بررسی وضعیت ترک‌خوردگی در هنگام بروز رفتار نهایی برج‌های خنک‌کننده بتنی تحت اثر بار باد

سعید صبوری[۱]، سید پیمان موسوی قیه‌قشلاقی[۲]

۱- دانشیار، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

۲- دانشجوی دکترای سازه، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

mousavi@dena.kntu.ac.ir

خلاصه

یکی از عوامل مهم و تعیین‌کننده در بررسی وضعیت برج‌های خنک‌کننده بوجود آمدن ترک و آسیب‌های ماندگار در بتن این سازه‌ها می‌باشد که به مرور موجب ایجاد خوردگی و فرسایش طولانی مدت در سازه می‌گردد. بنابراین جهت کنترل وضعیت این سازه‌ها دانستن نقاط آسیب‌دیدگی و شدت آن از اهمیت بسزایی برخوردار است. در این مقاله، یک برج خنک‌کننده (برج نیروگاه شازند)، تحت بارگذاری افزایشی باد قرار گرفته و روند آنالیز تا مرحله گسیختگی سازه ادامه می‌یابد. آنالیزها توسط نرم‌افزار ABAQUS انجام گرفته و غیرخطی‌شدن‌های مصالح و هندسی در آن منظور شده‌اند. در نهایت نتایج مربوط به نواحی وقوع ترک و آسیب در قسمت‌های مختلف سازه و همچنین میزان شدت وقوع آسیب‌دیدگی در هر کدام از این نواحی ترک‌خورده ارائه شده است.

کلمات کلیدی: برج‌های خنک‌کننده بتنی، بار باد، مدل پلاستیسیته آسیب دیده بتن، ترک خوردگی

۱. مقدمه

در سالهای قبل گمان بر این بود که بیشتر عوامل تأثیرگذار بر برج‌های خنک‌کننده عوامل کوتاه‌مدت و آنی که همان بارگذاری‌های معمول وارد بر سازه هستند می‌باشند. اما به مرور و در پی تخریب‌هایی که در برخی از سازه‌های برج‌های خنک‌کننده در برخی از نقاط دنیا روی داد تأثیر فرسایش و عوامل تأثیرگذار در طولانی‌مدت بر روی این سازه‌ها بیش از پیش مورد توجه قرار گرفت. از آنجائیکه بیشتر این برج‌ها، سازه‌هایی هستند که زمان زیادی از طول عمر سرویس‌دهی آنها می‌گذرد نشانه‌های قابل‌توجهی از فرسایش‌های سازه‌ای در نقاط مختلف آنها مشاهده می‌گردد. نشانه‌های تدریجی آسیب و فرسایش‌هایی که در طول زمان برای سازه برج‌های خنک‌کننده رخ می‌دهد را می‌توان در ایجاد ترک‌خوردگی های شدید، خردشدگی‌های ایجاد شده در نواحی ترک‌خورده، خوردگی‌های شدید بتن در اثر عوامل شیمیایی و حملات اسیدی در محل نواحی ترک‌خورده و همچنین زنگ‌زدگی و خوردگی فولادهای مسلح‌کننده مخصوصاً در محل نواحی ترک‌خورده دانست. با توجه به این مطالب اهمیت ترک در شکل‌گیری روند فرسایش در این سازه‌ها در درازمدت بیش از پیش آشکارتر می‌گردد. بنابراین بررسی وضعیت ترک‌خوردگی و بدست آوردن الگوی کاملی از نواحی ترک‌خورده در کنترل سازه در برابر عوامل ایجاد کننده فرسایش در دراز مدت بسیار مؤثر خواهد بود. جهت این منظور انجام یک آنالیز غیرخطی افزایشی جهت رسیدن به رفتار نهایی و بروز غیرخطی شدگی در نواحی مختلف به منظور تعیین مکان و شدت ترک‌خوردگی ها در قسمت‌های مختلف سازه ضروری خواهد بود.

مطالعاتی که در سال ۱۹۸۳ توسط منگ و همکارانش (Mang et al.) بر روی برج‌های خنک‌کننده انجام گرفته حاکی از این مطلب است که تأثیر بار باد در بروز غیرخطی شدگی و ترک بیشتر از سایر عوامل تأثیرگذار بر برج می‌باشد. بنابراین جهت مطالعه رفتار نهایی برج و بروز غیرخطی شدگی در نواحی مختلف آن از یک آنالیز استاتیکی افزایشی با الگوی بار باد استفاده می‌گردد.

همچنین مطالعه رفتار غیرخطی برج‌های خنک‌کن نیازمند در نظر گرفتن آثار غیرخطی هندسی و غیرخطی مصالح در فرآیند انجام آنالیز می‌باشد. جهت بررسی رفتار غیرخطی مصالح باید الگوی رفتاری مناسبی برای مصالح بتن، فولاد و اندرکنش بین این دو مصالح تعریف گردد تا بتوان اثر عوامل مختلف موثر بر سازه اعم از روابط غیرخطی بین تنش-کرنش بتن، ترک‌های کششی موجود در بتن، ناحیه مهاری بین بتن و فولاد با در نظر گرفتن