



کاربردهای نظریه گروه و گروه‌های تقارنی در تحلیل سازه‌های فضاکار با تقارن‌های پیچیده

دکتر علی کاوه^۱، مهندس عاطفه جهان‌محمدی^۲

۱- عضو هیئت علمی، دانشگاه علم و صنعت ایران

۲- کارشناس ارشد عمران سازه، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

jahanmohammadi@bhrc.ac.ir

خلاصه

سازه‌های فضاکار از جمله سازه‌های با تقارن‌های پیچیده می‌باشند که استفاده از خواص تقارنی موجود در آنها می‌تواند به طور چشمگیری حجم عملیات محاسباتی موجود در حل مسائل مربوط به آنها را کاهش دهد. با توجه به تعدد کاربردهای تقارن در ساده سازی تحلیل سازه‌های فضاکار، در این مقاله تلاش شده است ضمن اشاره به مسائل حاکم بر سازه‌های فضاکار و چگونگی استفاده از نظریه گروه و گروه‌های تقارنی در کاهش حجم محاسبات آنها، فرمولبندی‌ها و محاسبات مربوط به برخی از این مسائل، معرفی و تشریح شود.

کلمات کلیدی: تقارن، گروه‌های تقارنی، سازه‌ها فضاکار، تحلیل، زیرسازه‌های تکرار شونده

۱. مقدمه

تقارن یکی از ابتدائی‌ترین خواص موجود در طبیعت است که به سادگی وارد حیطه علوم، بویژه علوم طبیعی گردیده است. همگام با پیشرفت علوم شیمی و فیزیک، برای استفاده از خواص تقارن، محققین تلاش خود را در تعریف خواص تقارنی بر پایه مفاهیم ریاضی در ارائه مفهوم نظریه گروه و گروه‌های تقارنی، به نتیجه رساندند. پس از کاربرد وسیع تقارن در علوم شیمی و بخصوص کوانتوم، استفاده از مفهوم ریاضیات گروه، به نظر مفید و قابل توجه آمد. بدین ترتیب، نظریه گروه، زبانی جهت تفسیر خواص تقارن در سیستم‌های طبیعی شناخته شد و به همین دلیل، از تئوری گروه به عنوان ریاضیات تقارن، یاد می‌شود.

از قدیمی‌ترین کاربردهای نظریه گروه در مکانیک سازه‌ها، می‌توان به وارد کردن این نظریه در تحلیل قابهای متقارن توسط رنتون^۱، پاره‌سازی سازه‌های متقارن توسط ستینگر^۲، و فعالیتهای انجام شده توسط گلوبیتسکی^۳ و شافر^۴ اشاره کرد. پس از آن در فعالیتهای موازی هم، محققین بنابر شرایط و حیطه فعالیتهای علمی خویش، علم گروه را در مسائل مختلف شرح و بسط دادند. از آن جمله است، تلاشهای ایکدا و مورتا [1-3]، روشهای ارائه شده توسط هیلی [4]، همگی در مباحث پایداری سازه‌ها بخصوص سازه‌های فضاکار، تلاشهای دینکویچ [5] در شرح و بسط اصول تقارن و مفاهیم مناسب برای حل مسائل، تلاشهای چنگ و هیلی [6] همگام با میک و لوگانان [7] و نیز لونگ، ونگ و چن [8] در مسائل غیرخطی بویژه مفاهیم پاره‌سازی^۵ سازه‌های گنبدی و فعالیتهای گست و کنگوای در مسائل مطرح شده در مورد محاسبات مرتبط با حالات مکانیزم و خود تنش در سازه‌های فضایی بر اساس مفاهیم تحلیل استاتیکی سازه‌ها [9,10]. در کنار این موارد، روند فعالیتهای زینگونی^۶ و همکارانش بخصوص زلاکوویچ^۷ در مفاهیم تحلیل سازه‌های فضائی و شبکه‌های کابلی، همچنین برای روشهای اجزاء محدود، به شدت قابل توجه می‌باشد [11-15]. در کنار تمامی فعالیتهای ذکر شده می‌توان به تلاشهای کاوه و همکاران در استفاده از روشهای مبتنی بر تئوری گراف و جبر خطی، استفاده از نظریه گروه در حل مسائل مقدار ویژه دینامیکی [16] و تحلیل پایداری [17]، ساده سازی ماتریس لاپلاسین گراف [18]، روشهای مبتنی بر گراف و روشهای اجزاء محدود [19] و تحلیل دینامیکی سازه‌ها [20]، اشاره نمود.

¹ Renton

² Sattinger

³ Golubitsky

⁴ Schaeffer

⁵ Bifurcation

⁶ Zingoni

⁷ Zlokovic