بهینه‌سازی توپولوژی مسائل تنش مسطح در تحلیل ایزوژئومتریک

بهروز حسنی[۱]، مهدی توکلی[۲]، حسین قاسم نژاد مقری[۳]

۱- دانشیار دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی شاهرود

۳- دانشجوی دکتری مهندسی عمران، سازه، دانشگاه صنعتی شاهرود

hossein.ghasemnejad@yahoo.com

خلاصه

در این مقاله از روش ایزوژئومتریک جهت تحلیل وطراحی توپولوژی سازه استفاده شده است. این روش در مقایسه با اجزا محدود معمول از توابع پایه نربز به جای توابع شکل متداول در برای تقریب هندسه و تغییر مکان استفاده می‌کند که این امر منجر به مدل سازی دقیق هندسه و حصول جواب‌های دقیقتر در مقایسه با اجزا محدود می‌شود. در این مقاله از این توابع برای تقریب تابع چگالی مصنوعی استفاده می‌شود و مقادیر بهینه چگالی مصالح در نقاط کنترلی به دست می‌آیند و در نهایت توپولوژی بهینه سازه حاصل می‌شود. جهت نشان دادن درستی روش مذکور مثال‌های متنوعی حل شده‌اند و نتایج آنها مورد بحث قرار گرفته‌اند.

کلمات کلیدی: بهینه‌سازی توپولوژی، روش ایزوژئومتریک، روش مجانب‌های پویا

۱. مقدمه

روش‌های بهینه‌سازی توپولوژی سازه‌ای در سال‌های اخیر پیشرفت‌های زیادی داشته‌اند. این نوع از بهینه‌سازی در واقع برای تعیین تعداد و محل سوراخ‌ها در شکل بندی سازه به کار می‌رود و معمولا با بهینه‌سازی شکل جهت هموار سازی مرزها توام می‌شود. اگر چه پیدایش بهینه‌سازی توپولوژی به حداقل سازی وزن توسط مایکل [۱] برمی‌گردد، اما بعد از معرفی روش همگن سازی توسط بندسو و کیکوچی [۲] بود که این نوع از بهینه‌سازی بیش از پیش مورد توجه قرار گرفت.

برای حل مسائل بهینه‌سازی می‌توان از هر یک از روش‌های غیر خطی برنامه ریزی ریاضی استفاده نمود. علاوه بر داشتن کارایی لازم برای حل، با توجه به تعداد زیاد متغیرهای طراحی، کاربرد اکثر این روش‌ها در مسائل طراحی توپولوژی پر هزینه و زمان بر است. روش‌های معیار بهینگی[۴] (OC) که روش‌های غیرمستقیم بهینه‌سازی هستند جز کاراترین روش‌ها جهت حل این مسائل می‌باشند [۳] و در سال‌های گذشته بسیار مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از روش‌های دیگری مانند روش‌های تقریبی [۴] و روش کانلین [۵] نیز در برای حل مسائل بهینه‌سازی توپولوژی استفاده شده است. اما یکی از روش‌های بهینه‌سازی که بیشترین کاربرد را در این زمینه در سال‌های گذشته داشته است روش مجانب‌های پویا[۵] (MMA) [۶] است. این روش نشان داده که برای حل مسائل توپولوژی با متغیرهای طراحی زیاد می‌تواند بسیار کارا باشد [۷]. از این رو در مقاله حاضر از هر دو روش معیار بهینگی و مجانب‌های پویا استفاده شده است. دسته روش‌های دیگری مانند الگوریتم ژنتیک [۸] و لانه مورچگان [۹] را نیز می‌توان نام برد که در حل مسائل توپولوژی به کار

---

[۱] دانشیار دانشکده فنی و مهندسی

[۲] استادیار دانشکده عمران

[۳] دانشجوی دکتری مهندسی عمران، سازه

[4] OC: Optimality Criteria

[5] MMA: Method of Moving Asymptotes