

تحلیل سازه‌های پوسته‌ای با استفاده از روش ایزوژئومتریک

بهروز حسنی^۱، سید مهدی توکلی^۲، حسین قاسم نژاد مقری^۳

1- گروه مکانیک دانشکده فنی دانشگاه فردوسی مشهد

2,3- دانشکده عمران دانشگاه صنعتی شاهرود

hossein.ghasemnejad@yahoo.com

خلاصه

در این مقاله از روش ایزوژئومتریک برای تحلیل سازه پوسته استفاده شده است. در این روش به جای استفاده از توابع چند جمله‌ای متداول در اجزا محدود، از توابع پایه نسبی غیریکنواخت بی اسپلین (نربز) برای بیان هندسه و تقریب تغییرمکان استفاده می‌شود. استفاده از این توابع منجر به مدلسازی دقیق هندسه شده و تقریب تغییرمکان با دقت بهتری انجام می‌شود. همچنین مشکل هزینه تولید شبکه که در اجزا محدود وجود دارد از بین می‌رود. در این مقاله از روش مذکور جهت انجام تحلیل سازه‌های پوسته‌ای استفاده شده است. بدین منظور ایده تئوری المان‌های خمیده مورد استفاده در تحلیل اجزا محدود پوسته‌ها برای تحلیل و مدلسازی ایزوژئومتریک پوسته به کار گرفته شده است. در این تئوری المان پوسته حالت خاصی از المان سه بعدی در نظر گرفته می‌شود. نتایج مثال‌های حل شده نشان دهنده کارایی و دقت روش می‌باشند.

کلمات کلیدی: تحلیل ایزو ژئومتریک، اسپلین، سازه‌های پوسته‌ای

1. مقدمه

استفاده از بی اسپلین‌ها و بی اسپلین‌های غیریکنواخت نسبی (NURBS)⁴ [1] در مکانیک محاسباتی در سالهای اخیر بسیار متداول شده است. هدف اصلی از استفاده از آنها بیان موثر هندسه و در نتیجه دقت بالاتر در تحلیل است. با توجه به این موضوع، روش‌های اجزا محدود مبتنی بر اسپلین بسیار مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. اما نکته مهمتر، نقش اسپلین‌ها در تجمیع مهندسی کامپیوتری⁵ (CAE) و طراحی کامپیوتری⁶ (CAD) است. اسپلین‌ها ابزارهای ریاضی اولیه مورد استفاده برای تولید هندسه در CAD هستند در حالی که در روشهای عددی تحلیل مانند اجزا محدود، چند جمله‌ای‌های لاگرانژ مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ناسازگاری باعث می‌شود پروسه طراحی بسیار پر هزینه شود. به طوری که زمان و هزینه زیادی برای ارتباط بین CAD و CAE باید صرف شود. چون هر بار که مدل هندسی CAD تغییر می‌کند به دنبال آن باید مدل اجزا محدود از ابتدا ساخته شود. اما در روش‌های تجمیع شده تولید مش کلی مورد نیاز نیست. مدل‌های CAD می‌توانند مستقیماً برای تحلیل به کار روند بدون اینکه تلاش اضافی مورد نیاز باشد. علاوه بر این در صورتی که رویه بهینه سازی بر مبنای اسپلین‌ها فراهم باشد، بهبود مدل محاسباتی در نتیجه بهینه سازی طراحی می‌تواند مستقیماً بر مدل CAD اعمال شود. صرفه دیگر روش مبتنی بر اسپلین داشتن دقت هندسی بالاست. این امر به این خاطر است که در حین تحلیل و طراحی ابزارهای ریاضی یکسانی برای بیان هندسه در CAD و CAE به کار می‌روند. در روش اجزا محدود معمول، هندسه تقریب زده می‌شود. این موضوع

¹استاد گروه مکانیک

²استادیار گروه عمران- سازه

³دانشجوی دکتری عمران- سازه

⁴NURBS: Non Uniform Rational B-Spline

⁵CAE: Computer Aided Engineering

⁶CAD: Computer Aided Design