



بررسی علل خرابی های رخ داده در سازه های بنایی شهر سی سخت در زلزله سال ۱۳۹۹

یاسر محمدی *^۱

چکیده

سازه های بنایی به دلیل هزینه های پایین تر نسبت به دیگر سیستم های ساختمانی مانند سازه های فولادی و بتنی، به ویژه در مناطق روستایی و شهرهای در حال توسعه، به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرند. این سازه ها به واسطه ویژگی های خاص خود، نظیر سرعت در اجرا و قابلیت استفاده از مصالح محلی، محبوبیت زیادی پیدا کرده اند. اما با این حال، این نوع سازه ها مستعد بروز خرابی هایی هستند که می تواند به ایمنی و دوام آنها آسیب برساند. در این مقاله، به بررسی نوع خرابی های رایج در سازه های بنایی پرداخته می شود. از جمله خرابی های مهمی که بررسی می شوند، می توان به ترک های قطری اطراف پنجره ها، خرابی سقف و مشکلات ناشی از بارگذاری نادرست اشاره کرد. ترک های قطری معمولاً ناشی از ناپایداری های ساختاری و تغییرات دما هستند که می توانند به تدریج به آسیب های جدی تر منجر شوند. همچنین، خرابی سقف ممکن است به دلیل مشکلات در طراحی یا اجرای نادرست سازه اتفاق بیفتد، که می تواند منجر به خسارات مالی و جانی شود. علاوه بر این، در این مقاله به بررسی بندهای مرتبط با مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان پرداخته می شود. این مبحث به طور خاص به طراحی و اجرای سازه های بنایی پرداخته و استانداردهای لازم برای کاهش خرابی ها را مشخص می کند. با رعایت این استانداردها، می توان به بهبود ایمنی و عملکرد سازه های بنایی کمک کرد و از بروز خرابی ها جلوگیری نمود.

کلمات کلیدی: سازه های بنایی، خرابی های ساختاری، ترک های قطری، مقررات ملی ساختمان، ایمنی سازه ها.

^۱ هیئت مدیر، مهندسی عمران دانشگاه ملی مهارت استان کهگیلویه و بویراحمد، یاسوج، ایران

مقدمه

سازه های بنایی به عنوان یکی از قدیمی ترین و رایج ترین سیستم های ساختمانی در دنیا، به ویژه در مناطق روستایی و شهرهای در حال توسعه، مورد استفاده قرار می گیرند. این نوع سازه ها به دلیل قابلیت دسترسی آسان به مصالح محلی، هزینه های پایین ساخت و سرعت اجرا، به انتخاب اول بسیاری از سازندگان و مهندسان تبدیل شده اند. با این حال، به دلیل عدم رعایت اصول مهندسی و استانداردهای ساخت، این سازه ها در برابر بارهای مختلف، به ویژه زلزله، آسیب پذیری بالایی دارند. یکی از مهم ترین نکات در طراحی و اجرای سازه های بنایی، رعایت استانداردهای موجود در مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان است. این مبحث به ویژه بر روی دیوارهای باربر و کلاف های قائم تأکید دارد و می تواند از بروز خرابی ها و آسیب های جدی جلوگیری کند. برای مثال، بند ۸-۵-۵-۸ تأکید می کند که دیوارهای باربر باید حداقل از میلگرد ۱۰ آجدار در فواصل مشخصی بهره برداری کنند تا از حرکت خارج از صفحه و شکست های ناحیه هشت گیری جلوگیری شود.

همچنین، در طراحی بازشوها در دیوارهای باربر، بند ۸-۵-۵-۸ به محدودیت هایی اشاره می کند که در صورت عدم رعایت آنها، می تواند به بروز ترک ها و خرابی های جدی منجر شود. به طور خاص، مجموع سطح بازشوها نباید از یک سوم سطح دیوار بیشتر باشد و طول بازشوها نیز نباید از نصف طول دیوار فراتر رود. عدم رعایت این اصول می تواند باعث ایجاد ترک های قطری و مشکلات ساختاری در دیوارها شود. علاوه بر این، عدم اجرای صحیح کلاف ها و تأمین تکیه گاه های مناسب برای دیوارها نیز از دیگر عواملی است که می تواند به بروز خرابی ها منجر شود. بند ۵-۵-۸-۲-۱۰ به ضرورت وجود کلاف های قائم در محل تقاطع دیوارها تأکید می کند. عدم جانمایی درست این کلاف ها می تواند انسجام سازه را تحت تأثیر قرار دهد و در برابر حرکت های زلزله، آسیب پذیری بیشتری ایجاد کند. در نهایت، با توجه به اهمیت رعایت این استانداردها و نکات فنی، این مقاله به بررسی انواع خرابی ها در سازه های بنایی و تأثیر عدم رعایت اصول مهندسی بر روی آنها می پردازد. به ویژه، بررسی حوادث و خرابی های واقعی، نظیر خرابی سقف های طاق ضربی در زلزله سی سخت، می تواند به درک بهتر از چالش های موجود در این حوزه کمک کند و راهکارهایی برای بهبود وضعیت سازه های بنایی ارائه دهد.

شکست در ناحیه هشت گیری دیوار با شناژ قائم،

طبق بند ۸-۵-۵-۸ در دیوارهای باربر باید حداقل از میلگرد ۱۰ آجدار به ترتیب در فاصله یک سوم، یک دوم و دو سوم ارتفاع دیوار به صورت سرتاسری در طول دیوار در بندهای افقی استفاده کرد، مبحث هشت تأکید می کند این میلگردها باید تا محل کلاف قائم امتداد و داخل آن مهار شوند. این بند آیین نامه علاوه بر اینکه از حرکت خارج از صفحه دیوار جلوگیری می کند می تواند از شکست ناحیه هشت گیری دیوار با شناژ قائم نیز جلوگیری کند.



ایجاد ترک در ناحیه هشت گیری دیوار با شناژ قائم



ایجاد ترک در ناحیه هشت گیری دیوار با شناژ قائم

طبق بند ۸-۵-۵-۸ مجموع سطح بازشوهای داخل یک دیوار باربر نباید از یک سوم سطح آن بیشتر باشد. همچنین طول بازشوها نباید در هر دیوار باربر از نصف طول دیوار بیشتر باشد. عدم رعایت این دو اصل در دیوار زیر سبب ایجاد و گسترش ترک در دیوار شده است.



ایجاد ترک در سازه بنایی بخاطر عدم رعایت ضوابط بازشو



ایجاد ترک در سازه بنایی بخاطر عدم رعایت ضوابط بازشو



ایجاد ترک در سازه بنایی بخاطر عدم رعایت ضوابط بازشو

طبق بند ۷-۵-۵-۸ دیوارهای باربر باید در کف و سقف محکم شوند. عدم رعایت این بند برای نمونه در شکل ... با اجرای دیوار خارج از کلاف سبب حرکت خارج از صفحه دیوار شده و در شکل... با عدم تامین تکیه گاهی جانبی لازم سبب ریزش دیوار شده است.



اجرای دیوار خارج از کلاف



ریزش دیوار سازه بنایی بخاطر عدم تامین مهار مناسب برای دیوار

در اجرای سازه بنایی باید آجرها در آب خیس شوند تا آب ملات رو به خود جذب نکند. دیوار چینی باید با ملات ماسه سیمان با نسبت اختلاط یک سیمان و سه قسمت ماسه انجام گیرد. ضخامت بندهای افقی نباید کمتر از ۱۰ و بیشتر از ۱۲ میلی متر باشند. بندهای قائم باید از ملات پر شوند. عدم رعایت این نکات سبب اجرای بد و بروز ترک های افقی از نوع لغزشی در دیوار زیر شده است.

ایجاد ترک در دیوار بخاطر عدم اجرای مناسب



ایجاد ترک در دیوار بخاطر عدم اجرای مناسب

طبق بند ۸-۵-۵-۱۰-۲ کلاف های قائم باید در محل تقاطع دیوارها تعبیه گردد. عدم جانمایی درست کلاف قائم سبب عدم انسجام دیوار در برابر حرکت سازه در زلزله شده است.



عدم اجرای کلاف در محل تقاطع دو دیوار

مبحث هشتم برای انسجام و یکپارچگی سقف طاق ضربی پیشنهادات زیر را برای اجرای این نوع سقف داده است. نمونه ای از خرابی سقف طاق ضربی در زلزله سی سخت در زیر آورده شده است.

(الف) سقفهای طاق ضربی

- فاصله بین تیرآهنهای سقف از ۱ متر بیشتر نشود.

۲ تیر آهنهای سقف باید در فواصل حداکثر ۲ متر توسط تیرآهنهای عرضی حداکثر یک شماره کمتر از تیرآهن اصلی که در دل تیرآهنهای سقف قرار میگیرند به یکدیگر متصل گردند. لازم است انتهای تیرآهنهای سقف توسط تیرآهنهای دیگری که در امتداد عمود بر تیرهای سقف هستند به یکدیگر متصل شوند.

- ۴ تیرآهنهای سقف به گونه مناسبی به کلاف افقی متصل شوند.

۵ تیرآهن انتهایی سقف باید در چشمه های ۱ متری حداقل به صورت یک چشمه در میان با تسمه یا میلگرد به شکل ضربدری به تیرآهن کناری خود مهار شود.

تکیه گاه مناسبی برای پاتاق آخرین دهانه طاق ضربی تعبیه گردد. این تکیه گاه میتواند با قرار دادن یک نیمرخ فولادی و اتصال آن با کلاف زیر خود یا با جاسازی در کلاف بتنی تأمین شود. چنانچه این تکیه گاه فولادی باشد باید با میلگردها یا تسمه های کاملاً کشیده و مستقیم در دو انتهای تیر و همچنین در فواصل کمتر از ۲ متر به آخرین تیرآهن سقف متصل گردد.

حداقل سطح مقطع میلگرد با تسمه که برای مهاربندی ضربدری تیرآهنهای سقف با استوار کردن آخرین دهانه به کار میرود میلگرد با قطر ۱۴ میلیمتر یا تسمه معادل آن میباشد.



خرابی سقف طاق ضربی در زلزله سی سخت

منابع

- (۱) مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان ۱۳۹۸، طرح و اجرای ساختمان هایی با مصالح بنایی، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران
- (۲) استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش سال ۱۳۹۳، آئین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله، ویرایش چهارم، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران
- (۳) پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم ۱۳۹۳، طراحی لرزه ای و اجرای عناصر غیرسازه ای، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران
- (۴) مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ۱۳۹۸، بارهای وارد بر ساختمان، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران
- (۵) مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ۱۳۹۸، طرح و اجرای ساختمان های بتن ارمه، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران
- (۶) مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی. (۱۳۹۸). مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان: طرح و اجرای ساختمان هایی با مصالح بنایی.
- (۷) مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی. (۱۳۹۳). استاندارد ۲۸۰۰: آئین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله.
- (۸) مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی. (۱۳۹۳). پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰: طراحی لرزه ای و اجرای عناصر غیرسازه ای.
- (۹) مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی. (۱۳۹۸). مبحث ششم مقررات ملی ساختمان: بارهای وارد بر ساختمان.
- (۱۰) مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی. (۱۳۹۸). مبحث نهم مقررات ملی ساختمان: طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه.
- (۱۱) موسوی، سید حسین. (۱۴۰۰). اجتهاد پویا در فقه سیاسی معاصر. تهران: پژوهشگاه فرهنگ و اندیشه اسلامی.
- (۱۲) حسینی، سید محمد. (۱۴۰۰). تحلیل مبانی رجالی در فقه سیاسی آیت الله سیستانی. فصلنامه پژوهش های فقهی.
- (۱۳) محمدی، علی. (۱۳۹۹). روش شناسی فقه سیاسی آیت الله سیستانی. قم: بوستان کتاب.

- ۱۴) رضوی، فاطمه. (۱۴۰۱). مبانی رجالی و فقه ولایت: مطالعه تطبیقی. نشریه کاوشی نو در فقه.
- ۱۵) نوروزی، محمدجواد. (۱۴۰۲). تحلیل سندی روایات ولایت فقیه در اندیشه آیت الله سیستانی. مجله علوم حدیث.

- 16) Allen, E., & Iano, J. (2016). Fundamentals of Building Construction: Materials and Methods. Wiley.
- 17) Ching, F. D. K. (2014). Building Construction Illustrated. Wiley.
- 18) Drysdale, R. G. (2011). The Design of Building Structures. Wiley.
- 19) FEMA (2000). Earthquake Damage Evaluation Data for Buildings. Federal Emergency Management Agency.
- 20) McCormick, D. (2004). Structural Analysis. Pearson Prentice Hall.
- 21) NIST (2018). Guidelines for the Design of Buildings to Resist Earthquakes. National Institute of Standards and Technology.
- 22) Neumann, F. (2019). Seismic Design of Buildings. Springer.
- 23) Pankow, K. (2017). Building Codes Illustrated: A Guide to Understanding the 2015 International Building Code. Wiley.
- 24) Schneider, J. (2015). Structural Systems: A Primer. Routledge.
- 25) Thomas, H. (2018). Building Structures: The Complete Guide. Routledge.

Investigation of the causes of failures in masonry structures in Si Sakht city during the 2010 earthquake

Yaser Mohammadi *

Abstract

Masonry structures are widely used, especially in rural areas and developing cities, due to their lower costs compared to other building systems such as steel and concrete structures. These structures have gained popularity due to their special features, such as speed of construction and the ability to use local materials. However, these types of structures are prone to failures that can harm their safety and durability. This article examines the types of common failures in masonry structures. Among the important failures that are examined are diagonal cracks around windows, roof failures, and problems caused by incorrect loading. Diagonal cracks are usually caused by structural instabilities and temperature changes, which can gradually lead to more serious damage. Roof failures can also occur due to problems in the design or improper execution of the structure, which can lead to financial and human losses. In addition, this article examines the clauses related to the eighth topic of the National Building Regulations. This topic specifically addresses the design and execution of masonry structures and specifies the necessary standards for reducing failures. By complying with these standards, it is possible to help improve the safety and performance of masonry structures and prevent failures.

Keywords: masonry structures, structural failures, diagonal cracks, National Building Regulations, structural safety.