دانشکده علوم

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد در رشته‌ی زمین شناسی- آب‌شناسی

بهینه‌سازی روش پمپاژ و تصفیه برای پاکسازی آب‌های زیرزمینی آلوده به نفت

به کوشش
عبدالصباح شجاعی

استاد راهنما
دکتر نوذر سامانی

بهمن ماه ۱۳۹۰

به نام خدا

اظهارنامه

اینجانب عبدالصباح شجاعی (۸۸۰۴۲۹) دانشجوی کارشناسی ارشد رشته زمین شناسی گرایش آبشناسی دانشکده علوم اظهار می نمایم که این پایان‌نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن ها را نوشته‌ام. همچنین اظهار می نمایم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و متعهد می‌شوم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آئین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: عبدالصباح شجاعی

تاریخ و امضاء: ۱۳۹۱/۲/۳

به نام خدا

بهینه‌سازی روش پمپاژ و تصفیه برای پاکسازی آب‌های زیرزمینی آلوده به نفت

به وسیله‌ی

عبدالصباح شجاعی

پایان‌نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی
از فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته

زمین‌شناسی (گرایش آبشناسی)

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان‌نامه با درجه: عالی

دکتر نوذر سامانی، استاد بخش علوم زمین (استاد راهنما) .....

دکتر عزت الله رئیسی اردکانی، استاد بخش علوم زمین (استاد مشاور) .....

دکتر محمد زارع، دانشیار بخش علوم زمین (استاد مشاور) .....

بهمن ماه ۱۳۹۰

تقدیم به:

پدر بزرگوارم و مادر مهربانم، که نمونه‌های انسانیت، مهربانی، صبر، گذشت و فداکاری هستند و وجودشان تکیه‌گاهی زندگیم و خشنودی‌شان انگیزه اصلی مظن در این راه بوده است.

خواهران مهربان و برادر عزیزم که همواره دوستومشوق من در کلیه مراحل زندگی و تحصیل بوده‌اند و همیشه از کمک‌های بی دریغشان بهره برده‌ام.

سپاسگزاری

"هر کاری با هراس آغاز می‌شود، اگر ترس ادامه داشت با افسوس پایان می‌پذیرد و اگر شجاعت نمایان شد با عشق".

سپاس ایزد منان را که توفیق دانش‌اندوزی و کسب معرفت را به اینجانب عطا فرمود. به مصداق "من لم یشکرالمخلوق من لم یشکرالخالق "، اکنون که این رساله به پایان رسیده است بر خود واجب می‌دانم از عزیزانی که در انجام این تحقیق مرا یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم . در ابتدا از جناب آقای دکترنوذر سامانی استادراهنمای این پایان نامه بخاطر همراهی صمیمانه و راهنمایی های درایتمندانه بینهایت سپاسگزارم. همچنین از اساتید مشاور پایان‌نامه آقایان دکتر عزت‌الله رئیسی اردکانی و دکتر محمد زارع که مشاوره این رساله را پذیرفتند کمال تشکر را دارم.

از همکلاسی ها و دوستان عزیزم آقایان مسلم صادقی،حبیب الله مهدوی کیا،مسلم عدالت معظم،اصغر پورمراد، مهدی همت‌پناه و سرکار خانم‌ها عاطفه اژدری، ستاره ناقلی، فوزیه سدهی و تهمینه مصدق صمیمانه قدردانم.

اینجانب کلیه موفقیت های خود را مدیون دعای خیر پدر و مادرم می دانم و بر خود واجب می‌دانم که از پدر، مادر، خواهران و برادر عزیزم که همواره مشوق اصلی من برای ادامه تحصیل بوده‌اند، صمیمانه تشکر نمایم.

چکیده

بهینه‌سازی روش پمپاژ و تصفیه برای پاکسازی آب‌های زیرزمینی آلوده به نفت

به کوشش
عبدالصباح شجاعی

با توسعه سریع صنایع در دهه های اخیر، مساله آلودگی آب های زیرزمینی از اهمیت ویژه ای برخوردار شده است. و با توجه به محدودیت منابع آب زیرزمینی بخصوص در ایران، باید از منابع آب زیرزمینی محافظت شود . و چنانچه آلودگی در منطقه ای وارد آبخوان شود، باید عملیات پاکسازی جهت جلوگیری از گسترش بیشتر آلودگی به سرعت صورت گیرد. یکی از روش‌های معمول برای پاکسازی آلودگی، روش پمپاژ و تصفیه می باشد. این روش مبتنی بر استخراج آب های زیرزمینی آلوده به سطح زمین و سپس تصفیه آب آلوده می باشد. در این پایان نامه از مدل‌های تلفیقی شبیه‌سازی و بهینه‌سازی برای پاکسازی آلودگی استفاده شده است . برای شبیه-سازی، از نرم‌افزار GMS و بسته‌های نرم‌افزاری MODFLOW، MODPATH و MT3DMS استفاده شد و از نرم افزار MGO برای بهینه‌سازی موقعیت چاه های پمپاژ، دبی چاه های پمپاژ و تعداد چاه های پمپاژ استفاده شد. سپس از مدل های شبیه سازی برای یک آبخوان فرضی استفاده شد . در مرحله بعد یک منبع آلودگی نقطه‌ای فرضی به آبخوان وارد شد و ابر آلودگی ناشی از این منبع بدست آمد . در نهایت سناریوهای مختلف پاکسازی آلودگی مورد بررسی قرار گرفت . نتایج مدل های تلفیقی نشان داد روش پمپاژ و تصفیه در محدوده خاصی از هدایت هیدرولیکی و شیب هیدرولیکی بیشترین کارایی را دارد . همچنین استفاده از روش پمپاژ دینامیک و تصفیه و برگرداندن آب تصفیه شده به آبخوان دو سناریوی بهینه بوده و باعث کاهش حجم پمپاژ و در نتیجه کاهش هزینه‌ها می‌شود.

کلمات کلیدی: بهینه‌سازی، روش پمپاژ و تصفیه، کد MGO

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱- اهمیت و هدف از موضوع مورد مطالعه ۳

۱-۲-مطالعات پیشین ۴

فصل دوم: آلودگی آب‌های زیرزمینی

۲-۱-مقدمه ۸

۲-۲-منابع آلاینده آب زیرزمینی ۹

۲-۲-۱-آلاینده‌های صنعتی ۹

۲-۲-۲-آلاینده‌های کشاورزی ۱۱

۲-۲-۳-آلاینده‌های شهری ۱۱

۲-۲-۴-عوامل متفرقه ۱۲

۲-۳-مکانیسم‌های مؤثر در انتقال آلودگی ۱۲

۲-۳-۱-انتقال یا همرفت ۱۳

۲-۳-۲-پراکنش ۱۳

فصل سوم: انواع روش‌های پاکسازی آلودگی

۳-۱-پاکسازی آلودگی ۱۶

۳-۲-روش پمپاژ و تصفیه ۱۶

۳-۲-۱-مزایا و معایب سیستم پمپاژ و تصفیه ۱۷

۳-۳-روش هوادهی (AS) ۱۸

۳-۳-۱-مزایا و معایب روش هوادهی ۱۹

۳-۴-روش اکسایش شیمیایی ۲۰

۳-۵-تضعیف طبیعی(رقت) ۲۱

عنوان **صفحه**

فصل چهارم: انواع روش‌های بهینه‌سازی

۴-۱-مقدمه ۲۴
۴-۲-بهینه‌سازی در آب‌های زیرزمینی ۲۴
۴-۳-تکنیک‌های بهینه‌سازی ۲۵
۴-۴-تقسیم بندی تکنیک‌های بهینه‌سازی ۲۶
۴-۵-انتخاب روش مناسب بهینه‌سازی مناسب ۲۸
۴-۶-روش الگوریتم ژنتیک ۲۸
۴-۶-۱- تاریخچه الگوریتم ژنتیک ۲۹
۴-۶-۲-عملگرهای الگوریتم ژنتیک ۳۱
۴-۶-۲-۱-عملگر انتخاب ۳۱
۴-۶-۲-۲- عملگر آمیزش یا تلفیق ۳۱
۴-۶-۲-۳- عملگر جهش ۳۳
۴-۶-۳-روند کلی بهینه سازی و حل مسائل در الگوریتم ژنتیک ۳۴
۴-۶-۴- شرط پایان الگوریتم ۳۴
۴-۶-۵-مقایسه الگوریتم ژنتیک و دیگر شیوه‌های مرسوم بهینه سازی ۳۵
۴-۷-شبیه‌سازی حرارتی ۳۵
۴-۸-روش جستجوی تابو(TS) ۳۷

فصل پنجم: معرفی نرم‌افزارهای استفاده شده

۵-۱-مدل آب‌های زیرزمینی ۳۹
۵-۲-معرفی نرم‌افزار GMS ۴۱
۵-۳-ویژگی‌های مدل Modflow ۴۱
۵-۴-مدل MT3DMS ۴۲
۵-۵-مدل MODPATH ۴۴
۵-۶-معرفی نرم افزار MGO ۴۴
۵-۶-۱-خصوصیات کلیدی MGO ۴۵
۵-۶-۲-ساختار کد MGO ۴۶
۵-۷-مدل شبیه‌سازی جریان ۴۷
۵-۸-مدل شبیه‌سازی انتقال آلاینده ۴۷
۵-۹-تابع هدف ۴۸

عنوان **صفحه**

فصل ششم: بهینه‌سازی روش پمپاژ و تصفیه برای پاکسازی آب‌های زیرزمینی آلوده

۶-۱-مقدمه ۵۱
۶-۱-۱- مقایسه مدل عددی و مدل آنالیتیکی ۵۱
۶-۲-مشخصات آبخوان و مدل عددی جریان آب زیرزمینی آبخوان..... ۵۵
۶-۳- مدل آلودگی آبخوان ۵۶
۶-۴- انتخاب فرمول مناسب برای بهینه‌سازی..... ۵۸
۶-۵- محدود کردن آلودگی..... ۵۸
۶-۶-پاکسازی آلودگی ۶۲
۶-۶-۱-پاکسازی آلودگی موجود در منطقه ۶۲
۶-۶-۲-قیدها و شرایط موجود برای پاکسازی..... ۶۲
۶-۶-۳-سناریوی اول: بررسی تاثیر هدایت هیدرولیکی در پاکسازی آلودگی
ایجاد شده در منطقه با مساحت اولیه آلودگی برابر..... ۶۲
۶-۶-۳-۱- زمان پاکسازی آلودگی..... ۶۶
۶-۶-۴-سناریوی دوم: بررسی تاثیر هدایت هیدرولیکی در پاکسازی آلودگی
ایجاد شده در منطقه با مساحت اولیه آلودگی کمتر..... ۶۶
۶-۶-۵-سناریوی سوم: بررسی تاثیر پمپاژ دینامیک در پاکسازی آلودگی
ایجاد شده در منطقه با مساحت اولیه برابر ۷۰
۶-۶-۶-سناریوی چهارم: بررسی اثر شیب هیدرولیکی در پاکسازی آلودگی
ایجاد شده در منطقه ۷۳
۶-۶-۷-سناریوی پنجم: بررسی اثر برگشت آب تصفیه شده به درون آبخوان
در پاکسازی آلودگی ایجاد شده در منطقه..... ۷۷
۶-۶-۸-بررسی موقعیت بهینه چاه‌های پمپاژ ۷۹
۶-۶-۹-تغییرات غلظت در طول دوره پاکسازی..... ۸۰

فصل هفتم: نتایج

۷-۱-نتیجه‌گیری ۸۵

عنوان **صفحه**

فهرست منابع و مأخذ
الف) منابع فارسی ۸۷
ب) منابع انگلیسی ۸۸

پیوست ۹۱

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۱- اصطلاحات بیولوژیکی و مفهوم آنها در عملیات پمپاژ و تصفیه ۳۳
جدول ۶-۱ موقعیت و مکان چاه‌های پمپاژ ۵۹
جدول ۶-۲ مقادیر حجم پمپاژ مورد نیاز برای پاکسازی در مقادیر متفاوت
هدایت هیدرولیکی در سال‌های مختلف ۶۳
جدول ۶-۳ مقادیر پمپاژ در برابر هدایت هیدرولیکی مختلف در سال‌های متفاوت ۶۸
جدول ۶-۴ موقعیت و نرخ چاه‌های پمپاژ ۷۲
جدول ۶-۵ مقادیر حجم پمپاژ در مقادیر هدایت هیدرولیکی مختلف
در سال‌های متفاوت ۷۴
جدول ۶-۶- مقایسه پاکسازی با و بدون برگشت آب تصفیه شده ۷۷

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۱ چگونگی عملیات سیستم پمپاژ و تصفیه ۱۷
شکل ۳-۲ چگونگی عملیات سیستم هوادهی ۱۹
شکل ۳-۳ نحوه عملکرد روش اکسایش شیمیایی ۲۰
شکل ۴-۱ فلوچارت عملکرد کلی الگوریتم ژنتیک ۳۰
شکل ۴-۲ روش تلفیق تک نقطه‌ای ۳۲
شکل ۴-۳ روش ادغام دو نقطه‌ای ۳۲
شکل ۴-۴ روش تلفیق یکنواخت ۳۲
شکل ۴-۵ تاثیز عملگر جهش بر کروموزم ۳۳
شکل ۵-۱ فلوچارت عملکرد کد MGO ۴۶
شکل ۶-۱ مقایسه حل آنالیتیکی سامانی و زارعی با حل عددی
حاصل از نرم‌افزار MODPATH ۵۲
شکل ۶-۲-Type Curveهای طراحی شده آنالیتیکی برای حالت تک چاهی ۵۳
شکل ۶-۳- Type Curveهای ایجاد شده آنالیتیکی در حالت دوچاهی ۵۳
شکل ۶-۴- Type Curveهای ایجاد شده عددی در حالت تک چاهی ۵۴
شکل ۶-۵- Type Curveهای ایجاد شده عددی در حالت دو چاهی ۵۴
شکل ۶-۶ مدل فرضی جریان آب زیرزمینی آبخوان ۵۶
شکل ۶-۷ مدل فرضی آلودگی آبخوان ۵۷
شکل ۶-۸ قسمتی که غلظت آلودگی باید در آن بعد از ۵سال به زیر ۱۰ واحد برسد ۵۹
شکل ۶-۹ گسترش ابر آلودگی بعد از یکسال از شروع مهار آلودگی ۶۰
شکل ۶-۱۰ گسترش ابر آلودگی بعد از پنج سال از شروع مهار آلودگی ۶۱
شکل ۶-۱۱ آرایش چاه‌های پمپاژ در هدایت هیدرولیکی ۸.۶۴ متر مکعب بر روز ۶۳

عنوان **صفحه**

شکل ۶-۱۲ نمودار تغییرات حجم پمپاژ در برابر زمان در هدایت هیدرولیکی ۸.۶۵ متر بر روز ۶۴
شکل ۶-۱۳ نمودار تغییرات حجم پمپاژ در برابر زمان در هدایت هیدرولیکی ۶.۴۸ متر بر روز ۶۴
شکل ۶-۱۴ نمودار تغییرات حجم پمپاژ در برابر زمان در هدایت هیدرولیکی ۴.۳۲ متر بر روز ۶۵
شکل ۶-۱۵ نمودار تغییرات هدایت هیدرولیکی در برابر حجم پمپاژ ۶۵
شکل ۶-۱۶ گسترش ابر آلودگی بعد از ۱۵ سال در هدایت هیدرولیکی ۰.۸۶۴ متر بر روز ۶۷
شکل ۶-۱۷ نمودار تغییرات حجم پمپاژ در برابر زمان در هدایت هیدرولیکی ۰.۸۶۴ ..... ۶۸
شکل ۶-۱۸ نمودار تغییرات حجم پمپاژ در برابر زمان در هدایت هیدرولیکی ۴.۳۲ متر بر روز ۶۹
شکل ۶-۱۹ نمودار تغییرات حجم پمپاژ در برابر زمان در هدایت هیدرولیکی ۸.۶۴ متر بر روز ۶۹
شکل ۶-۲۰ نمودار تغییرات حجم پمپاژ در برابر زمان در هدایت هیدرولیکی ۸.۶۴ متر بر روز با در نظر گرفتن یک Stress Period ۷۱
شکل ۶-۲۱ نمودار تغییرات حجم پمپاژ در برابر زمان در هدایت هیدرولیکی ۸.۶۴ متر بر روز با داشتن دو Stress Period ۷۱
شکل ۶-۲۲ وضعیت ابر آلودگی و چاه‌ها در پایان Stress Period اول ۷۳
شکل ۶-۲۳ نمودار تغییرات حجم پمپاژ در برابر زمان در مقدار شیب هیدرولیکی ۰.۰۱ ..... ۷۴
شکل ۶-۲۴ نمودار تغییرات حجم پمپاژ در برابر زمان در هدایت هیدرولیکی ۰.۰۰۵ ..... ۷۵
شکل ۶-۲۵ نمودار تغییرات حجم پمپاژ در برابر زمان در شیب هیدرولیکی ۰.۰۰۱ ..... ۷۵
شکل ۶-۲۶ نمودار تغییرات حجم پمپاژ در برابر زمان در شیب هیدرولیکی ۰.۰۰۰۵ ..... ۷۶
شکل ۶-۲۷ نمودار تغییرات حجم پمپاژ در برابر شیب هیدرولیکی در هدایت هیدرولیکی ۸.۶۴ متر بر روز ۷۶
شکل ۶-۲۸ موقعیت چاه‌های تزریق در آبخوان ۷۸
شکل ۶-۲۹ نمودار تغییرات نرخ پمپاژ چاه‌ه‌ای مرکزی نسبت به سایر چاه‌ها ۷۹
شکل ۶-۳۰ موقعیت نقاط مشاهده‌ای در آبخوان ۸۰

عنوان **صفحه**

شکل ۶-۳۱ نمودار تغییرات غلظت آلودگی در دوره پاکسازی در نقطه ۱ ..... ۸۱
شکل ۶-۳۲ نمودار تغییرات غلظت آلودگی در دوره پاکسازی در نقطه ۲ ..... ۸۱
شکل ۶-۳۳ نمودار تغییرات غلظت آلودگی در دوره پاکسازی در نقطه ۳ ..... ۸۱
شکل ۶-۳۴ نمودار تغییرات غلظت آلودگی در نقطه ۱ بدون وجود چاه‌های پمپاژ..... ۸۲
شکل ۶-۳۵ نمودار تغییرات غلظت آلودگی در نقطه ۲ بدون وجود چاه‌های پمپاژ..... ۸۳
شکل ۶-۳۶ نمودار تغییرات غلظت آلودگی در نقطه ۳ بدون وجود چاه‌های پمپاژ..... ۸۳

فصل اول

مقدمه

آب‌های زیرزمینی به عنوان یکی از با ارزش ترین منابع آبی در دسترس بشر، از گذشته دور مورد استفاده قرار گرفته اند. امروزه به علت فعالیت های صنعتی، کشاورزی و انسانی بیشتر در معرض آلودگی قرار گرفته‌اند. آلودگی آب‌های زیرزمینی می تواند باعث ایجاد خطر در جامعه و گسترش بیماری ها شود . برخلاف آلودگی آب های سطحی، تشخیص آلودگی در آب های زیرزمینی بسیار دشوار می باشد. لذا تاکید در زمینه تحقیقات آب های زیرزمینی به حل مشکلات ناشی از آلودگی آب‌های زیرزمینی متمایل گردیده است (Todd and Mays, 2005).
بنابراین اعمال کردن سیستم‌های رفع آلودگی از اهمیت زیادی برخوردار می باشند. زیرا مانع از گسترش و پخش آلودگی در محیط می شوند. اولین مرحله در بهینه‌سازی سیستم رفع آلودگی در آب‌های زیرزمینی شناخت خصوصیات و پیش بینی رفتار آتی آبخوان می باشد. در این میان سریعترین و مقرون به صرفه ترین روش، استفاده از مدل های ریاضی می باشد. با توجه به مد ل شبیه‌سازی شده سفره، پیش بینی آتی مسیر حرکت آلاینده ها و غلظت آن ها در نقاط مختلف ممکن خواهد بود . بنابراین با توجه به مسیر حرکت آلاینده ها می توان بهینه ترین سیستم را جهت رفع آلودگی موجود و کنترل آن و جلوگیری از پیشرفت آن در سال های آتی در نقاط مختلف سفره انتخاب کرد.

روش پمپاژ و تصفیه یکی از روش های مهم و رایج جهت رفع آلودگی در آب های زیرزمینی می‌باشد. در این روش آب آلوده به مواد آلی و غیر آلی محلول، به خارج از سفره پمپاژ شده و پس از تصفیه در روی سطح زمین به سفره بازگردانده می شود یا در صنعت استفاده می شود. این روش در صورت عدم مدیریت صحیح بسیار هزینه بر است. بنابراین بهینه‌سازی و اعمال سیاست‌های مدیریتی در آن بسیار پر اهمیت است.

۱-۱- اهمیت و هدف از موضوع مورد مطالعه

آب زیرزمینی یکی از مهم‌ترین منابع تامین آب شیرین مورد نیاز انسان است. آب‌های زیرزمینی بعد از یخچال ها بزرگترین ذخیره آب شیرین را تشکیل می دهند. امروزه بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، برای مصارفی چون کشاورزی، صنعت و شرب توسعه زیادی پیدا کرده است . در مناطق خشک و دور از رودخانه ها و دریاچه های آب شیرین، غالباً تنها را ه تامین آب برای مصارف مختلف، استفاده از آب زیرزمینی می باشد. حتی در نقاطی که آب های سطحی به قدر کافی موجود باشد، با وجود آنکه استخراج آب های زیرزمینی گرانتر از رودخانه‌ها است و نمک - های محلول در آن بطور کلی بیش از رودخانه هاست، به دلایلی مانند عدم وجود باکتری های بیماری‌زا، ثابت بودن دمای آب، ترکیب شیمیایی ثابت آب و... از آب زیرزمینی استفاده می‌شود (صداقت، ۱۳۸۷).

استفاده از آب زیرزمینی در ایران نیز به علت عدم فراوانی منابع آب سطحی، از گذشته مورد توجه بوده است . امروزه نیز بخش مهمی از آب های مورد نیاز، بخصوص در کشاورزی و برای مصارف شهری، از منابع آب زیرزمینی تامین می شود. بنابراین محافظت از آب های زیرزمینی امری ضروری می باشد. از طرفی بـه علت فعالیت های گوناگون صنعتی، کشاورزی و ... آب زیرزمینی بیشتر در معرض آلودگی قرار گرفته است. این مسئله بخصوص در کشور ما که دارای صنایع نفتی می باشد، باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد . زیرا آلودگی در آبخوان های نزدیک به صنایع نفتی مثل پتروشیمی ها، میدان‌های رفتی و حتی پمپ بنزین ها امری اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد. بنابراین چنانچه آبخوان در یک منطقه آلوده گردد بایستی درصدد رفع آلودگی - های موجود به وسیله سیستم های ممکن بود. از آنجایی که اجرای سیستم های اصلاح در آب - های زیرزمینی بسیار پر هزینه است بهینه سازی این س یستم‌ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

بنابراین با توجه به اهمیت حذف آلودگی در آب‌های زیرزمینی و اینکه ممکن است در آینده وضعیت آلودگی در آبخوان یک منطقه آب آن را غیر قابل شرب نماید، هدف اصلی این تحقیق بهینه نمودن روش پمپاژ و تصفیه در آب های زیرزمینی با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک و تاثیر عوامل مختلف هیدرولوژیکی بر روش پمپاژ و تصفیه می‌باشد.

۱-۲-مطالعات پیشین

جواندل در سال ۱۹۸۶ مدلی برای بهینه کردن تعداد چاه های پمپاژ، نرخ پمپاژ و مکان آن‌ها ارائه داد. و از تیوری پتانسیل ترکیبی برای استنتاج معادلات، برای خطوط جریان مجزا در Capture Zoneهای یک، دو یا تعداد بیشتر چاه‌های پمپاژ استفاده کرد. و در نهایت سری‌هایی از Capture Zone Type Curve هایی ارائه داد که به عنوان ابزاری برای طراحی پروژه های پاکسازی می‌توانستند بکار گرفته شوند.

در سال ۱۹۸۸ Satkin و Bedient هفت الگوی متفاوت از چاه‌ها را برای یافتن بهینه‌ترین و مؤثرترین حالت مورد ارزیابی قرار دادند. هفت الگو براساس زمان پاکسازی، حجم آب خروجی و حجم آب تصفیه شونده با یکدیگر مقایسه شدند . برای این کار تحت یک شرایط عمومی هیدروژئولوژیکی مناطق مختلفی مدل شدند. و سپس شرایط هیدرولوژیکی تغییر داده شده‌اند. نتایج حاصل از کار آن ها نشان داد: (۱) انتخاب موقعیت چاه با کمترین زمان پاکسازی باعث کمترین حجم آب برای تصفیه می شود. (۲) زمان پاکسازی با نرخ پمپاژ نسبت عکس دارد . و (۳) با توجه به شرایط مدل هر الگوی چاهی در موقعیت خاصی مؤثرتر و بهتر خواهد بود.

در سال ۱۹۹۵، Ahlfeld و همکاران از آنالیزهای اجرایی و مفهومی سیستم پاکسازی آلودگی برای مدل بهینه‌سازی مهار هیدرولیکی ابر آلودگی استفاده کردند. آنها با استفاده از مدل عناصر محدود، امکان تولید Capture Zone برای به دام انداختن آلودگی و تزریق آب پاکسازی شده را بررسی کردند. و با استفاده از برنامه‌های خطی سعی در حداقل کردن پمپاژ و بهینه کردن هد هیدرولیکی و گرادیان هیدرولیکی داشتند. نتایج نشان داد رویکرد بهینه سازی برای تعیین استراتژی پاکسازی با اعمال شدن همه محدودیت‌ها، مناسب می‌باشد.

در سال ۱۹۹۶، Xiang و همکاران آنالیز بهینه سازی طراحی پمپاژ و تصفیه برای آبخوان آلوده در المیرا، اونتاریو کانادا را انجام دادند . در حقیقت هدف آن ها خارج کردن دو گونه آلاینده آب زیرزمینی یعنی (NDMA[1]) و کلروبنزن[2] برای رسیدن آب به استانداردهای کیفیت بود. نتایج حاصل از کار آن ها نشان داد که عملکرد الگوریتم‌های بهینه‌سازی، بوسیله سطوح پاکسازی تعیین شده و غلظت آلاینده کنترل می‌شود.

در سال ۱۹۹۸ کوروش محمدی، توسعه مدل عددی برای مایعات غیر آب‌دوست در سیستم زیر سطحی غیر اشباع را مورد بررسی قرار داد . و دو مدل برای توضیح جریان آب، NAPL و هوا در مقطع عمودی در نظر گرفت . نتایج نشانگر تصدیق داده های آنالیتیکی و نتایج تجربی بود.

Voudarias در سال ۲۰۰۱ از روش پمپاژ و تصفیه برای پاکسازی زباله های خطرناک

[1] N-nitro Sodi Dethyl Amin
[2] Choloro Benzene