



تحلیل تراوش به کمک روش Differential Quadrature

سید حامد معراجی^۱، عباس قاهری^۲، ناصر شایبختی^۳

۱- دانشجوی دکتری مهندسی آب دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران

۲- دانشیار دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران

۳- استادیار دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان

Hamed_meraji@iust.ac.ir

خلاصه

روشهای عددی را باید بخشی از ریاضیات مهندسی دانست که در آن حل معادلات دیفرانسیل حاکم بر پدیده های فیزیکی از طریق بکارگیری انواع مختلفی از تقریب های ریاضی به حل دستگاه معادلات جبری تبدیل می شود. یکی از مهمترین این روشها، روش تفاضل محدود (FDM) است که معادلات دیفرانسیل را بر اساس گسسته سازی توابع پیوسته توسط بسط سری تیلر تقریب میزند. برای بالا بردن دقت نتایج FDM در بعضی از مسائل همانند تراوش در زیر سپر ها باید از شبکه های بسیار ریز استفاده نمود و به تبع آن حجم محاسبات افزایش پیدا می نماید. لذا روش Differential Quadrature (DQ) به عنوان گزینه نوینی در نظر گرفته شده و در این مقاله متناسب با نوع فرآیند توسعه داده شده است. در روش DQ، معادلات دیفرانسیل حاکم بر مسأله را به صورت مجموع خطی و وزن دار از مقادیر تابع در نقاط مشخص تقریب میزنند. در این مقاله نشان داده شده که روش DQ به دلیل دارا بودن مرتبه بالاتر نسبت به روش FDM دقت بیشتری را دارا بوده و بکارگیری این روش برای شبکه های بزرگتر می تواند موجب افزایش سرعت حل بدون کاهش دقت گردد.

کلمات کلیدی: روش Differential Quadrature (DQM)، تراوش زیر سپر، Seepage

۱. مقدمه

استفاده از روشهای عددی، علاوه بر فراهم آوردن امکان تحلیل دقیق مسائل پیچیده ای که حل آنها از طریق روشهای متداول تحلیلی و یا تجربی، امکان پذیر نبوده است، سرعت و دقت تحلیل بسیاری از مسائل رایج و متداول در حوزه مهندسی را نیز افزایش، و هزینه محاسباتی آنها را کاهش داده است. از جمله این مسائل در حوزه مهندسی، مسئله حرکت سیال در محیط متخلخل دو بعدی یا نشت است که حل تحلیلی معادله حاکم بر آن مشکل می باشد. تا کنون شبیه سازی جریان زیر زمینی و محیط متخلخل در نواحی مختلف (آبخانه های باز و یا بسته، آبخانه های نزدیک سواحل و تحت اثر جریانات جزر و مدی) توسط محققین متعدد و با استفاده از روشهای گوناگون مورد بررسی قرار گرفته است. Fang و همکارانش در سال ۱۹۷۲، شبیه سازی عددی سفره آب زیرزمینی تحت اثر جریانات جزر و مدی با استفاده از یک مدل دو بعدی المان محدود^۱ را انجام دادند. Li و همکارانش نیز در سال ۱۹۹۷، مدل عددی را بر مبنای روش مرز محدود^۲ برای شبیه سازی جریان دو بعدی زیرزمینی در محیط کاملاً اشباع و همگن ارائه نمودند. همچنین Bierawski و همکارانش در سال ۲۰۰۶، جهت بررسی تاثیر نیروی ناشی از جریان نشتی بر ذرات خاک، مدلی مرکب از روش المان محدود جهت تحلیل جریان نشتی و فشار آب و روش المانهای مجزا^۳ برای شبیه سازی اندرکنش ذرات غوطه ور خاک و حرکت آنها تحت اثر نیروی نشت، را توسعه دادند. تحلیل جریان نشتی با سطح آزاد نیز در طراحی سازه های مختلف عمرانی بخصوص سازه های هیدرولیکی مانند سدهای خاکی و سنگریزه ای، نشت از کانالها و همچنین در مسائل مربوط به پایداری شیروانیها، نقش مهمی ایفا می کند. از آنجایی که سطح آزاد آب در این مسائل از قبل معلوم نمی باشد، Desai در سال ۱۹۷۵ با استفاده از روش المان محدود و یک روش تکراری، به صورت فرض سطح آزاد و اصلاح آن در تکرارهای بعدی، به تحلیل این نوع مسائل پرداخت. Katibeh در سال ۲۰۰۴ نیز با استفاده از روش المان محدود و این روش تکرار، به حل مسئله نشت با سطح آزاد، از

¹ finite-element method _FEM_

² boundary element method

³ distinct-element method _DEM_