

# تعیین رفتار کمانشی و منحنی‌های طراحی اعضای فشاری با استفاده از شبکه عصبی

رامین بهرامی نژاد<sup>1</sup> محمدرضا شیدایی<sup>2</sup>

1 کارشناسی ارشد عمران، دانشگاه ارومیه، ارومیه، تلفن: 09144413660، نمابر: 04414373500

2 استاد یار بخش عمران، دانشگاه ارومیه، ارومیه، تلفن: 04412777040، نمابر: 0441277022

پست الکترونیکی: [ramin.bahrami@gmail.com](mailto:ramin.bahrami@gmail.com)

## خلاصه:

روشهای مختلفی برای بررسی کمانش اعضای فشاری وجود دارد، که در این میان می‌توان به روشهای تجربی نیمه تجربی بسته فرم و همچنین روشهای عددی مبتنی بر نرم افزارهای المان محدود اشاره کرد. به کارگیری این روشها جهت تعیین رفتار کمانشی و پس کمانشی اعضای فشاری اغلب وقت گیر بوده و هر یک از آنها دارای پیچیدگی خاصی می‌باشد. اخیراً به کارگیری شبکه عصبی در شاخه های مختلف علوم برای حل مسائل پیچیده مطرح گردیده است. اساس کار شبکه عصبی بر پایه آموزش همانند مغز انسان استوار است. شبکه عصبی با چند دور آموزش، یک تابع کلی را بعنوان پاسخی برای مسأله غیر خطی، که در این مسأله رابطه بار تغییر مکان می‌باشد، ارائه می‌دهد. ورودی‌های شبکه عصبی که در این تحقیق به عنوان متغیر در نظر گرفته شده‌اند عبارتست از لاغری، ناکاملی اولیه و تغییر شکل محوری. داده هایی که در این مقاله جهت آموزش شبکه عصبی به کار رفته‌اند با استفاده از نرم افزار المان محدود به دست آمده اند. پس از آموزش شبکه عصبی، می‌توان رفتار کمانشی و پس کمانشی ستون‌ها را با استفاده از شبکه عصبی به دقت تخمین زد و نمودار بار- تغییر مکان را به ازای لاغری‌ها و ناکاملی‌های مختلف بدست آورد. همچنین شبکه عصبی قادر است تا پس از آموزش، نمودار لاغری-بار بحرانی ستون، که برای طراحی اعضای فشاری به کار می‌رود، را استخراج کند. این نمودارها را می‌توان به ازای ناکاملی‌های اولیه مختلف استخراج کرد و از روی این نمودارها می‌توان محدوده رفتار غیر الاستیک عضو فشاری موردنظر را تعیین کرد. در مقاله اخیر روش جدیدی مبتنی بر استفاده از شبکه عصبی برای بررسی رفتار کمانشی ستون و همچنین پیش‌بینی بار بحرانی کمانش ستون بیان شده است.

کلمات کلیدی: کمانش، پس کمانش، ستون، شبکه عصبی، عناصر محدود، تحلیل غیر خطی، تحلیل حساسیت

## مقدمه

شبکه عصبی در حقیقت مدل ریاضی الگوبرداری شده از مغز انسان می‌باشد که سعی دارد توانایی یادگیری مغز انسان را با یک الگوریتم ریاضی بیان کند. با پیشرفت علم کامپیوتر گامهای جدیدی در زمینه شبکه عصبی برداشته شده و قابلیت شبیه سازی این ابزار قدرتمند افزایش یافته و الگوریتم هایی با توانایی آموزش فضاهای غیر خطی ارائه گردیده است. از جمله این الگوریتم ها می‌توان به الگوریتم Levenberg-marquart اشاره کرد که در این تحقیق نیز از آن استفاده شده است. اهمیت استفاده از شبکه های عصبی جهت تعیین رفتار کمانشی و پس کمانشی از این موضوع ناشی می‌شود که فرمولهای بسته فرم ارائه شده در این زمینه اغلب با توجه به لاغری تقسیم بندی شده اند و فرمول واحدی برای تمامی نواحی وجود ندارد. اساس کار به این ترتیب است که ابتدا با توجه به نوع غیر خطی بودن مسأله پارامترهای موثر در بردار هدف تعیین می‌شود و تابع تحریک مناسب انتخاب می‌گردد سپس شبکه عصبی متناسب با نوع مسأله طراحی می‌شود. این شبکه باید با داده های مناسب آموزش ببیند تا ضرائب وزنی آن تعدیل و اصلاح گردند. آموزش شبکه با استفاده از داده هایی انجام می‌پذیرد که از تحلیل المان محدود اعضای فشاری بدست آمده است. با تغییر پارامترهای موثر در پدیده کمانش همانند لاغری یا ناکاملی اولیه مجموعه‌ای از داده ها بدست می‌آیند که برای آموزش شبکه مناسب هستند. پس از آموزش شبکه می‌توان مسیر کمانشی اعضای فشاری جدید را با معرفی مشخصات آن به شبکه بدست آورد. قبل از این پژوهش تحقیقاتی جهت بدست آوردن فقط بار کمانشی ستونهای لاغر انجام شده است و رفتار پس کمانشی مورد بررسی قرار نگرفته است (مرجع [1]). از دیگر قابلیت‌های شبکه عصبی می‌توان به توانایی این شبکه در انجام آنالیز حساسیت و سادگی انجام این آنالیز با استفاده از شبکه عصبی در مقایسه با نرم‌افزارهای المان محدود اشاره کرد. شبکه عصبی قادر است تا آهنگ تغییرات توابع خروجی خود را نسبت به هر یک از متغیرهای ورودی محاسبه نماید.