

مدل سازی جریان آب زیرزمینی با استفاده از روش المان تحلیلی

آرمان محمدی^{1*}، مهناز قائینی حصاروئی²

1- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران-آب دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان، a.mohammdi@student.kgut.ac.ir
2- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، mghaeini@mail.uk.ac.ir

چکیده

یکی از منابع قابل دسترس که سهم عمده‌ای از آب‌های شیرین جهان را تشکیل می‌دهند، آب‌های زیرزمینی هستند، به همین منظور اطلاع دقیق از میزان کمی این منابع جهت برنامه‌ریزی‌های درازمدت ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق روش المان تحلیلی جهت مدل‌سازی جریان آب زیرزمینی به کار گرفته شد. این روش مستقل از شبکه بوده و بر پایه اصول نظریه پتانسیل استوار است با این تفاوت که در روش المان تحلیلی، برای برهم نهی توابع (المان‌ها) دیگر به راه‌حل‌های ریاضی دقیق که در کاربردهای اولیه نظریه پتانسیل به کار می‌رفت نیازی نیست و المان‌ها به وسیله حل کردن ضرایب قابل تنظیم در امتداد مرزهای خود، قیده‌های هیدرولوژیکی را ارضا می‌کنند. برای نشان دادن نحوه مدل‌سازی به روش المان تحلیلی منطقه‌ای از قسمت شمالی سفره آب زیرزمینی شهر مشهد شامل دو حلقه چاه عمیق در حالت پایدار به کمک زبان برنامه‌نویسی پایتون که یک زبان مفسر و شی گرای سطح بالا می‌باشد، مدل‌سازی گردید. نتایج نشان می‌دهد حداکثر میزان خطای خروجی مدل با مقادیر مشاهداتی به روش حداقل مربعات حدود 5٪ می‌باشد. علاوه بر مزایای این روش در تولید جواب‌های پیوسته به علت بی‌نیازی به شبکه‌بندی، مستقل بودن مدل‌سازی از مقیاس فیزیکی مدل و دقت مدل‌سازی می‌تواند در مقیاس‌های منطقه‌ای و حوضه‌ای بسیار موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: مدل جریان، روش المان تحلیلی، پایتون، دبی پتانسیل، معادله لاپلاس

1- مقدمه

تقاضای آب برای مصارف مختلف در حال افزایش بوده و منابع آب شیرین با توجه به این تقاضا در حال کاهش هستند [1]. در دهه‌های اخیر با پیشرفت فناوری و قوی شدن پردازنده‌ها و حافظه رایانه‌ها توجه زیادی به مدل‌های عددی شده است. از مشهورترین روش‌های عددی که در مدل‌سازی استفاده می‌شود روش المان محدود و روش تفاضل محدود می‌باشد. در سال‌های اخیر در مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی روش‌های جدیدی از جمله روش المان مرزی و روش المان تحلیلی نیز مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است [2]. روش المان تحلیلی بر پایه اصول نظریه پتانسیل استوار است با این تفاوت که در روش المان تحلیلی، برای برهم نهی توابع (المان‌ها) دیگر به راه‌حل‌های ریاضی دقیق که در کاربردهای اولیه نظریه پتانسیل به کار می‌رفت احتیاجی نیست، این روش به مفهوم برهم نهی راه‌حل‌های محلی حاکم بر معادلات جریان آب زیرزمینی در حالت پایدار به شدت وابسته است. ترکیب راه‌حل‌های پیوسته منفرد در پدیده جریان آب زیرزمینی از الگوی روش‌های المان محدود و تفاضل محدود که مسئله داده‌شده را بر روی یک شبکه گسسته حل می‌کنند کاملاً متفاوت است [3]. روش‌های تفاضل محدود و المان محدود دارای محدودیت‌هایی از قبیل وابسته بودن به شبکه می‌باشند، این وابستگی باعث می‌شود که خروجی‌های مدل به صورت گسسته و تقریبی باشند و در بعضی مواقع که خروجی‌های مدل در بین گره‌ها مدنظر باشد بایستی