



دانشکده کشاورزی

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد در رشته مدیریت مناطق بیابانی

برآورد شوری آب برداشتی از چاه‌های حفر شده در سفره‌های شور و شیرین در
حالت جریان پایدار با استفاده از روش‌های عددی و نیمه تحلیلی

توسط

ایوب برسم

اساتید راهنما

دکتر مزدا کمپانی زارع

دکتر سید محمد رضا هاشمی

آبان ماه ۱۳۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

به نام خدا

اظہارنامہ

اینجانب ایوب برسم (۸۸۱۲۲۶) دانشجوی رشته مهندسی منابع طبیعی گرایش مدیریت مناطق بیابانی اظہار می‌کنم کہ این پایان‌نامہ حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی کہ از منابع دیگران استفادہ کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات آن را نوشته‌ام. همچنین اظہار می‌کنم کہ تحقیق و موضوع پایان‌نامہ‌ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم کہ بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیہ حقوق این اثر مطابق آیین‌نامہ مالکیت فکری و معنوی متعلق بہ دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: ایوب برسم

تاریخ و امضا: ۱۳۹۰/۰۸/۰۴



تقدیم به

با احترام و عشق

خدای بزرگ،

پدر زحمتکش و بزرگووارم و مادر مهربان و دلسوزم،

که چون خورشید گرمابخش زندگیم هستند و وجود گرانبدرشان
همواره در سختی ها و ناملايمات زندگي تکیه گاهم بوده است.

سپاسگزاری

من لم يشكر المخلوق لم يشكر الخالق

حمد و سپاس شایسته خداوند است که اگر توفیقی در زندگی وجود داشته تنها در سایه عنایات و توجه او بوده و امیدوارم در آخرت هم لطفش شامل بنده سر تا پا تقصیر شود. بر خود لازم می‌دانم از اساتید راهنمای خودم آقایان دکتر مزدا کمپانی زارع و دکتر سید محمدرضا هاشمی تشکر نمایم که در تمام مراحل اجرای این تحقیق و در تهیه و تصحیح این پایان نامه مرا یاری نمودند و مراتب تشکر و قدردانی از اساتید مشاور خودم آقایان دکتر قاسم حبیب آگهی و دکتر سید فخرالدین افضلی را بجا آورم و همچنین از تمامی اساتید بخش مدیریت مناطق بیابانی کمال تشکر را دارم. از پدر مهربان و مادر عزیزم تشکر می‌کنم که همواره مشوق من برای درس خواندن بوده اند همچنین از دوستان و همکلاسی هایم بویژه آقایان مهندس احسان کمالی مسکونی، مجتبی دولت کردستانی، فرشاد ابراهیمی، سلمان جلالی، اسدالله طالبی، احسان کاظمی، باقر میری، اکبر غفرانی، نادر آدمی پور، جواد رحمانی، خانم ها مهندس شکیبا آقامیری، مهندس پریسا دولتی، مهندس راضیه سادات هندی زاده، مهندس شهلا اصغری نیا، مهندس مرضیه فروتن که حق زیادی بر گردن من دارند نهایت تقدیر و تشکر دارم و امیدوارم که همواره در زندگیشان موفق باشند. جا دارد از آقایان جهانزیر نجفی، مهندس سعید علیزاده، جواد زارع و سرکار خانم فلورپیلتن تشکر نمایم و نهایتاً از تمامی کسانی که به نحوی در طی این دو سال به من کمک نمودند تقدیر و تشکر می‌نمایم.

چکیده

برآورد شوری آب برداشتی از چاه های حفر شده در سفره های شور و شیرین در حالت جریان پایدار با استفاده از روش های عددی و نیمه تحلیلی

به کوشش

ایوب برسم

در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک سفره های آب زیرزمینی با کیفیت مناسب در مجاورت سفره های شور قرار دارند. با برداشت از این سفره ها و افت سطح آب زیرزمینی آب های شور سفره های مجاور به سمت سفره های شیرین حرکت کرده و باعث شور شدن منابع آب و خاک و تخریب محیط زیست می گردند. هدف از این پژوهش برآورد نسبت دبی های آب شور و شیرین ورودی و در نهایت شوری آب برداشتی از چاه های حفر شده در سفره های شور و شیرین با مرز مشخص با استفاده از روش های عددی و نیمه تحلیلی می باشد. در این تحقیق فرض شده است که سفره ای شیرین با ضخامت محدود و محبوس بر روی سفره ای شور با مرز مشخص افقی قرار گرفته است. برای انجام این تحقیق با استفاده از روش نیمه تحلیلی ابتدا خط جریان در محیط های شور و شیرین جداگانه بدست آمده و در مرحله بعد با بهینه سازی دبی های برداشتی خطوط جریان بدست آمده در محیط شور و شیرین بر هم منطبق شدند و نسبت دبی های ورودی از هر سفره به چاه بدست آمد و در نهایت شوری آب برداشت از چاه بدست آمده است. در آخر نتایج حاصل از حل نیمه تحلیلی با نتایج بدست آمده از مدل عددی مقایسه شده و منحنی های بدون بعد برای استفاده های کاربردی نیز ارائه شد. این تحقیق نشان داد که روند تغییرات شوری آب برداشتی به دبی برداشت شده از چاه برای حالتی که چاه در سفره شیرین قرار دارد با حالتی که چاه برداشت در سفره شور قرار دارد متفاوت است. در حالتی که چاه برداشتی در سفره شیرین قرار دارد با افزایش دبی برداشتی از چاه شوری آب برداشت شده نیز افزایش می یابد تا اینکه شوری به مقدار ثابتی می رسد. روند افزایش شوری آب برداشتی به ازاء افزایش دبی برای عمق های مختلف قرار گیری چاه و طول های مختلف چاه و شوری مختلف دو سفره متفاوت است. برای حالتی که چاه برداشتی در سفره شور قرار دارد با افزایش دبی برداشتی شوری آب برداشت شده از چاه کاهش می یابد تا به مقدار ثابتی برسد. در این حالت تغییرات شوری آب در مقابل تغییرات دبی آب برداشتی نسبت به حالت قبل بسیار کمتر است. برای چاه های حفر شده در سفره ی شور و با دبی برداشتی خاص، با افزایش عمق چاه شوری آب برداشتی افزایش میابد.

فهرست

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه

۱-۱- اهداف پژوهش ۵

فصل دوم: مروری بر پژوهش های پیشین

۱-۲- مروری بر پژوهش های پیشین در زمینه بالآمدگی مرز مشخص سفره های

شور- شیرین ۷

۲-۲- مروری بر پژوهش های پیشین در زمینه کاربرد عناصر تحلیلی در

آب زیرزمینی ۸

۳-۲- مروری بر پژوهش های پیشین در زمینه استفاده از مدل "سی وات" ۹

فصل سوم: تئوری و روش های مورد استفاده

۱-۳- جریان آب در سفره های شور ۱۲

۱-۱-۳- بار آبی معادل آب شیرین ۱۳

۲-۱-۳- نسبت بالآمدگی مرز آب شور و شیرین به افت سطح آب شیرین ۱۴

۲-۳- روش نیمه تحلیلی ۱۶

۱-۲-۳- عناصر تحلیلی ۱۶

۱-۱-۲-۳- فرورنده نقطه ای ۱۷

۲-۱-۲-۳- فرورنده حلقوی ۱۸

۳-۱-۲-۳- مرز ناتروا ۱۹

۳-۳- روش عددی ۲۱

- ۲۱-۳-۱- "مادفلو" ۲۱
- ۲۱-۳-۱-۱- سلول‌های شبکه مدل ۲۱
- ۲۲-۳-۱-۲- مرز با بار آبی ثابت ۲۲
- ۲۲-۳-۱-۳- چاه ۲۲
- ۲۳-۳-۲- "ام تی تری دی ام اس" ۲۳
- ۲۳-۳-۳- "سی وات" ۲۳
- ۲۴-۳-۱- تعیین رابطه بین چگالی و غلظت ماده محلول در آب ۲۴
- ۲۴-۳-۲- تعیین سلول‌های منشاء ماده شیمیایی ۲۴

فصل چهارم: مواد و روش‌ها

- ۲۴-۱- شرایط کلی محیط جریان ۲۴
- ۲۴-۲- نرم افزارهای مورد استفاده ۲۷
- ۲۴-۳- روش انجام تحقیق ۲۷
- ۲۴-۳-۱- روش انجام حل نیمه تحلیلی ۲۸
- ۲۴-۳-۱-۲- یافتن امتداد خط جریان ۲۹
- ۲۴-۳-۱-۳- مقایسه و انطباق خطوط جریان در محیط‌های شور و شیرین ۳۰
- ۲۴-۳-۱-۴- منطبق نمودن مرزها و فشار معادل موجود بر روی آنها در دو محیط ۳۲
- ۲۴-۳-۱-۵- تعیین نسبت‌های ورودی آب از سفره‌های شور و شیرین به چاه ۳۳
- ۲۴-۳-۱-۶- شوری آب برداشت شده از چاه ۳۴
- ۲۴-۳-۲- روش حل عددی ۳۶
- ۲۴-۳-۲-۱- ساختن محیط جریان در "مادفلو" ۳۷
- ۲۴-۳-۲-۲- مرز با بار آبی ثابت، چاه، بار آبی اولیه ۳۸
- ۲۴-۳-۲-۳- اجرای نرم افزار "مادفلو" ۳۹
- ۲۴-۳-۲-۴- ورود شوری به محیط و استفاده از نرم افزار "ام تی تری دی ام اس" ۴۰
- ۲۴-۳-۲-۵- اجرای مدل "ام تی تری دی ام اس" ۴۱
- ۲۴-۳-۲-۶- اعمال چگالی سیال در محیط جریان با استفاده از نرم افزار "سی وات" ۴۱

- ۴-۳-۲-۷- اجرای نرم افزار "سی وات" ۴۱
- ۴-۳-۲-۸- مشاهده نتایج مدل های اجرا شده ۴۲

فصل پنجم: نتایج و بحث

- ۵-۱- نتایج بدست آمده در طی بهینه سازی ۴۵
- ۵-۱-۱- محیط های جریان شور و شیرین شبیه سازی شده ۴۵
- ۵-۱-۲- خطوط جریان در محیط های شور و شیرین ۴۶
- ۵-۱-۳- بهینه سازی محل خط جریان و بار آبی فشاری بر روی آن ۴۷
- ۵-۱-۴- دبی و شوری آب برداشتی از چاه ۵۰
- ۵-۲- منحنی های دبی- شوری برای حالات مختلف ۵۲
- ۵-۲-۱- منحنی های دبی- شوری برای چاه های خطی با طول های مختلف و چاه نقطه ای که ارتفاع کف آنها یکسان است ۵۲
- ۵-۲-۲- منحنی های تغییرات دبی - شوری برای چاه های با عمق های قرارگیری مختلف برای حالتی شوری های ۰ و ۲۵ میلی گرم بر لیتر ۵۵
- ۵-۳- نتایج مدل عددی ۵۸
- ۵-۴- منحنی های بدون بعد شده برای استفاده کاربردی ۵۹

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات

- ۶-۱- نتیجه گیری ۶۲
- ۶-۲- پیشنهادات ۶۴
- ۶-۵- منابع ۶۵

فهرست شکل ها

| عنوان | صفحه |
|---|------|
| شکل ۳-۱- بار آبی در نقطه N با ارتفاع Z_N بر حسب آب شور و شیرین..... | ۱۴ |
| شکل ۳-۲- نسبت تغییرات عمق مرز آب شیرین به تغییرات سطح شیرین | |
| نسبت به سطح مبنا..... | ۱۵ |
| شکل ۴-۱- سفره شیرین با ضخامت محدود بر روی سفره ی شور با مرز مشخص | |
| افقی..... | ۲۷ |
| شکل ۴-۲- مرز مشخص سفره شور و شیرین در اطراف چاه نقطه‌ای در حال پمپاژ | |
| در سفره نیم محدود با سقف ناتراوا..... | ۳۴ |
| شکل ۴-۳- شبیه‌سازی مستقل جریان در محیط آب شیرین به همراه | |
| خط جریان..... | ۳۵ |
| شکل ۴-۴- محیط جریان آب شور به همراه خط جریان..... | ۳۶ |
| شکل ۴-۵- شبیه سازی محیط جریان به همراه مرز با بار آبی ثابت و سلول های | |
| شبکه مدل..... | ۳۸ |
| شکل ۵-۱- منحنی‌های هم بار آبی در اطراف چاه نقطه‌ای در محیط آب شیرین با | |
| مرز افقی ناتراوا در بالای چاه..... | ۴۵ |
| شکل ۵-۲- خط جریان بدست آمده برای محیط جریان آب شیرین که می‌تواند | |
| پس از بهینه‌سازی بعنوان مرز بین آب شور و شیرین در نظر گرفته شود..... | ۴۶ |
| شکل ۵-۳- مقادیر تابع هدف (الف)، مجموع مربع اختلافات بار آبی فشاری (ب) | |
| و مجموع مربع اختلافات ارتفاع خط جریان (ج) برای قدم های بهینه‌سازی در سفره ی | |
| شیرین با ضخامت ۱۰ متر، و نفوذ پذیری ۰.۵ متر بر روز..... | ۴۹ |
| شکل ۵-۴- الف- تغییرات شوری در آب برداشتی از چاه‌های خطی و یک چاه نقطه‌ای | |
| که در سفره شیرین قرار دارند و شوری سفره شور ۲۵ میلی گرم بر لیتر..... | ۵۳ |
| شکل ۵-۵- الف- تغییرات شوری در آب برداشتی از چاه‌های خطی و یک چاه نقطه‌ای | |
| که در سفره شیرین قرار دارند و شوری ۱۲.۵ میلی گرم بر لیتر..... | ۵۳ |
| شکل ۵-۴- ب- تغییرات شوری در آب برداشتی از چاه‌های خطی و یک چاه نقطه‌ای | |
| که در سفره شور قرار دارند و شوری ۲۵ میلی گرم بر لیتر..... | ۵۴ |
| شکل ۵-۵- ب- تغییرات شوری در آب برداشتی از چاه‌های خطی و یک چاه نقطه‌ای | |

- ۵۴..... که در سفره شور قرار دارند و شوری ۱۲.۵ میلی گرم بر لیتر.....
- شکل ۵-۶- الف- منحنی‌های تغییرات دبی - شوری برای چاه‌های با عمق‌های
- ۵۶..... قرارگیری مختلف در سفره شیرین.....
- شکل ۵-۶- ب - منحنی‌های تغییرات دبی - شوری برای چاه‌های با عمق‌های
- ۵۶..... قرارگیری مختلف در سفره شور.....
- شکل ۵-۷- الف- منحنی‌های دبی- شوری برای چاه‌های خطی با طول‌های مختلف
- که ارتفاع کف آنها یکسان است و شوری سفره شور ۲۵ میلی گر بر لیتر و شوری سفره
- شیرین ۱۲.۵ میلی گرم بر لیتر و چاه در سفره شیرین.....
- ۵۷.....
- ۵-۷- ب- منحنی‌های دبی- شوری برای چاه‌های خطی با طول‌های مختلف که ارتفاع
- کف آنها یکسان است و شوری سفره شور ۲۵ میلی گرم بر لیتر و شوری سفره
- شیرین ۱۲.۵ میلی گرم بر لیتر و چاه در سفره شور.....
- ۵۷.....
- شکل ۵-۸- نتیجه مدل ام تی تری دی ناپایدار برای چاه که در سفره شیرین
- قرار دارد.....
- ۵۹.....
- شکل ۵-۹- منحنی‌های بدون بعد شده برای چاه خطی با شوری‌های مختلف که
- چاه در سفره شیرین قرار دارد.....
- ۶۰.....
- شکل ۵-۱۰- منحنی‌های بدون بعد شده برای چاه خطی با شوری‌های مختلف
- که چاه در سفره شور قرار دارد.....
- ۶۰.....

فهرست جدول ها

صفحه

عنوان

جدول ۵-۱- مقادیر دبی کل و غلظت کل برداشتی از چاه های با دبی های کل مختلف

فصل اول

مقدمه

آب مایه حیات و زندگی بشر است. در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا آب زیر زمینی یکی از مهمترین منابع آب شیرین دنیا می باشد. با توجه به اینکه ارتفاع متوسط بارندگی ایران حدود ۲۸۰ میلی متر یعنی یک سوم متوسط بارندگی سالانه سطح کره زمین می باشد. بارندگی نسبی کم در مقایسه با بارندگی جهان و عوامل هیدروکلیماتولوژی حاکم بر کشور ایران سبب شده است که این منطقه جزء مناطق خشک و نیمه خشک جهان به حساب آید.

در مناطق خشک و نیمه خشک که آب های سطحی با کیفیت مناسب در دسترس نمی باشند و نیازهای آبی توسط منابع آب زیرزمینی تامین می گردد. منابع آب زیرزمینی یکی از مهمترین منابع آب قابل استفاده در این مناطق می باشد. حدود یک سوم جمعیت جهان وابسته به آب زیرزمینی بوده و بیش از ۷۰ درصد منابع آب زیرزمینی به مصرف کشاورزی می رسند.

با افزایش روز افزون جمعیت و توسعه کشاورزی و افزایش نیاز به آب، برداشت از منابع آب زیرزمینی افزایش یافته و این برداشت بی رویه از مخازن آب زیرزمینی باعث شده که تعادل بین تغذیه و برداشت از این منابع از بین برود. بر هم خوردن تعادل بین تغذیه و تخلیه باعث خشک شدن چاه های آب، کاهش دبی رودخانه ها و کاهش ذخیره دریاچه ها، شور شدن آب زیرزمینی و خاک و نشست زمین میشود.

در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک سفره های آب زیرزمینی با کیفیت مناسب در مجاورت سفره دریاها یا دریاچه های شور هستند و با برداشت از این سفره ها و افت سطح آب های زیر زمینی شیرین آب های شور سفره های مجاور به سمت این سفره ها حرکت کرده و باعث شور شدن منابع آب و خاک و تخریب محیط زیست می گردد.

در این نوع سفره‌ها آب شور بدلیل داشتن چگالی بیشتر در زیر سفره‌های شیرین قرار می‌گیرند. در بسیاری از موارد مخصوصا در مواردی که اختلاف شوری آب‌ها زیاد است میتوان مرز مشخص^۱، بین آب شور زیرین و آب شیرین بالایی در نظر گرفت. در این سفره‌ها برداشت آب از سفره شیرین بالایی انجام می‌گیرد و تا زمانی که آب شیرین در سفره بالایی وجود دارد از آن برداشت می‌گردد. معمولا سعی می‌گردد که چاه در سفره شیرین بالایی حفر گردد. در حالتی که آب ساکن است مرز بین سفره‌ها افقی است ولی وقتی پمپاژ از چاه صورت می‌گیرد مرز در زیر چاه به سمت بالا حرکت می‌کند و اصطلاحا بالا آمدگی بوجود می‌آید. مقدار بالا آمدگی مرز بستگی به دبی برداشتی از چاه دارد. مشکل موجود در برداشت آب از سفره شیرین بالایی این است که اگر شدت برداشت از چاه از حدی بالاتر باشد مرز آب شور- شیرین در پاسخ به پمپاژ بصورت مخروطی به حدی بالا می‌آید که مرز بین دو سفره به چاه رسیده و آب شور وارد چاه گردد (ریلی^۲ و متز^۳، ۱۹۸۵. گودمن^۴، ۱۹۹۲. بیر^۵، ۱۹۷۲). پس از برخورد مرز آب شور و شیرین به چاه و ورود آب شور به چاه، آب برداشت شده از چاه مخلوطی از آب شور و شیرین است. اگر شوری آب شور مخلوط تا حد معینی باشد آب لب شور بوده و برای مصارف کشاورزی قابل قبول است. بنابر این نسبت ورودی آب شور و آب شیرین به چاه اگر از یک حد خاص کمتر باشد برای کشاورزی مشکل ساز نیست و اینکه چه درصدی از ورودی آب چاه شور باشد بستگی به درجه شوری قسمت شور سفره و دبی برداشتی آب از چاه و بالا آمدگی مرز دارد. در این تحقیق هدف تعیین مقدار نسبت دبی‌های ورودی شور و شیرین به چاه برای شوری‌های مختلف و فاصله قرار گیری مرزهای مختلف شور و شیرین بود. با این کار می‌توان مقدار مجاز دبی برداشتی از چاه را برای اینکه شوری آب از حدی بیشتر نشود را تعیین نمود. بدیهی است که بسته به شوری آب و عمق قرار گیری مرز، مقدار دبی مجاز متفاوت خواهد بود.

¹ Sharp interface

² Reilly

³ Motz

⁴ Goodman

⁵ Bear

برای شبیه سازی جریان در اطراف چاهی که در بالای مرز آب شور و شیرین و در سفره شیرین در حال پمپاژ است از دو روش نیم تحلیلی و روش عددی می توان استفاده کرد. در هردوی این روش ها می توان اختلاف چگالی بین آب شور و شیرین و اثر آن در جریان در نظر گرفت. از جمله روش های عددی که می توان برای شبیه سازی جریان در اطراف چاه ها استفاده نمود استفاده از مدل های عددی با " اختلاف محدود ^۱ "مانند "مادفلو ۲۰۰۰"^۲ است. این مدل عددی برای شبیه سازی جریان آب در محیط اشباع و با انواع شرایط مرزی قابل استفاده است. امروزه برای محاسبه جریان در سفره های آب زیرزمینی از روش نیم تحلیلی یا روش عناصر تحلیلی استفاده می گردد (هایتجما، ۱۹۹۱). در این روش مرزهای موجود در محیط جریان بوسیله واحدهای هیدرولیکی که عملکرد آنها شبیه به مرز مورد نظر بوده و حل مستقل آن وجود دارد استفاده می گردد. به این واحدهای هیدرولیکی عنصر تحلیلی گفته می شود. یک فروبرنده خطی یک عنصر تحلیلی است. ابتدا مرزهای موجود در محیط جریان با عناصر تحلیلی متناظرشان در محیط در نظر گرفته می شوند. در مرحله بعد شدت عملکرد عناصر موجود در محیط به نحوی تنظیم و بهینه می گردند که در نقاط مورد نظر در محیط جریان، شرایط مورد نظر، از جمله فشار یا شدت جریان برآورده گردد.

باید ذکر شود که در روش های عددی خطاهای محاسبات عددی وجود دارد ولی در روش های نیم تحلیلی خطای محاسبات عددی وجود ندارد و این روش ها نسبت به روش های عددی از دقت بالاتری برخوردار هستند.

^۱-Finite difference

^۲ MODFLOW2000

۱-۱- اهداف پژوهش

هدف اصلی

هدف اصلی در این تحقیق برآورد نسبت دبی‌های آب شور و شیرین و در نهایت شوری آب ورودی به چاه‌های حفر شده در سفره‌های شور و شیرین با مرز مشخص با استفاده از روش‌های عددی و نیمه تحلیلی می باشد.

هدف‌های فرعی

۱- بدست آوردن حل نیم تحلیلی برای جریان در سفره‌های محبوس شور و شیرین با مرز مشخص در حالیکه سیال‌ها در دو طرف مرز کاملاً مستقل از هم جریان داشته باشند. و در دو طرف مرز با یک مرز مشخص از هم جدا شده باشند.

۳- بهینه‌سازی فشار آب و جهت گرادیان بار آبی در دو سمت مرز شور و شیرین در حل نیم تحلیلی با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی .

۴- شبیه‌سازی جریان شور و شیرین با مرز مشخص با چگالی‌های ثابت یا متغیر با استفاده از نرم افزارهای به ترتیب "ام تی تری دی ام اس" و "سی وات" (گویو^۱ و بنت^۲، ۱۹۹۸) در داخل سفره‌ای که چاه در قسمت شیرین سفره در حال پمپاژ است.

¹ Guo

² Bennet

فصل دوم

مروری بر پژوهش های پیشین

۱-۲- مروری بر پژوهش های پیشین در زمینه بالآآمدگی مرز مشخص

سفره های شور- شیرین

برای اولین بار گابین (۱۸۸۹) و هرزبرگ (۱۹۰۱) بحث آب شور و شیرین را در سفره های ساحلی مورد بررسی قرار دادند. به طور کلی دو روش برای تجزیه و تحلیل بالآآمدگی آب شور در زیر چاه ها به کار گرفته شده است (ریلی و گودمن، ۱۹۸۷). این روش ها شامل روش مرز مشخص و روش در نظرگیری چگالی سیال هستند. در روش مرز مشخص فرض بر این است که آب شور و شیرین مایعات مخلوط نشدنی هستند، و مخلوط شدن آنها توسط تجزیه " هیدرودینامیک"^۱ مطرح نشده است (ریلی و گودمن، ۱۹۸۷). در روش هایی که با در نظر گرفتن چگالی سیال و بر اساس انتقال جرم جریان را شبیه سازی می کنند فرض بر این است که آب شور و آب شیرین مایعات مخلوط شدنی هستند. در روش مرز مشخص ضخامت مرز بین آب شور و شیرین منطقه انتقالی در مقایسه با ضخامت آبخوان نسبتاً کوچک است (بیر^۲، ۱۹۷۹). در این تحقیق در هر دو راه حل های نیمه تحلیلی و عددی از فرض مرز مشخص استفاده شده است.

در آبخوان هایی که سفره ی آب شیرین روی سفره ی آب شور قرار گرفته است بین آب شور و شیرین یک لایه اختلاط قرار گرفته است. یک مدل از لایه اختلاط در جریان سه بعدی با حالت پایدار بر اساس رویکرد لایه مرزی بوسیله ی (پاستر^۳، ۲۰۱۰) ارائه شده است.

¹ Hydrodynamic

² Bear

³ Paster