



بهینه سازی توپولوژی با استفاده از روش سطح تراز تکه‌ای و میدان فازی

علی محقق^{1*}، سعید شجاعی²

1- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ali_mohaghegh66@yahoo.com

2- استادیار بخش مهندسی عمران، دانشگاه شهید باهنر کرمان، saeed.shojaee@mail.uk.ac.ir

چکیده

در این مقاله، روش سطح تراز تکه‌ای با روش میدان فازی ترکیب شده و از آن برای حل مسائل بهینه سازی شکل و توپولوژی استفاده گردیده است. در ابتدا مسائل بهینه سازی توپولوژی بر اساس روش سطح تراز ثابت تکه‌ای تشکیل گردیده، سپس با استفاده از ترم انرژی موجود در معادلات میدان فازی این روش به روز رسانی شده است. معادله انتشار به دست آمده که باعث به روز رسانی تابع سطح تراز و الگوریتم بهینه سازی می‌شود، با استفاده از تفاضل محدود حل گردیده است. این روش باعث افزایش سرعت همگرایی و کارایی در حل مسائل بهینه سازی می‌شود. در ادامه جهت بررسی کارایی روش پیشنهادی، مثال دو بعدی ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: بهینه سازی توپولوژی، روش سطح تراز، روش میدان فازی، بهینه سازی شکل

1- مقدمه

امروزه بهینه سازی شکل و توپولوژی یکی از شاخه های مهمی است که بصورت گسترده در کاربردهای مهندسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شاخه در سه دهه گذشته پیشرفت‌های قابل توجهی داشته است. در دهه اخیر روش‌های گوناگونی همچون روش هموژنایزیشن¹ توسط بندسو و کیکوچی [1] در سال 1988 ارائه شد و بعد از آن توسط سوزکی کیکوچی [2] در سال 1991، الایر و کان [3] در سال 1993 و الایر و همکارانش [4] در سال 1997 توسعه پیدا نمود. بر مبنای روش هموژنایزیشن، روش SIMP² برای نخستین بار توسط بندسو [5] در سال 1989 ارائه شد. این روش این توانایی را دارد که بطور مؤثری المان‌های خاکستری ایجاد شده را پاک نماید.

اخیرا روش مجموعه سطح تراز³ به صورت موفقیت آمیزی در بحث بهینه سازی شکل و توپولوژی سازه بکار می‌رود. این روش برای اولین بار توسط اشرف و ستیان معرفی شد. [6-8] در این روش متغیر طراحی مرزهای داخلی و خارجی می‌باشند. مرزهای سازه بوسیله تراز صفر تابع مجموعه سطح تراز (تابعی با بعد بالاتر) نشان داده می‌شود. لذا این گونه‌ی نمایش این ویژگی مهم را دارا می‌باشد که به راحتی مرزهای دامنه می‌توانند با یکدیگر ترکیب یا از همدیگر جدا شوند. اگر در روش مجموعه سطح تراز استاندارد از روش‌های صریح برای حل معادله همیلتون-ژاکوبی استفاده گردد، محدودیت‌هایی همچون فرایند زمان بر مقدار دهی اولیه، ارضا نمودن شرط CFL⁴ و وابستگی طرح نهایی به حدس اولیه وجود خواهد داشت.

¹ Homogenization

² Solid Isotropic Material Penalization

³ Level set method

⁴ Courant-Friedrichs-Lewy(CFL) condition