



## بررسی مدل المان صلیبی در اتصالات تیر به ستون با ورق انتهایی با استفاده از تحلیل استاتیکی غیر خطی

وحیدرضا فخمی<sup>۱</sup>، محمدطاهر کامالی<sup>۲</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد سازه دانشگاه هرمزگان

۲. دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه هرمزگان

. varafkhami@gmail.com

۲. kamali@hormozgan.ac.ir

### خلاصه

یکی از روش های جدید مدلسازی اتصالات نیمه صلب، روش المان صلیبی می باشد که با توجه به ماهیت بعددار آن، در قیاس با روش های دیگر که اکثرا چشمه ی اتصال را بی بعد فرض می کنند، به درک صحیح تر چشمه ی اتصال کمک می کند. در این تحقیق قصد داریم تا با تحلیل پوش آور قاب دوبعدی دارای اتصال تیر به ستون با ورق انتهایی، مدل المان صلیبی را مورد بررسی بیشتر قرار دهیم.

کلمات کلیدی: اتصال نیمه صلب، المان صلیبی، تحلیل پوش آور

### ۱. مقدمه

اتصالات نیمه صلب نزدیک به سه دهه است که مورد توجه ویژه ی بسیاری از مهندسين طراح قرار گرفته و تلاش آن ها در جهت تحلیل این اتصالات آغاز شده است. این تلاش ها منجر به ارائه ی مدل هایی مختلف از طرح اتصال نیمه صلب شده است که نتایج این تحقیقات در آیین نامه ها و کد های طراحی قرار گرفته است.

یکی از کدهای مطرح طراحی، یوروکد<sup>۱</sup> است که در آن مدلی از اتصالات نیمه صلب ارائه کرده است که در این مدل مولفه های مختلف اتصال دخیل هستند و هر یک از این مولفه ها نقش یک فنر را در مدل یوروکد ایفا می کنند که مجموعه ی این فنرها به عنوان یک فنر پیچشی انتهای عضو تیری عمل می کند و در مدل سازی، چشمه ی اتصال سازه با این فنر جایگزین می شود [۱]. این مدل سازی از آنجا که در تخمین نیروهای برشی و خمشی تقریبی عمل کرده و در برخی موارد از همگرایی مناسب برخوردار نیست، نیازمند اصلاح و تغییر است. در سال ۲۰۰۵ میلادی مدلی از چشمه ی اتصال ارائه شد که به مدل المان صلیبی<sup>۲</sup> مشهور بوده و معایب و معضلات روش یورو کد را برطرف کرد.

به هنگام وقوع زلزله به دلیل جابجایی جانبی طبقات ساختمان، نقطه اثر نیروی وزن نیز جابجا شده که این موضوع باعث به وجود آمدن لنگرها و تغییر مکان های ثانویه در ستون ها می شود، این پدیده را اثر P- می نامند [۲] که لحاظ نکردن آن می تواند تحلیل سازه ها را دچار خطا و اشتباه کند.

تحلیل استاتیکی غیر خطی یکی از مشهور ترین انواع تحلیل هاست که به تحلیل پوش آور<sup>۳</sup> نیز معروف است. این روش به صورت یک سری تحلیل های گام به گام می باشد که در هر گام از این تحلیل، کاهش سختی اعضا در اثر ایجاد مفاصل پلاستیک تحت بارگذاری، در تحلیل گام بعدی در نظر گرفته می شود و بدین ترتیب اثر رفتار غیر خطی سازه ها در این تحلیل لحاظ می شود.

<sup>۱</sup> Euro code

<sup>۲</sup> Cruciform element model

<sup>۳</sup> Nonlinear static (Pushover) analysis