق‌های محل تجمع و راهروهای مرتبط با آن	۵	—
۵	هتل‌ها- فرهنگ‌ها		

در مسکونی محل تجمع نداریم

شهر تبریز A=0.35 و اهمیت متوسط مسکونی I=1.0 و $\rho_{x,y}=1.2$:

زلزله قائم در کل سازه= 0.6×0.35×1.0×D=0.21D

ترکیب بار سنگین لرزه‌ای (5.3.1e)

U=1.2D+1.0E+0.5L+0.2S

U=1.2D+0.5L+0.2S± ρ_x ×EX± ρ_y ×EY+EZ

U=(1.2+0.21)D+0.5L+0.2S± ρ_x ×EX± ρ_y ×EY

U=(1.41)D+0.5L+0.2S±1.2EX±1.2EY

ترکیب بار سبک لرزه‌ای (5.3.1g)

U=0.9D+1.0E
U=0.9D± ρ_x ×EX± ρ_y ×EY -EZ
U=(0.9-0.21)D± ρ_x ×EX± ρ_y ×EY
U=(0.69)D±1.2EX±1.2EY

مراحل تعریف ترکیب بارها در ETABS2015

4- تنظیمات Load Pattern و Load Cases طبق مطالب گفته شده در بخش‌های قبل.

5- تنظیمات Preferences طبق شکل زیر:

تعیین ضریب S_{DS} برای محاسبه نیروی زلزله قائم در کل سازه:

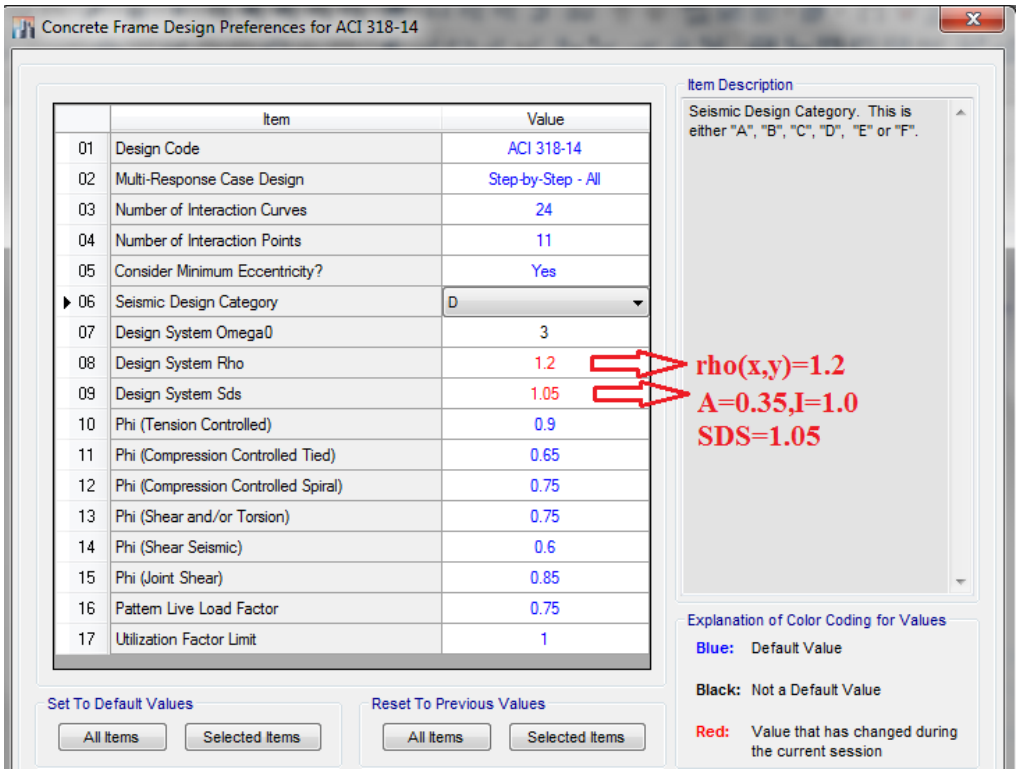
راهنمای ETABS2015:

The reliability factor, ρ, and DL multiplier are automatically applied to all program default design combinations when the ACI 318-14 code is selected. The DL multiplier represents the $0.2S_{DS}$ factor in Equation 12.4-4 of ASCE 7-10. When seismic load E is combined with the effects of other loads, the following load combination shall be used in lieu of the seismic load combinations in section 5.3.1 of the code.

$(0.9 - 0.2S_{DS})\ D \pm \rho E$	(ASCE 7-10 12.4.2.3)
$(1.2 + 0.2S_{DS})\ D + 1.0L \pm \rho E$	(ASCE 7-10 12.4.2.3)
$(1.2 + 0.2S_{DS})\ D + 1.0L + 0.2S \pm \rho E$	(ASCE 7-10 12.4.2.3)

$0.2S_{DS}=0.6AI$ ⟶ $S_{DS}=1.05\times I=1.05\times 1.0=1.05$

چون ضریب نامعینی Rho در امتدادهای عمود برابر 1.2 است، بنابراین در تنظیمات Preferences آن را به 1.2 تغییر خواهیم داد تا در ترکیب بارهای اتوماتیک ETABS لحاظ شوند.



حال اگر طبق مراحل مثال قبل از دستور Define>Load Combination ترکیب بارها را ایجاد کنیم و اصلاحات نیروی زلزله قائم طره‌ها و ضریب بار Live Red0.5 را انجام دهیم ترکیب بارها به صورت جدول زیر خواهند شد:

NAME TO ETABS	Load combination	Equation	Primary load
UDCON1	1.4DEAD	ACI(5.3.1a)	D
UDCON2	1.2 DEAD +1.6Live+1.6LIVE RED+1.6LIVE RED0.5+1.6LIVE(PARTITION)+0.5S 1.2D + 1.6LIVE + 0.5S	ACI(5.3.1b)	L
UDCON3	1.2 DEAD +1.6 Live +1.6LIVE RED+1.6LIVE RED0.5+1.6LIVE(PARTITION)+0.5LROOF	ACI(5.3.1b)	L
UDCON4	1.2 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+1.6S 1.2D + LIVE +1.6S	ACI(5.3.1c)	L_r or S or R
UDCON5	1.2 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+1.6LROOF	ACI(5.3.1c)	L_r or S or R
UDCON6	1.41 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+1.2EX+EZ(CANTILEVER) 1.41D + LIVE +0.2S± E	ACI(5.3.1e)	E
UDCON7	1.41 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-1.2EX+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON8	1.41 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+1.2EX(ALL)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1c)	E
UDCON9	1.41 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-1.2EX(ALL)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON10	1.41 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+1.2EY+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON11	1.41 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-1.2EY+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E

NAME TO ETABS	Load combination	Equation	Primary load
UDCON12	1.41 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-1.2EY(ALL)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON13	1.41 DEAD + Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+1.2EY(ALL)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON14	1.41 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+1.2(EX(ALL)+0.3EY)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON15	1.41 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-1.2(EX(ALL)+0.3EY)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON16	1.41 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+1.2(EX(ALL)-0.3EY)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON17	1.41 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-1.2(EX(ALL)-0.3EY)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON18	1.41 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+1.2(EY(ALL)+0.3EX)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON19	1.41 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-1.2(EY(ALL)+0.3EX)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON20	1.41 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S+1.2(EY(ALL)-0.3EX)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON21	1.41 DEAD +Live +LIVE RED+0.5LIVE RED0.5+LIVE(PARTITION)+0.2S-1.2(EY(ALL)-0.3EX)+EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1e)	E
UDCON22	0.69 DEAD +1.2EX-EZ(CANTILEVER) 0.69D ± E	ACI(5.3.1g)	E
UDCON23	0.69 DEAD -1.2EX-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON24	0.69 DEAD +1.2EX(ALL)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON25	0.69 DEAD -1.2EX(ALL)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON26	0.69 DEAD +1.2EY-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON27	0.69 DEAD -1.2EY-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON28	0.69 DEAD +1.2EY(ALL)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON29	0.69 DEAD -1.2EY(ALL)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON30	0.69 DEAD +1.2(EX(ALL)+0.3EY)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON31	0.69 DEAD -1.2(EX(ALL)+0.3EY)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON32	0.69 DEAD +1.2(EX(ALL)-0.3EY)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON33	0.69 DEAD -1.2(EX(ALL)-0.3EY)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON34	0.69 DEAD +1.2(EY(ALL)+0.3EX)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON35	0.69 DEAD -1.2(EY(ALL)+0.3EX)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON36	0.69 DEAD +1.2(EY(ALL)-0.3EX)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E
UDCON37	0.69 DEAD -1.2(EY(ALL)-0.3EX)-EZ(CANTILEVER)	ACI(5.3.1g)	E

منابع و مراجع

۱- آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله "استاندارد ۲۸۰۰ ایران"، ویرایش چهارم، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۳.

۲- بارهای وارد بر ساختمان، مبحث ششم مقررات ملی ساختمان، ویرایش ۱۳۹۲، دفتر امور مقررات ملی ایران، نشر توسعه ایران، ۱۳۹۲.

۳- طرح و اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه، مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، ویرایش ۱۳۹۲، دفتر امور مقررات ملی ایران، نشر توسعه ایران، ۱۳۹۲.

۴- طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی، مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، ویرایش ۱۳۹۲، دفتر امور مقررات ملی ایران، نشر توسعه ایران، ۱۳۹۲.

5-ASCE, 2010. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, American Society of Civil Engineers, 1801 Alexander Bell Drive, Reston, Virginia, 20191

6-ACI, 2014. Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14) and Commentary (ACI 318R-14), American Concrete Institute, 38800 Country Club Drive, Farmington Hills, Michigan, 48331.

7-CSI, 2014. CSI Analysis Reference Manual, Computers and Structures, Inc., Walnut Creek, California.

8- Finley A. Charney, Ph.D., P.E. (2014) . Seismic Loads Guide to the Seismic Load Provisions of ASCE 7-10, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia.

9- James K. Wight, 2016. Reinforced concrete mechanics and design, seventh edition, Prentice Hall.

10- Notes on ACI 318-08. (2008). Building Code Requirements for Structural Concrete with Design Applications, PCA Publications.