



سومین کنفرانس بین المللی پژوهش های کاربردی در مهندسی سازه و مدیریت ساخت دانشگاه صنعتی شریف - تیر ۱۳۹۸



تحلیل غیرخطی سازه های دوبعدی با در نظر گرفتن تغییر شکل های بزرگ براساس توابع با مرتب های پیوستگی بی نهایت

ایمان نیکبخت، صالح حمزه جواران، سعید شجاعی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، بخش مهندسی عمران، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۲- استادیار، بخش مهندسی عمران، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۳- دانشیار، بخش مهندسی عمران، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

iman.nikbakht@outlook.com

خلاصه

برای شبیه سازی رفتار مواد تحت تغییر شکل های بزرگ، مدلی تحت عنوان الاستیک غیرخطی تراکم پذیر که به مدل هایپر-الاستیک تراکم پذیر نیز معروف است، با روش تحلیل غیرخطی جهت مدل سازی رفتار غیرخطی از نوع هندسی که شامل تغییر فرم ها، جابجایی و چرخش های بزرگ در اجسام ایزوتروپیک می گردد مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته و با استفاده از الگوریتم روش المان محدود تدوین شده است. بدین منظور، در ابتدا مکانیک مربوط به رفتار مواد هایپرالاستیک بررسی شده است و پس از تعریف اجمالی این دسته از مسائل هایپرالاستیسیته با در نظر گرفتن روابط حاکم بر مسئله که دارای ماهیت غیرخطی هستند، به خطی سازی معادلات حاکمه غیرخطی استاتیکی جهت استفاده از الگوریتم عددی حل بر مبنای روش ترکیبی مرحله ای-تکراری برای تعیین جواب ها پرداخته می شود؛ سپس معادلات تعادل در حالت گسسته استخراج می شود. اساس تشکیل معادلات در قسمت هایپرالاستیک بر پایه ی استفاده از مختصات لاگرانژین (روش لاگرانژی کلی) تنش از نوع دوم پیولا-کیرشهف و کرنش از نوع گرین یا همان گرین-لاگرانژ است. سپس با تابع انرژی کرنشی مرتبط با مدل خاصی از مدل های ارائه شده برای مواد هایپرالاستیک به نام مدل نئو-هوگین، تنش و کرنش با مشتق گیری از این تابع به دست می آید. در این مقاله هدف اصلی، فرمول بندی روش اجزاء محدود غیرخطی با استفاده از توابع پایه شعاعی هنکل مدل می شود صورت گرفته است. توابع شکل هنکل کروی بر اساس توابع بسل نوع اول و دوم بنا شده اند؛ بنابراین خواص این توابع منجر به این می شود که فرمول بندی از قدرت تطابق خوبی برخوردار باشد. دقت و توانایی فرمول بندی های ارائه شده برای نشان دادن کارایی روش حاضر، با یک مثال عددی مورد بررسی قرار گرفته است. در همین راستا و به منظور بررسی روش پیشنهادی، یک مثال حل شده و نتایج عددی حاصل، حاکی از صحت روابط دارد.

کلمات کلیدی: توابع پایه شعاعی کروی هنکل، تغییر شکل های بزرگ، مختصات لاگرانژین، مصالح هایپرالاستیک.

۱. مقدمه

در حال حاضر استفاده از روش اجزای محدود به عنوان یکی از متعارف ترین روش ها در تحلیل سازه های پیچیده و مکانیک محاسباتی به امری معمول تبدیل شده است. در این مقاله معادلات و روابط و تعاریف بر مبنای مکانیک محیط های پیوسته [۱] مختصراً ارائه می گردد و در آن به مفاهیمی مثل تنش، کرنش و مختصات لاگرانژین و اوپلرین پرداخته می شود تا مقدمات تبدیل این فرمول ها در مبحث روش اجزاء محدود فراهم گردد. از آنجایی که امروزه تحلیل تنش در برخی سازه ها با روش های کلاسیک امکان پذیر نیست، روش های عددی و بخصوص روش اجزای محدود به صورت وسیع در این زمینه مورد استفاده قرار می گیرند. در روش اجزای محدود رفتار پیوسته ماده در تعداد نامحدودی از نقاط با تعداد محدودی نقطه