



## بررسی پارامترهای دینامیکی قاب ویراندیل تحت اثر بارهای چرخهای

خدیجه عسکری پور<sup>۱</sup>، محمدجواد فدایی<sup>۲</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد-سازه، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲. دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

Askari\_poor@yahoo.com

### خلاصه

سیستم‌های تیر ویراندیل به دلیل عدم استفاده از اعضای قطری و ایجاد فضای آزاد برای عبور لوله‌ها و اجرای تأسیسات، توانایی پوشش ارتفاع بیشتری از سازه با توجه به متغیر بودن فاصله بین دو تیر اصلی، ایجاد نمای منحصر به فرد برای سازه و ... به طور گسترده در ساخت وساز مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این مقاله، به منظور بررسی رفتار غیرخطی سازه با استفاده از نرم‌افزار opensee، که در آن هر دو، مواد و هندسه سازه غیرخطی فرض می‌شوند، رفتارهای لرزهای سیستم مانند بار تسلیم، تغییر شکل، شکل‌پذیری، اتلاف انرژی، مقاومت و زوال صلیب سازه تحلیل می‌شود. بررسی رفتارهای سازه با استفاده از منحنی هیستریزس، منحنی سازه‌ای (skeleton) و منحنی زوال صلیب سازه، انجام می‌شود. در نهایت تأثیر پارامترهایی مثل ارتفاع سازه‌ای و نسبت ارتفاع به عمق روی رفتار و سختی سازه بررسی شده است.

کلمات کلیدی: قاب ویراندیل، رفتار غیرخطی مواد و هندسه، بارگذاری چرخهای معکوس، پارامترهای دینامیکی

### ۱. مقدمه

سازه ویراندیل مسطح برای طراحی سازه‌ها به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سیستم، با توجه به سازگاری بسیار عالی، شکل زیبا، عملکرد قوی و شاخص اقتصادی خوب، در همه انواع سازه با دهانه طولانی و نیز سازه ستون مشبک بزرگ به عنوان کف یا سقف سازه، به کار برده شده است؛ مواردی از کاربرد سازه به این شرح است: مؤسسه salk نیازمند یک فضای آزمایشگاهی انعطاف‌پذیر، به معنی آزاد از ستونها و دیوارهایی که قابلیت (توانایی) انطباق با تغییرات در طول زمان را داشته باشند، بود. مهندس طراح، استفاده از خرپای ویراندیل بلند ۹ فوت را برای دهانه با عرض ۶۵ فوت آزمایشگاهها، پیشنهاد کرد. خرپاها به فضاهای بینابینی برای سیستم‌های مکانیکی و ماشین‌آلات بزرگتر تبدیل شد. مورد بعدی، شعبه اصلی جدیدی در commerzbank در فرانکفورت، یک بنای تاریخی، به تعهد آلمان به سازگاری با محیط زیست است که با حفاظت انرژی، عملکرد و انعطاف‌پذیری در فضای کاری، و ارائه تصویری مثبت از شرکت‌های بزرگ، محیط زیست‌گرا بود. طرح نهایی ساختمان، یک برج ۶۰ طبقه با یک پلان به شکل مثلث متساوی‌الاضلاع با گوشه‌های گرد، با عرض ۶۰ متر بود که با هندسه منحصر به فرد سازه، پلان سه گوش، شیب انحنای کم و حداکثر فضای مؤثر، یک راه حل منحصر به فرد سازه‌ای ارائه می‌دهد. این سازه، دلیلی بر استعداد نورمن فوستر، به ایجاد معماری‌های واقعاً مهم و یک مدل، برای موج جدیدی از ساختمان‌های بلند با حفاظت از محیط زیست می‌باشد که سه ستون اصلی سازه توسط خرپاهای ویراندیل به هم مرتبط می‌شوند و هم‌چنین، از سازه در برابر بارهای جانبی نیز حمایت می‌کنند. با این توصیف، امکان ایجاد فضایی را، آزاد از مهاربندها و ستون‌های داخلی ایجاد می‌کنند. استفاده از سه گوشه‌ها برای خدمات، هسته مرکزی آزاد سازه را ایجاد می‌کند که فضای باز مناسبی با ارتفاع کامل سازه به صورت ایده‌آل می‌باشد. مورد سوم، بانک هنگ‌کنگ می‌باشد که سازه ساختمان، از لحاظ عملکردی و بصری، بسیار قابل توجه است. تکیه‌گاههای قائم، خرپاهای ویراندیل بزرگی هستند که از پی (فونداسیون) تا زیر سقف ادامه می‌یابند. چهار برج دکل‌مانند، هر یک از چهار ستون فولادی دایره‌ای، با تیرهای پشت بند به هم متصل شده‌اند تا به عنوان خرپاهای ویراندیل عمل کنند. این یک استفاده خیلی مناسب از مواد نیست اما از نظر زیبایی بسیار مناسب است. مورد چهارم، پارکینگ تمام پیش‌ساخته شهر Rock Island, Illinois، است که یکی از ویژگی‌های اصلی این سازه، استفاده از خرپاهای ویراندیل بتنی پیش‌ساخته پیش‌تینده هست که فضایی را آزاد از ستونها برای پارکینگ و مانور آسان وسایل نقلیه فراهم می‌کند. دلایل استفاده از خرپای ویراندیل، بازشوهای بزرگ شکل گرفته بین اعضای عمودی و اعضای افقی بالا و پایین خرپاها می‌باشد. آرایش‌های جالب چهار مؤلفه اساسی سازه‌ای (اجزای T شکل دابل، اسپاندرل، خرپا و ستون) فقط با خرپاهای ویراندیل امکان‌پذیر است. ایجاد نمای جذاب رضایتبخش از الزامات حیاتی طرح است. دلیل دیگر استفاده از سازه