

کاربرد روش عددی منیفلد در تحلیل استاتیکی تیر و صفحه در حالت تنش مسطح

حسن قاسم زاده^{۱*}، حامد کریمی^۲

۱- دانشیار دانشکده عمران و نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران - زلزله، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

خلاصه

روش عددی منیفلد یک روش عددی قدرتمند در حل مسایل گوناگون مهندسی می‌باشد. در این روش، مدل‌سازی با تعریف شبکه‌های ریاضیاتی و فیزیکی بصورت جداگانه انجام می‌گیرد. شبکه‌های ریاضیاتی، توابع جابجایی را تعریف و شبکه فیزیکی مرز فیزیکی جسم را مشخص می‌کند. در این روش توابع جابجایی برحسب نیاز می‌توانند به هر شکل دلخواهی تعریف گردند و شبکه‌های ریاضیاتی با همدیگر همپوشانی داشته باشند و هم چنین با مرز فیزیکی تلاقی پیدا کنند. در مقاله حاضر، روش عددی منیفلد درجات بالا بصورت اجمالی معرفی می‌گردد، سپس به منظور نمایش دقت و قدرت این روش، مثال‌هایی با استفاده از المان‌های منیفلد درجات بالا در حالات یک و دو بعدی استاتیکی با آنالیز خطی و غیرخطی حل شده و نتایج با روش اجزاء محدود و حل تحلیلی مقایسه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: روش عددی منیفلد، شبکه ریاضیاتی، روش اجزاء محدود، آنالیز خطی و غیر خطی

۱. مقدمه

روش عددی منیفلد برای اولین بار توسط Shi [1] معرفی و توسعه یافت. روش منیفلد از یک سیستم شبکه بندی دوگانه بهره می‌برد. با استفاده از این سیستم شبکه بندی، روش منیفلد قادر به مدل‌سازی مسائل گسسته و پیوسته بصورت همزمان می‌باشد. Wang و همکاران [2] از تئوری‌های تقریب در روش منیفلد استفاده کردند و به منظور صحت سنجی، رفتار دینامیکی یک میله را تحت بارگذاری سریع با حل تحلیلی مقایسه کردند. Shyu و همکاران [3] از المان‌های ایزوپارامتریک چهارگره‌ای شبکه المان محدود در روش منیفلد استفاده کردند. آنها به بررسی رفتار یک تیر لایه ای تحت تغییر شکل‌های کوچک و بزرگ پرداختند و دریافتند که روش منیفلد قادر به محاسبه بهتر تغییر شکل‌ها و تصحیح میدان‌های تنش می‌باشد. فرمول بندی روش منیفلد درجات بالا توسط Chen و همکاران [4] بصورت دقیق ارائه شد. هم چنین یک روش انتگرال گیری ساده و برنامه نویسی منیفلد درجات بالا توسط Su و همکاران [5] ارائه و مطالعه شد. Cheng و همکاران [6] با استفاده از روش باقی مانده وزنه دار در روش منیفلد به بررسی رفتار یک تیر دو سر ساده، پدیده ترک در یک صفحه فولادی تحت کشش و جریان آب زیر زمینی پرداختند. Terada و همکاران [7] با استفاده از روش منیفلد به مدل‌سازی غیرخطی یک تیر کنسول پرداختند و متوجه شدند که نتایج به ناپایداری عددی می‌رسند. هم‌چنین بحث وابستگی خطی طی یک مقاله توسط قاسم زاده و همکاران [8] مطالعه و برای حذف این مشکل، روش

* Corresponding author: Hasan Ghasemzadeh, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran.
Email: Ghasemzadeh@kntu.ac.ir