مدل سازی الگوی تغییرات فشار سیال در خا ک بر اثر برداشت و محاسبه تغییر شکل محیط متخلخل

امین کرمی مقدم[۱]، سمانه حاجی مشهدی[۲]، میثم نوری موسی[۳]

۱- کارشناس ارشد مهندسی عمران- سازه های هیدرولیکی

۲- کارشناس ارشد مهندسی آب- سازه های آبی

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران- آب، دانشگاه علوم و تحقیقات شوشتر

S_hajimashhadi@yahoo.com

خلاصه

عدم رعایت برداشت اصولی و علمی از منابع زیرزمینی مانند سفره های آب زیر زمینی باعث بوجود آمدن مشکلاتی از قبیل نشست زمین و از بین رفتن سفره آبی می شود. که این خود مبین عدم اطلاعات کافی و عدم شناخت از عکس العمل های سیال مخزن می باشد. در بسیاری از مواقع در حل مسایل برای راحتی کار از فرضیات ساده کننده ای مانند استفاده از فرمول خطی دارسی به جای فرمول غیر خطی فورشهایمر استفاده می گردد. که این خود موجب بوجود آمدن خطاهایی در محاسبات می شود. در این مطالعه، معادله فورشهایمر با استفاده از روش عددی کرانک - نیکلسون جداسازی شده است. این معادله برای دو مثال استاندارد حل شده و تغییرات فشار در طول مخزن و تغییر شکل کلی آن محاسبه گردیده است. سپس، نتایج بدست آمده با نتایج حل تحلیلی معادله فورشهایمر و مدل نرم افزاری JOE مقایسه شد. و مشخص شد که نتایج بدست آمده از تطابق خوبی برخوردار هستند.

کلمات کلیدی : سیال تراکم پذیر غیردارسی ، محیط متخلخل ، تغییر شکل پذیر ، معادله فورشهایمر.

۱. مقدمه:

اولین معادله ای که برای توصیف جریان سیال در محیط متخلخل ارائه گردید توسط آقای دارسی در سال ۱۸۵۶ بود. موسکات در سال ۱۹۳۷ اولین فردی بود که قانون دارسی را برای بدست آوردن معادلات حرکت سیال در مخازن نفت بکار گرفت. در سال ۱۹۰۱ فورشهایمر معادله دارسی را با اضافه کردن یک ترم جدید برای به حساب آوردن اینرسی ایجاد شده بوسیله سرعت بالا در مخازن اصلاح کرد. با وجود اینکه معادله دارسی بصورت تجربی برآورد شده است،بعدها بصورت تئوری از معادلات ناویراستوکس در یک محیط متخلخل در سرعت های پایین بدست آمد. با صرف نظر از ترم نیروی ذاتی معادله دارسی به صورت معادله (۱) نوشته می شود:

$$\nabla P = -\frac{\mu}{K} V \qquad (۱)$$

که در آن، P فشارسیال، V متوسط سرعت سیال، μ ویسکوزیته و K نفوذپذیری محیط متخلخل می باشد. برای غلبه برعدم کارایی معادله دارسی برای توصیف جریان در سرعت های بالا، فورشهایمر معادله دارسی را با اضافه کردن یک ترم اینرسی به صورت معادله (۲) اصلاح کرد:

$$\nabla P = -\frac{\mu}{K} v + \beta \rho V^2 \qquad (۲)$$

که β ضریب فورشهایمر نامیده شده و عمدتاً تابعی از تخلخل و نفوذپذیری مواد محیط است. ρ نیز جرم مخصوص سیال می باشد. روابط مختلفی برای محاسبه ضریب β موجود می باشند. رابطه پیشنهادی مک دونالد برای محاسبه این ضریب به صورت معادله (۳) می باشد:

$$\beta = \left(\frac{1}{\phi}\right)\left(\frac{245\times 10^8}{12\times K\times \phi}\right)^{0.5} \qquad (۳)$$

فرمول اصلاح شده آقای گیرتسما در ارتباط با ضریب غیردارسی به صورت معادله (۴) می باشد:

$$\beta = \frac{1.59\times 10^3}{K^{0.5}\phi^{5.5}} \qquad (۴)$$