

فرمول بندی المان ورق نازک با استفاده از موجک

رضا بصیرتی^۱، مجتبی ازهری^۲

۱،۲- دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده مهندسی عمران

mojtaba@cc.iut.ac.ir

خلاصه

یکی از مهم ترین مسائل در روش اجزای محدود انتخاب توابع پایه مناسب برای فرمول بندی المان می باشد. توابع پایه ای که برای این منظور انتخاب می شوند باید علاوه بر این که از دقت مناسبی برای درون یابی برخوردار باشند، حجم محاسبات زیادی نیز نداشته باشند. در این مقاله المان ورق نازک قرار گرفته بر روی بستر ارتجاعی وینکلر و پاسترناک، با استفاده از موجک دابشیز مرتبه ۶ فرمول بندی می شود. از آنجایی که این موجک ها توانایی درون یابی دقیق چند جمله ای با حداکثر توان ۵ را دارند، المان فرمول بندی شده با آن ها نیز دقت بالایی داشته و تحلیل ورق با تعداد المان کمتری منجر به جواب مطلوب می شود. بررسی نتایج تحلیل ورق بر روی بستر ارتجاعی نشان داد با سخت تر شدن شرایط مرزی، اثر سخت شدن بستر بر روی کاهش تغییر مکان ها و لنگرها به صورت نسبی کاهش می یابد.

کلمات کلیدی: روش اجزای محدود، موجک دابشیز، ورق نازک، بستر ارتجاعی

۱. مقدمه

ورق ها سازه های سه بعدی هستند که ضخامت آن ها نسبت به دو بعد دیگر بسیار کوچک تر می باشد. همین امر باعث می شود هنگامی که این سازه ها در معرض بارهای خارجی قرار می گیرند، دچار تغییر شکل شده و کارایی آن ها تحت تاثیر قرار گیرد. بنابراین لازم است رفتار آن ها تحت شرایط مرزی و بارگذاری مختلف مورد بررسی قرار گیرد. به منظور بررسی و تحلیل ورق ها لازم است معادله دیفرانسیل حاکم بر رفتار آن به نحو مناسبی حل شود. با توجه به این که این معادلات را به جز در مواردی خاص نمی توان به صورت دقیق حل نمود، لازم است برای این منظور از حل های تقریبی کمک گرفت. به منظور حل عددی معادلات دیفرانسیل پاره ای روش های متعددی توسعه داده شده اند. روش اجزای محدود یکی از قدرتمندترین روش های موجود برای این منظور می باشد که در سال ۱۹۵۶ توسط ترنر و همکاران به منظور حل مسائل مهندسی ارائه شد. یکی از مهم ترین قدم ها در روش اجزای محدود، انتخاب توابع پایه مناسب برای تقریب می باشد که در این مقاله از توابع مقیاس موجک دابشیز برای این منظور استفاده شده است. این موجک ها در سال ۱۹۸۸ توسط دابشیز ارائه شد. تعامل و محدود بودن حوزه ی اثر^۲، دو ویژگی مهم این موجک ها می باشد [۱]. در سال ۱۹۹۵ کو و همکاران به منظور حل عددی معادلات دیفرانسیل، روش اجزای محدود را با استفاده از موجک های دابشیز فرمول بندی کردند [۲]. جانسنینگ ما و همکاران در سال ۲۰۰۳ فرمول بندی المان موجک- پایه ی تیر برنولی را برای حل مسئله ی خمش به کمک موجک دابشیز، ارائه کردند [۳]. چن و همکاران در سال ۲۰۰۴ مسئله ی خمش ورق نازک را به کمک المان موجک- پایه فرمول بندی کردند. آن ها به منظور محاسبه انتگرال های ماتریس سختی و بار، روش جدیدی ارائه کردند [۴]. دیاز و همکاران در سال ۲۰۰۹ فرمول بندی المان موجک- پایه را برای حل مسئله خمش ورق به کمک تئوری برشی مرتبه اول، توسعه دادند [۵].

از آنجایی که تکیه گاه کلیه سازه های ساختمانی و هم چنین بسیاری از سازه های صنعتی خاک می باشد، در نظر گرفتن رفتار بستر هنگام تحلیل این سازه ها امری اجتناب ناپذیر است. برای این منظور ابتدا باید رفتار خاک را در قالب مدلی ریاضی و نزدیک به رفتار واقعی آن ارائه نمود. یکی از اولین تلاش ها برای این منظور در سال ۱۸۶۷ توسط وینکلر، دانشمند آلمانی صورت گرفت. در مدل ارائه شده توسط وینکلر، فشار وارد شده از طرف بستر به سازه با نشست سازه در همان نقطه رابطه ی مستقیم داشت. از آنجایی که در مدل وینکلر تغییر شکل هر نقطه از تغییر شکل نقاط اطراف، مستقل در نظر گرفته شده بود،

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه صنعتی اصفهان

^۱ استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان