

## بررسی رفتار پس از کمانش ستون های طره ای با به کارگیری سری فوریه در روش ریلی - ریتز

محمد حسین علمیان<sup>۱\*</sup>، سید علی سجادی نسب<sup>۲</sup>، رضا ضیا توحیدی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، گروه عمران، مشهد mhelmian511@yahoo.com

۲- کارشناس ارشد عمران گرایش سازه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، گروه عمران، مشهد

### چکیده

هدف از انجام این پروژه بررسی رفتار ستون طره در برابر کمانش با استفاده از روش ریلی - ریتز است. بدین منظور روابط حاکم بر انرژی پتانسیل کلی ستون با در نظر گرفتن کار خارجی ناشی از نیروی اعمال شده بر عضو، انرژی کرنشی الاستیک و با در نظر گرفتن تغییر شکل های بزرگ تعیین می شود. ضمناً در طول حل فرض بر این است که طول ستون در طی کمانش ثابت است و اثرات ناچیز برش و پیچش نادیده گرفته شده است. در ادامه با حل معادله بدست آمده از روش عددی ریلی ریتز و استفاده از سری فوریه برای تابع خمش، زاویه انحراف از قائم ستون تغییر شکل یافته به ازای بارهای مختلف محاسبه می گردد. در پایان با مقایسه نتایج حاصل با تئوری الاستیکا [۱]، این نتیجه حاصل می شود که روش ریلی ریتز از میزان دقت قابل قبولی برخوردار است.

**واژه های کلیدی:** تئوری الاستیکا - سری فوریه - تغییر شکل بزرگ - ستون طره - بسط مک لورن - روش ریتز

### ۱- مقدمه

پیشرفت های اخیر در مهندسی سازه همراه با ترکیب جدید یا موارد پیشرفته مدل سازی ریاضی بهبود یافته و ابزار های محاسبات دقیق تر ارایه کرده است، که منجر به ساخت اعضای ساختمان کارآمدتر و لاغرتر شده است. با این حال لاغر بودن عناصر سازه ای باعث می شود که آن ها بیشتر در معرض لرزش و کمانش قرار بگیرند و در نتیجه تجزیه و تحلیل دقیق غیرخطی برای تامین امنیت این سازه ها ضروری است. [2]

کمانش یک حالت گسیختگی است. وقتی سازه تحت تنش فشاری قرار گیرد، گسیختگی نهایی را تجربه خواهد کرد. زمانی که یک سازه بلند و باریک تحت فشار قرار بگیرد، برای بارهای کوچک به ندرت در آن تغییر قابل ملاحظه ای در هندسه و ظرفیت باربری آن رخ می دهد ولی در نقطه بار بحرانی سازه به طور ناگهانی شاهد یک تغییر شکل بزرگ خواهد بود و شاید توانایی خود را برای تحمل بار از دست بدهد که به این مرحله، مرحله کمانش گویند. [3]

در واقعیت اعضای ساختمانی عمدتاً به یکدیگر متصل می باشند و تشکیل یک قاب را می دهند که با توجه به آن رفتار این اعضا به عضوهای نزدیک به خود بستگی دارد. برای مثال اگر یک ستون در قاب ساختمانی کمانش نماید، انتهای آن می چرخد و این چرخش باعث می شود تا اعضای که به ستون متصل هستند بچرخند. به عبارت دیگر در یک قاب معمولاً اعضا به طور صلب در گره ها به یکدیگر متصل هستند در نتیجه هیچ عضو فشاری نمی تواند کمانش کند مگر اینکه کلیه اعضای قاب تغییر شکل یابند بنابراین لازم است که در ابتدا رفتار کمانشی ستون را بررسی کنیم و بعد با استفاده از نتایج آن به بررسی رفتار قاب بپردازیم.