

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی



بر آورد ضریب رفتار قاب فولادی با مهاربند زانویی و مقایسه عملکرد این سیستم با مهاربند

برون محور

مهدی وجدیان^۱، زهرا سالاروند^۲

۱-مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد الیگودرز

۲-دانشجوی کارشناسی ارشد زلزله، دانشگاه غیرانتفاعی آل طه تهران

Zahra.salarvand@ymail.com

چکیده

در روش طراحی بر اساس مقاومت با ایجاد شکل پذیری در مقاطع سازه امکان تامین سطح عملکرد مورد نیاز در سطوح لرزه ای مورد نظر تامین می شود. شکل پذیری در ضوابط طراحی لرزه ای به کمک پارامتر ضریب رفتار ارزیابی و بیان می گردد. در این پژوهش پارامتر ضریب رفتار برای قابهای فولادی با مهاربند KBF مورد بررسی قرار گرفته است. در سیستم مهاربند زانویی (KBF)، شکل پذیری از طریق المان زانویی تامین می شود. به این منظور از تحلیل استاتیکی غیرخطی برای قابهای ۵، ۱۰ و ۱۵ طبقه صورت گرفته است. به منظور انجام تحلیل ها نرم افزار SAP2000 مورد استفاده قرار گرفته است. عملکرد این سیستم با سیستم مهاربند برون محور مقایسه گردید. ضریب رفتار و روند تشکیل مفاصل پلاستیک در هر دو نوع سیستم بررسی و با هم مقایسه شده است. نتایج نشان می دهند که ضریب رفتار برای سیستم مهاربند زانویی بزرگتر از مهاربند واگرا است و نیز در مهاربند زانویی اولین مفصل پلاستیک در عضو زانویی، تشکیل می شود.

کلمات کلیدی: مهاربند زانویی، مهاربند برون محور، تحلیل استاتیکی غیرخطی، ضریب رفتار.

۱. مقدمه

سازه هایی که برای مناطق با لرزه خیزی بالا طراحی می شوند باید دو معیار را ارضا کنند. اول اینکه باید دارای سختی کافی برای کنترل تغییر مکان جانبی بوده تا از وقوع هر گونه خسارت سازه ای و غیر سازه ای در طی زمین لرزه های متوسط ولی مکرر جلوگیری به عمل آید. سازه باید مقاومت و شکل پذیری کافی داشته باشد تا تحت زلزله های شدید از فروریزش آن جلوگیری شود، خسارت سازه ای محدود و غیر سازه ای مجاز است.

قابهای خمشی و مهاربندی همگرا در ساختمانهای فولادی بطور گسترده ای به عنوان سیستم مقاوم در برابر زلزله مورد استفاده قرار می گرفته اند، گرچه هیچ یک از آنها نمی تواند سختی و شکل پذیری مورد نیاز را تماماً ارضا کند. در حالیکه قابهای خمشی شکل پذیری مناسبی داشته و قابهای مهاربندی همگرا دارای سختی مناسبی می باشند. با ترکیب خوبی از این دو سیستم، یک سیستم مقاوم لرزه ای اقتصادی به دست می آید.

یک چنین سیستمی قابهای مهاربندی واگرا EBF می باشد که توسط پوپوف و ریدر (Roeder & Popov) پیشنهاد شد.

در سالهای اخیر آریستیزابل اوچوا (Aristizabal Ochoa) یک سیستم ترکیبی پیشنهاد داده است به نام قاب مهاربند زانویی KBF.

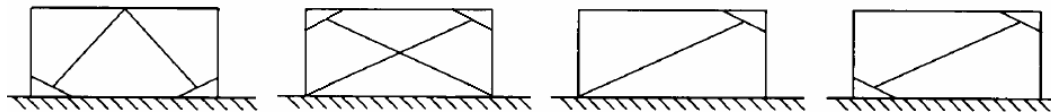
در این سیستم المان زانویی به عنوان یک فیوز شکل پذیر برای جلوگیری از فروریزش سازه تحت زمین لرزه های شدید با جذب انرژی در طی تسلیم خمشی عمل می کند. یک مهاربند قطری با حداقل یک المان زانویی متصل در انتهای آن بیشتر سختی الاستیک جانبی را تامین می کند. در این سیستم مهاربند قطری برای فشار طراحی نشده و کمانش می کند.



در نتیجه رفتار چرخه ای این سازه با پدیده Pinching در حلقه های هستریزاس روبرو است که عملکرد جذب انرژی مناسبی نخواهد داشت. پس از Ochoa محقق دیگری به نام Balendra پیشنهاد داد به منظور بهبود رفتار این سیستم فقط از یک مهاربند قطری استفاده گردد و آن بادبند به گونه ای طرح شود که در اثر فشار وارده کمانش نکند. [۱]

۲. مدل‌های نمونه ساختمانی

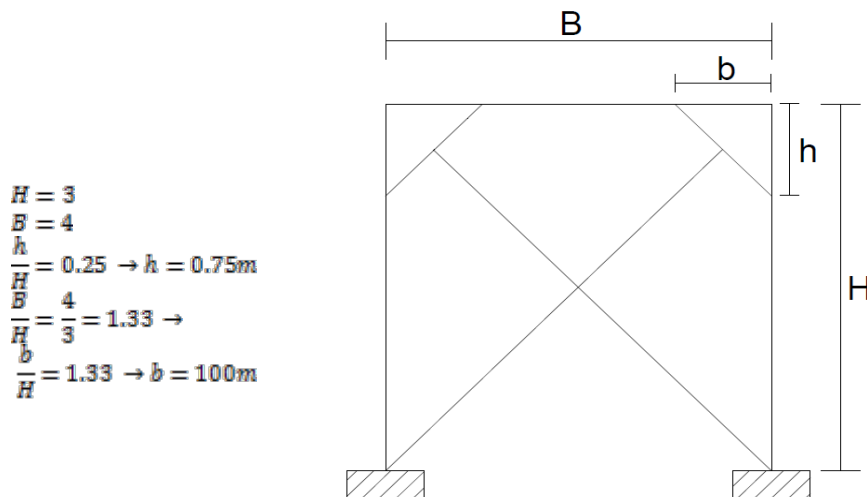
از میان انواع مختلف بادبندهای زانویی که طرح کلی آنها در شکل (۱) نشان داده شده است و با استفاده از نتایج تحلیلهای ارتجاعی که توسط محققین بر روی این سیستم انجام شده ابعاد بهینه مدل سازه ای انتخاب می گردد.



شکل ۱- انواع قابهای مهاربند زانویی

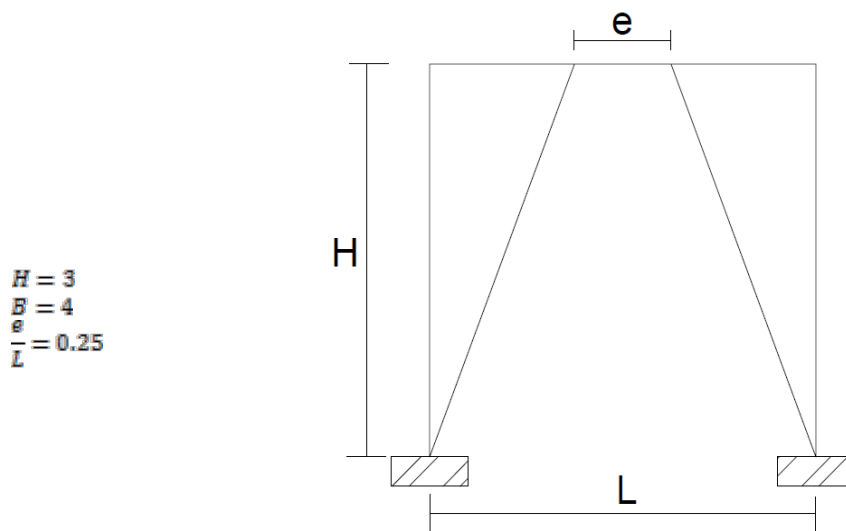
بهترین زاویه المان زانویی زمانی است که قاب بیشترین سختی را دارد و در آن یعنی حالتی که المان زانویی موازی با قطر $\frac{b}{h} \approx \frac{B}{H}$ دیگر قاب باشد و امتداد عضو بادبندی از محل تلاقی تیر به ستون عبور کند. (شکل ۲)

قابهای مورد مطالعه دو بعدی و دارای سه دهانه با ابعاد مساوی بوده که دهانه های میانی آن بادبندی هستند و تعداد طبقات با این هدف انتخاب شده اند که سازه های نرم، متوسط، نیمه صلب را پوشش دهند. بنابراین قابهای مورد مطالعه در سه تپ ارتفاعی، پنج طبقه (۱۵متری)، ده طبقه (۳۰متری) و پانزده طبقه (۴۵متری) انتخاب شده اند.



شکل ۲- نوع قاب و ابعاد انتخابی آن برای قابهای KBF

قابهای مورد مطالعه ی با مهاربند EBF نیز دارای سه دهانه با ابعاد مساوی که دهانه های میانی آن بادبندی هستند و در همان تپه های ارتفاعی مهاربند KBF و با مشخصات زیر انتخاب شده اند. (شکل ۳)



شکل ۳- نوع قاب و ابعاد انتخابی آن برای قابهای EBF

۳. بارگذاری و طراحی

بارگذاری ثقلی قابهای مورد بررسی و نیز تعیین نیروی جانبی به ترتیب براساس مبحث ششم [۲] و آئین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰ ایران) و ویرایش سوم [۳] صورت گرفته است برای محاسبه نیروی استاتیکی معادل زلزله، پارامترهای ضریب C با فرض شرایط خطر نسبی خیلی زیاد، ساختمان با اهمیت متوسط و زمین نوع سه تعیین شده اند. ضریب رفتار در قابهای مهاربندی واگرا برابر ۶ و در قابهای مهاربندی زانویی (با توجه به انتظار شکل پذیری بالا در این نوع مهاربند) برابر ۷ در نظر گرفته می شود. بار مرده و زنده به ترتیب ۷۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مربع فرض شده است طراحی قابها نیز مطابق مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران [۴] و به روش تنشهای مجاز صورت گرفته است.

۴. آنالیز استاتیکی غیر خطی Pushover

معمولاً تحلیل استاتیکی غیر خطی با این فرض که مد ارتعاش اصلی سازه، مد غالب بر پاسخ لرزه ای سازه است براساس شکل مد اول انجام میشود. این فرض برای سازه هایی که پیوند اصلی ارتعاش آنها کمتر از یک ثانیه است معتبر می باشد ولی برای سازه های که دارای پیوند اصلی طولانی تری هستند، اثرات مدهای بالاتر نیز ممکن است روی برخی از المانهای سازه بحرانی تر از اثرات مد اصلی باشد. به همین علت ممکن است آنالیز استاتیکی غیر خطی برای مدهای بالاتر انجام گیرد برای این کار توزیع نیروها به صورتی انجام میگردد که سازه در مد دوم و سوم خود تغییر شکل دهد. مراحل تحلیل استاتیکی غیر خطی به شرح زیر می باشد.

۱. مدل ارتعاشی شامل تمام اجزاء سازه تهیه شده و تحت بارهای ثقلی قرار داده می شود. برای هر المان باید یک رابطه دو خطی نیرو - تغییر شکل تعریف گردد. (در این تحقیق منحنیهای مربوط به مفاصل پلاستیک در تیرها و ستونها با استفاده از پیش فرضهای نرم افزار SAP2000 تعریف میگردد.)

۲. مدل تحت بار جانبی قرار داده می شود. دو نوع توزیع بار جانبی به سازه اعمال می گردد توزیع مثلثی و توزیع یکنواخت متناسب با وزن طبقات.



۳. شدت بار جانبی به تدریج افزوده میشود تا آنجا که یکی از اعضا تسلیم شده و سختی سازه اصلاح میگردد.
۴. افزایش شدت بار تا آنجا ادامه می یابد تا بقیه اعضا به مقاومت نهایی خود رسیده و یا تغییر مکان نسبی طبقات و جابجایی در تراز بام (منقطه کنترل) از تغییر مکان مجاز در زلزله طرح بیشتر شود.
که در آن T زمان تناوب اصلی سازه می باشد.

$$\Delta_m < 0.25 h \quad T < 0.7 \text{ sec}$$

$$\Delta_m < 0.2 h \quad T \geq 0.7 \text{ sec}$$

۵. منحنی تغییر مکان نقطه کنترل بر حسب برش پایه ترسیم میشود که معرف رفتار غیر خطی سازه است.

۵. تعیین پارامترهای لرزه ای

برای بررسی عملکرد لرزه ای قابهای نمونه با داشتن نمودارهای نیرو-تغییر مکان می توان شکل پذیری، ضریب رفتار [۷و۶] و چگونگی شکل گیری مفاصل پلاستیک را محاسبه کرده و مقایسه های بین قابهای مهاربندی زانویی و مهاربند واگرا را انجام داد.

۶. ضریب کاهش مقاومت در اثر شکل پذیری

تا کنون روابط متعددی برای تعیین این ضریب که معمولاً ضریب کاهش شکل پذیری (R_{μ}) نامیده می شود پیشنهاد شده است و در هر یک از روابط سعی شده تا حد امکان از عوامل موثر بر نیاز لرزه ای استفاده گردد. از میان آنها روابطی که توسط محققى به نام میراندا ارائه گردید جامعترین رابطه برای تعیین ضریب کاهش شکل پذیری می باشد زیرا دربرگیرنده عواملی نظیر زمان تناوب، نوع زمین و شتاب زمین لرزه میباشد.

$$R_{\mu} = \frac{\mu - 1}{\phi} + 1$$

برای زمین های سنگی :

$$\phi = 1 + \frac{1}{10T - \mu T} - \frac{1}{2T} \exp \left[-\frac{3}{2} \left(\ln T - \frac{2}{5} \right)^2 \right]$$

برای زمین های رسوبی:

$$\phi = 1 + \frac{1}{12T - \mu T} - \frac{2}{5T} \exp \left[-2 \left(\ln T - \frac{1}{5} \right)^2 \right]$$

برای زمینهای با خاک نرم:

$$\phi = 1 + \frac{T_g}{2T} - \frac{2T_g}{4T} \exp \left[-3 \left(\ln \frac{T}{T_g} - \frac{1}{4} \right)^2 \right]$$

که مد شکل پذیری T پرئود سازه T_g پرئود غالب زلزله میباشد.

۷. ضریب اضافه مقاومت

برای تعیین ضریب اضافه مقاومت، می توان علاوه بر روشهای آزمایشگاهی از روشهای تحلیلی نظیر استاتیکی غیر خطی استفاده کرد . مقدار اسمی ضریب مقاومت R_{SO} عبارتست از خارج قسمت نیروی متناظر با حد تسلیم کلی سازه در هنگام تشکیل مکانیزم خرابی V_y به نیروی متناظر با تشکیل اولین لولای خمیری در سازه V_S :

$$R_{SO} = \frac{V_y}{V_S}$$

V_y برش پایه در نقطه شکست منحنی دو خطی معادل نیرو - تغییر مکان سازه می باشد. به منظور در نظر گرفتن عواملی نظیر اختلا ف بین تنشهای اسمی و واقعی مصالح، اثر المانهای غیر ساز های و ... توسط چند ضریب اصلاحی به ضریب اضافه مقاومت واقعی سازه R_S تبدیل میشود:

$$R_S = R_{SO} * F_1 * F_2 * \dots$$

با توجه به اینکه روشهای طراحی در دو سطح، بار نهایی و بار مجاز، متداول است لذا ضریب رفتار در دو سطح R_{II} ضریب رفتار بر مبنای تنشهای حد نهایی تسلیم و R_{IV} ضریب رفتار بر مبنای تنشهای حد مجاز تعریف میشود. بین این دو سطح طراحی رابطه زیر برقرار است: [۸]

$$Y = R_w / R_u$$



در رابطه فوق Y ضریبی است که براساس نحوه برخورد آئین نامه های مصالح با تنشهای طراحی تعیین می شود و مقدار این ضریب در حدود ۱.۴-۱.۷ ارزیابی می گردد. پارامترهای لرزه ای برای قابهای مهاربندی زانویی و واگرای مدلسازی شده در این پژوهش به ترتیب در جداول (۱) و (۲) محاسبه درج شده است.

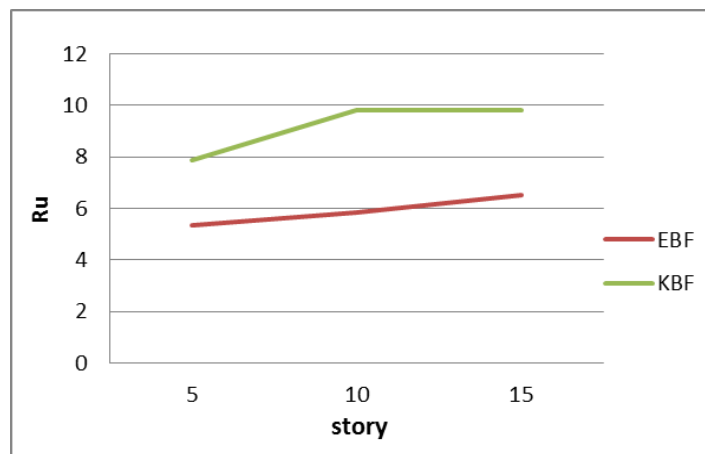
جدول ۱- پارامترهای لرزه ای قابهای مهاربندی زانویی نمونه

نوع سیستم و تعداد طبقات	Te	Vy	Vs	Rso	Rs	ϕ	R μ	Ru	Rw
5	0.7	487	332.5	1.47	1.7	1.03	3.33	5.64	7.9
10	1.4	978	452.6	2.16	2.5	0.81	2.8	7	9.8
15	2.3	636	280.7	2.27	2.62	1.02	2.67	7	9.8

جدول ۲- پارامترهای لرزه ای قابهای مهاربندی واگرای نمونه

نوع سیستم و تعداد طبقات	Te	Vy	Vs	Rso	Rs	ϕ	R μ	Ru	Rw
5	0.64	403	404.8	1	1.15	0.92	3.33	3.84	5.4
10	1.07	713	550.9	1.29	1.5	0.71	2.8	4.19	5.9
15	1.46	597	395.4	1.51	1.75	0.79	2.67	4.66	6.5

مشاهده میشود مقادیر ضریب به دست آمده برای سیستم مهاربند زانویی بزرگتر از مهاربند واگرا است، یعنی هدف ایجاد المانهای زانویی برای تامین شکل پذیری بیشتر نسبت به مهاربندهای واگرا در قابهای نمونه این پژوهش تحقق یافته است.



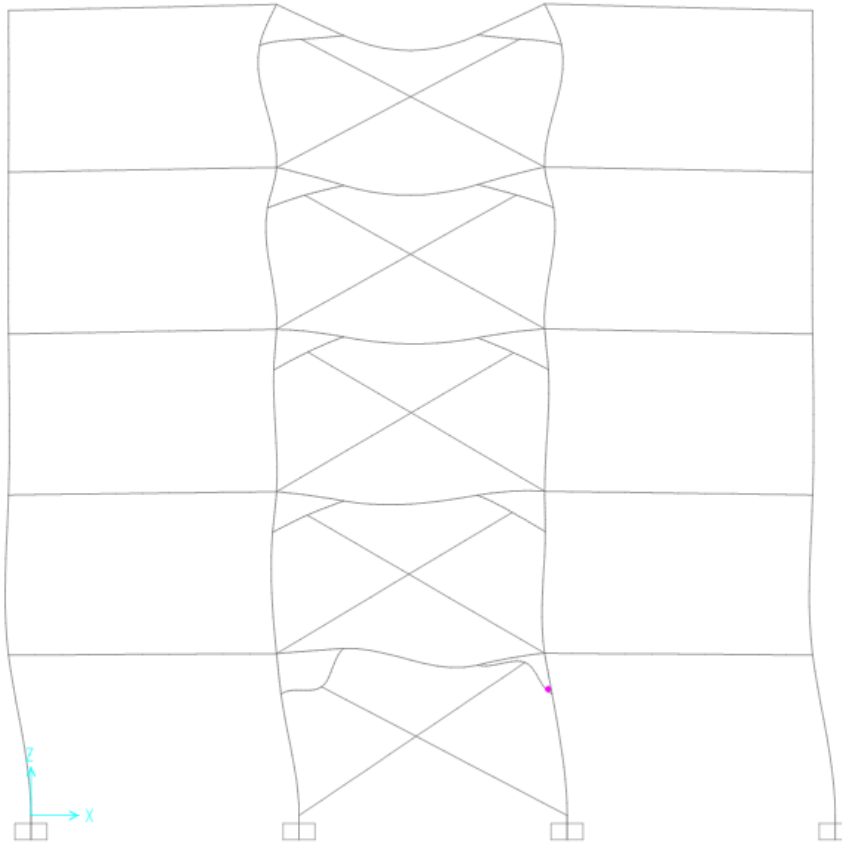
شکل ۴- بررسی تغییرات R_u برای هر دو سیستم مهاربندی.

۸. مقایسه عملکرد غیر خطی در قابهای نمونه

بررسی نتایج به دست آمده برای سیستم های فوق نشان می دهد که در قابهای مهاربندی زانویی با افزایش نیروی جانبی اولین مفصل پلاستیک در عضو زانویی تشکیل می شود، بطوریکه با یک برش پایه معین، در قابهای مهار بند زانویی بیشتر مفصل پلاستیک در اعضای زانویی که اعضای ثانویه در قاب به شمار می روند متمرکز شده است و در قابهای مهاربندی واگرا اولین مفصل پلاستیک در تیر پیوند تشکیل میشود، به این ترتیب آسیب دیدگی قاب در سیستم زانویی در اعضای ثانویه متمرکز شده که راحت تر و با هزینه کمتری قابل تعویض و تعمیر می باشند. برای مثال نحوه



تشکیل مفصل پلاستیک برای قاب ۵ طبقه مهاربند زانویی در شکل زیر نشان داده شده است. در این شکل مشاهده می شود که اولین مفصل پلاستیک در عضو زانویی تشکیل شده است.



۹. نتیجه گیری

برای قابهای متعارف مطالعه شده در این پژوهش نتایج زیر را میتوان بطور خلاصه بدست آورد.

۱- در قابهای مهاربندی زانویی زمانیکه اتصال تیر و ستون به صورت مفصلی به یکدیگر متصل می شوند، سختی جانبی توسط مهاربند های قطری تامین شده و شکل پذیری تحت زلزله های شدید با تسلیم خمشی در المانهای زانویی تامین می شود. بنابراین بیشتر خسارت سازه ای ناشی از زلزله در المانهای زانویی که اعضای ثانویه بشمار می روند متمرکز شده و پس از زلزله نیز این اعضا راحت تر و با هزینه کمتری قابل تعمیر و تعویض هستند.

۲- با بررسی نتایج بدست آمده حاصل از مطالعه ضریب رفتار می توان نتیجه گرفت ضریب رفتاری که آیین نامه ۲۸۰۰ برای مهارهای واگرا پیشنهاد می دهد مخصوصا برای قابهای بلند مرتبه و میان مرتبه تقریبا مناسب است. اما در صورت طراحی مهارهای زانویی بر اساس آیین نامه، نیاز به استفاده از ضرایب بزرگتر می باشد. این موضوع کاهش مصالح مصرفی در طراحی ها را بدنبال خواهد داشت.



۱۱. مراجع

۱. قدرتی، غلامرضا، نعیمی، مینا "بررسی و مقایسه عملکرد لرزه ای قابهای مهاربند زانویی و ضربدری" ۱۳۸۷
۲. دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، "مبحث ششم، بارهای وارد بر ساختمان"، ۱۳۸۸.
۳. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن "آئین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) ویرایش سوم"، ۱۳۸۴.
۴. دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، "مبحث دهم، طرح و اجرای ساختمانهای فولادی"، ۱۳۸۴.
۵. طاهری بهبهانی، علی اصغر، ((نگرش فلسفی به ضوابط و محاسبات ساختمانها در برابر زلزله))، نشریه ۲۳۹، مرکز تحقیقات مسکن، چاپ اول، ۱۳۷۶.
6. Nassar, A.A., Osteraos, J.D and Krawinkler, H. (1992) Seismic design based on strength and ductility demand. Proceedings of the 10th International Conference on Earthquake Engineering, 5861-5866.
7. Miranda, E. and Bertero, V.V. (1994) Evaluation of strength reduction factors for earthquake-resistant design. Earthquake Spectra, 10(2), 357-379.
۸. دستور العمل بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود - نشریه ۳۶۰ سازمان برنامه و بودجه.

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



عضویت در
خبرنامه



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی