

استفاده از روش گرادیان مزدوج دوگانه به همراه روش نیوتن رافسون در تحلیل غیر خطی خرپاهای فضایی

علی مقامی^۱ حامد صفاری^۲

۱- دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- دانشگاه شهید باهنر کرمان

Maghami_110@yahoo.com

خلاصه

در این مقاله روش عددی حل معادلات خطی گرادیان مزدوج با روش نیوتن رافسون جهت حل معادلات غیر خطی تلفیق گردیده است. هدف اصلی ارائه الگوریتمی است که موجب کاهش زمان محاسبات و کاهش تعداد گام‌های مورد نیاز جهت دستیابی به پاسخ گردد. برای دستیابی به این هدف روش‌های حل دستگاه معادلات خطی را جایگزین عمل معکوس سازی ماتریس سختی سازه می‌کنیم. روش گرادیان مزدوج بدون پیش شرط و به همراه پیش شرط استفاده قرار گرفت و نتایج آن‌ها و با هم مورد مقایسه قرار گرفت و مشاهده گردید که به کارگیری این روش به همراه پیش شرط موجب کاهش زمان محاسبات می‌گردد.

کلمات کلیدی: تحلیل غیر خطی، خرپاهای فضایی، گرادیان مزدوج دوگانه، روش‌های پیش شرط دار.

۱. مقدمه

برای دستیابی به ظرفیت سازه در آنسوی محدوده الاستیک و تخمین نیازهای لرزه‌ای در سطوح عملکردی، مختلف احتیاج به استفاده از تحلیل‌های غیر-خطی می‌باشد. منظور از تحلیل غیر خطی، تحلیل سازه با در نظر گرفتن رفتار غیر خطی مصالح، و اثرات غیر خطی هندسی می‌باشد. روش‌های تحلیل غیر خطی مبتنی بر یک روند نموی-تکراری می‌باشند و به عنوان یک ابزار کاربردی در شناخت رفتار واقعی سازه به کار می‌روند. یکی از این روش‌ها روش نیوتن رافسون است که یک روش قدرتمند برای یافتن پاسخ سازه به یک بارگذاری مشخص است. در این روش دو مشکل عمده مطرح است نخست این که پاسخ‌ها به هنگام نزدیک شدن به نقاط حدی واگرا می‌شود. (منظور از نقاط حدی نقاط برگشتی است که در مسیر تعادل سازه به وجود می‌آید) [1,2]. دوم این که در سازه‌های دارای تعداد درجات آزادی زیاد تعداد تکرارها و در نتیجه زمان انجام تحلیل افزایش قابل توجهی می‌یابد. برای غلبه بر این محدودیت در سال‌های اخیر کوشش‌های بسیاری انجام شده است [3]. یکی از محاسبات زمان بر که در هر گام تکرار در روش نیوتن رافسون تکرار می‌شود، عملیات معکوس سازی ماتریس ضرایب است تا پاسخ دستگاه معادلات خطی بوجود آمده در هر گام محاسبه گردد. روش گرادیان مزدوج (Conjugate Gradient) یک روش تکراری مناسب و محبوب برای یافتن پاسخ دستگاه معادلات خطی بدون انجام عملیات وارون سازی است که باید ماتریس ضرایب آن مربعی، متقارن و دارای دترمینان بزرگتر از صفر باشد. در بعضی حالات تحلیل غیر خطی ماتریس ضرایب تغییر شکل‌های محاسبه شده متقارن نیست. بنابراین از روش کاراتری باید بهره جست. روش BiConjugate Gradient روشی است که توانایی یافتن پاسخ دستگاه معادلات خطی با ماتریس ضرایب نامتقارن و دارای دترمینان منفی را داراست، برای افزایش کارایی روش BiConjugate Gradient را به همراه پیش شرط مورد استفاده قرار می‌گیرد که موجب می‌گردد با تعداد گام کمتری به پاسخ دست یافت. [4]

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد سازه
^۲ استاد