

توسعه و فرمول بندی توابع پایه هرمیتی با پیوستگی بینهایت برای حل عددی ورق ها مبتنی بر روش اجزا محدود

ماریا ندیمی^{۱*}، صالح حمزه جواران^۲، سعید شجاعی^۳

۱- کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، Nadimi.maria@gmail.com

۲- استاد گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، saeed.shojaee@mail.uk.ac.ir

۳- استاد گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، s.hamzeheijavaran@uk.ac.ir

چکیده

ورق ها یکی از اجزاء سازه ای مهم در ساختمان ها و سازه های مهندسی به حساب می آید. یکی از تئوری های مطرح شده در آنالیز خمشی ورق ها به روش اجزاء محدود، تئوری کیرشهف می باشد. در روش های کلاسیک جهت تحلیل این ورق از چند جمله ای های هرمیتی به عنوان توابع پایه استفاده می شود. در این مقاله ابتدا با بسط روابط اجزاء محدود مربوط به این ورق به مشکل عدم پیوستگی شیب بین المان ها اشاره شده و سپس با کمک توابع پایه هرمیتی تحلیل این ورق انجام می شود. در ادامه با کمک توابع پایه با پیوستگی بینهایت، تحلیل بسیار دقیق از این ورق ارائه می گردد.

واژه های کلیدی: توابع پایه هرمیتی، توابع پایه شعاعی هنکل کروی، اجزا محدود، پیوستگی بینهایت، سازه های ورق

۱- مقدمه

معرفی انواع تئوری ورق ها:

المان ورق یکی از مهمترین المانهای مکانیک جامدات است که از آن در تحلیل و مدلسازی بسیاری از سازه ها از قبیل سقف و کف ساختمانها، مخازن تحت فشار، ستون، دودکش ها، قطعات اتومبیل ها و ... استفاده می شود. یک ورق را می توان، بسط دو بعدی تیر تحت خمش ساده دانست. ورق و تیر هر دو می توانند بارهای عرضی یا بارهایی را که بر سطح آن ها عمود بوده و ایجاد خمش می کنند تحمل کنند. ورق مسطح است (چنانچه دارای قوس باشد، پوسته نامیده می شود). هر تیر فقط دارای یک مقاومت خمشی است، در حالی که یک ورق می تواند خمش در هر دو جهت را تحمل نماید و دارای مقاومت پیچشی نیز باشد.

تئوری های ورق دو بعدی می توانند در دو دسته طبقه بندی شوند [۱].

۱- تئوری ورق کلاسیک که در آن تاثیر جابجایی های عرضی نادیده گرفته می شوند (CPT)

۲- تئوری های ورق تغییر شکل برشی

۱- تئوری ورق کیرشهف (کلاسیک یا CPT) برای موارد خمش خالص و بر پایه میدان جابجایی ای به شکل زیر است: