

۱۰۲۴۹۹



دانشگاه گجرات

تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی، گرایش هیدروژئولوژی

عنوان:

بررسی اثرات احداث سد گوهرکوه بر روی آبخوان  
دشت گوهرکوه و مدیریت آبخوان توسط مدل  
ریاضی آب های زیرزمینی

استاد راهنما:

دکتر محسن رضایی

استاد مشاور:

مهندس محمد رضا زارع

۱۳۸۷ / ۱۱ / ۱۸

تحقیق و نگارش:

امین سرگزی

دی ۱۳۸۶

کتابخانه مرکزی  
دانشگاه گجرات

۱۰۲۴۹۹

## بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان بررسی اثرات احداث سد گوهرکوه بر روی آبخوان دشت گوهرکوه و مدیریت آبخوان توسط مدل ریاضی آب های زیرزمینی قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد زمین شناسی گرایش هیدروژئولوژی توسط دانشجو امین سرگزی تحت راهنمایی استاد پایان نامه دکتر محسن رضایی تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

(نام و امضاء دانشجو)

امین سرگزی



این پایان نامه ۸ واحد درسی شناخته می شود؛ و در تاریخ ۱۳۹۸/۰۸/۰۸ توسط هیئت داوران بررسی و نمره ۱۹/۰۸ با درجه ۱/۴ به آن تعلق گرفت.

تاریخ

امضاء

نام و نام خانوادگی



دکتر محسن رضایی

استاد راهنما:

مهندس محمد رضا زارع

استاد مشاور:

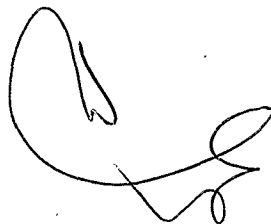
دکتر غلامحسین اکبری

داور ۱:

دکتر علی اصغر مریدی

داور ۲:

۸۵/۱۰/۰۵



نماینده تحصیلات تکمیلی: مهندس محمد مهرا



دانشگاه بلوچستان

### تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب امین سرگزی تأیید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است؛ و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است؛ مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان‌نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: امین سرگزی

امضاء

تقدیم به:

# پدر دلسوز و مادر مهربانم

## سپاسگزاری

سپاس خداوندی را که انسان را آفرید؛ و آموختن را در او به ودیعه نهاد.

در ابتدا بر خود لازم می دانم؛ که از استاد راهنمای محترم، جناب آقای دکتر محسن رضایی، که راهنمایی های بی دریغشان موجب غنای علمی پایان نامه گردید؛ و همچنین از استاد مشاور محترم، جناب آقای مهندس محمد رضا زارع، که با مشاوره های راهگشایشان یاری دهنده ی بنده بودند؛ کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

از اساتید بزرگوار، آقایان دکتر غلامحسین اکبری و دکتر علی اصغر مریدی، جهت تقبل داوری پایان نامه سپاسگزارم. از همکاری صمیمانه ی مدیر گروه محترم و نماینده ی تحصیلات تکمیلی، جناب آقای مهندس مهران، کارشناسان گروه زمین شناسی، سرکار خانم بصیرانی و سرکار خانم یعقوبی و کارشناسان سازمان آب منطقه ای، سازمان زمین شناسی و سازمان تحقیقات هواشناسی استان سیستان و بلوچستان بسیار متشکرم. در پایان از دوستان عزیزم، آقایان محسن بمانی، اسحاق بندانی، مرتضی سالاری، مهدی سالاری و سایر دوستانی که به هر نحو ممکن به بنده یاری رساندند؛ قدردانی می نمایم.

## چکیده

در این پایان نامه، جریان آب زیرزمینی در دشت گوهرکوه در جنوب غرب زاهدان مدل سازی شده است. می توان شرایط پیچیده ی سیستم را با مدل سازی ساده سازیم. مدل های آب زیرزمینی به سه گروه عمده تقسیم می شوند؛ که عبارتند از: مدل های فیزیکی، مدل های ریاضی و مدل های هیبرید که ترکیبی از مدل های ریاضی و فیزیکی می باشند. جهت ساخت مدل آبخوان دشت گوهرکوه از نرم افزار مدل سازی ریاضی Visual Modflow 4.2 Premium استفاده شد؛ که نسخه ی پیشرفته ای از نرم افزار Visual Modflow است؛ و دارای قابلیت های بسیاری است.

جهت ساخت مدل آبخوان، شناسایی منطقه از نظر جغرافیایی، هواشناسی، ژئومورفولوژی و زمین شناسی می تواند؛ بسیار مفید باشد. دشت گوهر کوه در استان سیستان و بلوچستان، ۶۰ درجه و ۱۱ دقیقه تا ۶۱ درجه ی شرقی و ۲۸ درجه و ۷ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۴۵ دقیقه ی شمالی، در ۱۷۰ کیلومتری جنوب غرب زاهدان واقع است. حوضه آبریز گوهرکوه از شرق به حوضه ی آبریز لادیز و خاش، از غرب به کویر لوت، از شمال به حوضه ی آبریز کورین و شورو و از جنوب به حوضه ی آبریز آبخوان محدود می گردد. حوضه آبریز گوهرکوه بر اساس روش دومارتن در اقلیم خشک و بیابانی و با روش آمبرژه در اقلیم خشک معتدل قرار می گیرد. حداقل هفت واحد ژئومورفولوژی در منطقه وجود دارد؛ که عبارتند از: مناطق مرتفع (High land)، کوهپایه ها (Piedmont)، سنگفرش بیابانی (Sandy desert)، بهادا (Bahada)، نهشته های بادرفتی (Aeolian deposits)، پای دشت (Pediment) و دریاچه کویری (Playa lake). گدازه ها و نفوذی های آذرین بخشی از سازندهای مربوط به ترشیر را در حوضه آبریز پوشانده است. گسلها عموماً در سه امتداد تشکیل شده اند: شمال- جنوب، شمال غرب- جنوب شرق و شمال شرق- جنوب غرب. رسوبات آبرفتی دشت گوهرکوه گسترش و ضخامت متغیری دارند. باتوجه به لاگ های حفاری ضخامت آبخوان در شمال دشت ۸۹ متر، در جنوب آبخوان ۹۶ متر، در شرق آبخوان ۶۰ متر و در مرکز دشت ۷۵ متر می باشد. آبخوان دشت گوهرکوه نیز از نوع آزاد است. میزان قابلیت انتقال از  $3614/11 \text{ m}^2/\text{day}$  در بخشهای شمالی تا  $4230/14 \text{ m}^2/\text{day}$  در بخشهای جنوبی متغیر است. حداکثر ضریب ذخیره ۰/۱۷ مربوط به نواحی مرکزی دشت و حداقل آن ۰/۱۲ مربوط به نواحی شرقی اندازه گیری گردیده است.

جهت ساخت مدل آبخوان دشت گوهرکوه از لاگ های حفاری، آماربرداری از منابع آبی، داده های پیرومتری و نتایج آزمایشات پمپاژ، استفاده شده است. مدل جریان، جهت محاسبه ی تغییرات سطح آب در آینده، تهیه و استفاده شد. به علت نوسانات کمتر در تراز آب زیرزمینی، بهمن ماه ۱۳۸۱ به عنوان شرایط پایدار مورد واسنجی قرار گرفت؛ سپس از اسفند ۱۳۸۱ تا اسفند ۱۳۸۲ واسنجی برای شرایط ناپایدار صورت گرفت. درانتها نیز آنالیز حساسیت و صحت سنجی (برای اسفند ۱۳۸۲ لغایت اسفند ۱۳۸۳) بر روی مدل اعمال گردید.

پس از اتمام ساخت مدل برای آبخوان دشت گوهرکوه، استراتژی های مدیریتی مختلفی بر روی آبخوان دشت گوهرکوه اعمال گردید؛ از جمله، اجرای مدل با اعمال مدیریت جهت جلوگیری از افزایش بهره برداری و حفر چاه های غیر مجاز، اجرای مدل با روند کنونی افزایش حجم بهره برداری بوسیله ی چاه های غیر مجاز، اجرای مدل با روند کنونی افزایش حجم بهره برداری بوسیله ی چاه های غیر مجاز و شرایط ترسالی و در نهایت اثرات احداث سد گوهرکوه بر روی آبخوان دشت گوهرکوه مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج نشان می دهند؛ که این آبخوان از یک بیلان منفی برخوردار بوده و بیشترین میزان افت در بخشهای شرقی آبخوان اتفاق افتاده است. نفوذپذیری رسوبات نیز از شمال به جنوب دشت افزایش می یابد. بخش های شمالی آبخوان (مجاور چاه مشاهده ای P9) به عنوان بهترین محل جهت اجرای طرح تغذیه ی مصنوعی انتخاب شد. درکل واکنش آبخوان نسبت به استرس های اعمال شده مثبت بوده و موجب کاهش و یا افزایش شدید در ارتفاع سطح ایستابی نمی شود. حفر چند حلقه چاه اکتشافی در بخش های مختلف آبخوان و انجام یک سری آزمایشات پمپاژ جدید جهت بررسی خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوان، کاهش برداشت در ماه های کم بارش، به خصوص از بخش شرقی آبخوان، حفر چند حلقه چاه مشاهده ای در بخش های جنوبی آبخوان جهت بررسی نوسانات سطح ایستابی و آمار برداری ماهانه از چاه های بهره برداری در شناخت بهتر آبخوان مفید واقع خواهد شد.

کلمات کلیدی: گوهرکوه- مدل ریاضی- آبخوان- واسنجی- Modflow



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: کلیات .....
۲	۱-۱- مقدمه .....
۲	۲-۱- ضرورت طرح مسئله و اهمیت آن .....
۳	۳-۱- اهداف تحقیق .....
۳	۴-۱- روش تحقیق .....
۳	۱-۴-۱- جمع آوری، تکمیل و بهینه سازی داده ها و مدلسازی .....
۴	۲-۴-۱- استفاده از مدل در پیش بینی و اعمال استراتژی های مدیریتی در محدوده ی مورد مطالعه .....
۵	فصل دوم: تئوری مدل های شبیه سازی جریان آب زیرزمینی .....
۶	۱-۲- مقدمه .....
۶	۲-۲- انواع مدل های آبهای زیرزمینی .....
۷	۱-۲-۲- مدل های فیزیکی .....
۷	۲-۲-۲- مدل های کامپیوتری هیبرید .....
۷	۳-۲-۲- مدل های ریاضی .....
۸	۱-۳-۲-۲- مدل های ریاضی عددی .....
۹	الف- روش اجزاء محدود (Finite element method) .....
۱۰	ب- روش تفاضل محدود (Finite difference method) .....
۱۱	۳-۲- فرمول بندی تفاضل محدود .....
۱۱	بسط سری تیلور .....

۱۳	۴-۲- روشهای فرمول بندی تفاضل محدود
۱۳	۴-۲-۱- روش صریح (Explicit method)
۱۳	الف-روش پیشرو نسبت به زمان و تفاضل مرکزی نسبت به مکان
۱۴	ب-روش ریچاردسون (Richardson method)
۱۴	پ-روش دو فوریت- فرانکل (Dufort-Frankel method)
۱۴	۴-۲- روش ضمنی (Implicit method)
۱۵	الف-روش کرانک-نیکولسون (Crank-Nicolson method)
۱۵	ب-فرمول بندی $\beta$ (Beta- Formulation)
۱۶	۴-۳- روش ترکیب ضمنی- صریح
۱۶	الف- روش ADI (Alternative Directed Implicit method)
۱۷	ب- روش SIP (Strongly Implicit procedure method)
۱۷	۲-۵- خطاهای احتمالاتی در روش حل تفاضلات محدود
۱۷	۲-۵-۱- خطاهای محاسباتی
۲۰	۲-۵-۲- خطای پایداری
۲۱	۲-۵-۳- خطای تقارب
۲۱	۲-۶- شرایط حل معادلات دیفرانسیل جزئی در آب زیرزمینی
۲۱	۲-۶-۱- شرایط مرزی (Boundary Condition)
۲۲	الف-شرایط مرزی نوع اول یا دریشه (Dirichlet B.C.)
۲۲	ب-شرایط مرزی نوع دوم یا نیومن (Neuman B.C.)
۲۲	پ-شرایط مرزی نوع سوم یا مختلط (Mixed B.C.)
۲۳	۲-۶-۲- شرایط اولیه
۲۳	۲-۷- ویژگیهای مدل Modflow

عنوان	صفحه
۸-۲- طراحی شبکه	۲۴
۹-۲- بسته های نرم افزار Modflow	۲۵
۹-۲-۱- بسته چاه (Well package)	۲۵
۹-۲-۲- بسته تغذیه (Recharge package)	۲۶
۹-۲-۳- بسته زهکش (Drain package)	۲۷
۹-۲-۴- بسته تبخیر و تعرق (Evapotranspiration package)	۲۸
۹-۲-۵- بسته شرایط مرزی عمومی (General Head Boundary package)	۲۸
۹-۲-۶- بسته رود (River package)	۲۹
۱۰-۲- مروری بر تاریخچه مدل‌های عددی و معرفی چند کد کامپیوتری	۳۱
۱۱-۲- خلاصه مطالب این فصل	۳۳
فصل سوم: موقعیت جغرافیایی، زمین شناسی و هیدرولوژی منطقه	۳۴
۱-۳- مقدمه	۳۵
۲-۳- موقعیت جغرافیایی	۳۵
۳-۳- ژئومورفولوژی عمومی منطقه	۳۶
۱-۳-۳- اراضی مرتفع و کوهها (High land)	۳۷
۲-۳-۳- کوهپایه ها (Piedmont)	۳۷
۳-۳-۳- سنگفرش بیابانی (Sandy desert)	۳۸
۴-۳-۳- بهادا (Bahada)	۳۹
۵-۳-۳- نهشته های بادرفتی (Aeolian Deposites)	۳۹
۶-۳-۳- پای دشت (Pediment plain)	۳۹
۷-۳-۳- دریاچه کویری (Playa Lake)	۴۰
۴-۳- زمین شناسی منطقه	۴۰

۴۲	۱-۴-۳- شرح واحدهای سنگی
۴۳	۱-۱-۴-۳- آمیزه رنگین (CM)
۴۳	۲-۱-۴-۳- رسوبات آهکی (EL)
۴۴	۳-۱-۴-۳- رسوبات فلیشی
۴۵	۴-۱-۴-۳- رسوبات آبرفتی
۴۶	۲-۴-۳- زمین ساخت
۴۸	۵-۳- مطالعات هواشناسی
۴۸	۱-۵-۳- دمای هوا
۵۰	۲-۵-۳- بارندگی
۵۲	۳-۵-۳- تبخیر
۵۴	۴-۵-۳- رطوبت نسبی
۵۵	۵-۵-۳- باد
۵۷	۱-۵-۵-۳- حداکثر سرعت باد لحظه ای
۵۸	۲-۵-۵-۳- سرعت متوسط
۵۹	۶-۵-۳- اقلیم شناسی حوضه ی آبریز گوهرکوه
۵۹	۱-۶-۵-۳- سیستم طبقه بندی دومارتن
۶۱	۲-۶-۵-۳- سیستم طبقه بندی آمبرژه
۶۲	فصل چهارم: هیدروژئولوژی منطقه
۶۳	۱-۴- مقدمه
۶۳	۲-۴- حدود گسترش و نوع آبخوان
۶۳	۳-۴- جنس و توپوگرافی سنگ کف
۶۴	۴-۴- بررسی های اکتشافی

عنوان	صفحه
۱-۴-۴- حفاری های اکتشافی .....	۶۴
۲-۴-۴- مطالعات ژئوفیزیکی .....	۶۵
۵-۴- ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان .....	۶۶
۶-۴- منابع آب زیر زمینی .....	۶۶
۱-۶-۴- چاه های بهره برداری .....	۶۶
۲-۶-۴- قنات ها .....	۶۷
۷-۴- نقشه ی تراز و جهت جریان آب زیرزمینی .....	۶۷
۸-۴- نقشه ی هم عمق سطح آب زیر زمینی .....	۶۹
۹-۴- هیدروگراف واحد دشت .....	۷۱
۱۰-۴- هیدروگراف پیزومترها .....	۷۳
۱۱-۴- بیان منابع آب دشت گوهرکوه .....	۸۲
<b>فصل پنجم: طراحی و اجرای مدل</b> .....	<b>۸۵</b>
۱-۵- مقدمه .....	۸۶
۲-۵- تعیین اهداف ساخت مدل آب زیر زمینی آبخوان دشت گوهرکوه .....	۸۶
۳-۵- جمع آوری داده ها و اطلاعات لازم .....	۸۶
۴-۵- تهیه ی مدل مفهومی آبخوان دشت گوهرکوه .....	۸۷
۵-۵- انتخاب مدل عددی .....	۸۸
الف- بسته ی نرم افزاری جریان در روش مرکز سلولی (Block center flow (BCF) package) ...	۸۹
ب- بسته ی نرم افزاری کنترل خروجی (Out put Control (OC) package) .....	۸۹
۶-۵- آماده سازی مدل منطقه ی مورد مطالعه .....	۹۰
۱-۶-۵- طراحی شبکه .....	۹۰
۲-۶-۵- ورود اطلاعات و آمار به مدل .....	۹۱

۹۱.....	۱-۲-۶-۵- توپوگرافی سطح آبخوان
۹۲.....	۲-۲-۶-۵- توپوگرافی سنگ کف
۹۳.....	۳-۲-۶-۵- چاه های بهره برداری
۹۴.....	۴-۲-۶-۵- قنوات
۹۴.....	۵-۲-۶-۵- چاه های مشاهده ای
۹۵.....	۶-۲-۶-۵- تغذیه
۹۵.....	۱-۶-۲-۶-۵- تغذیه ناشی از ریزش های جوی
۹۶.....	۲-۶-۲-۶-۵- تغذیه ناشی از آب برگشتی از چاه های بهره برداری و قنوات
۹۶.....	۷-۲-۶-۵- شرایط مرزی
۹۷.....	۸-۲-۶-۵- ضرایب هیدرودینامیکی
۹۸.....	۹-۲-۶-۵- شرایط اولیه ی بار آبی
۹۸.....	۳-۶-۵- انتخاب استرس پرپود وپله ی زمانی
۹۸.....	۷-۵- واسنجی مدل
۹۹.....	۱-۷-۵- واسنجی مدل در حالت پایدار
۱۰۲.....	۲-۷-۵- واسنجی مدل در حالت ناپایدار
۱۱۷.....	۸-۵- تحلیل حساسیت
۱۱۸.....	۹-۵- صحت سنجی
۱۲۷.....	۱۰-۵- محدودیت مدل
۱۲۷.....	۱-۱۰-۵- کیفیت وکمیت داده ها
۱۲۷.....	۲-۱۰-۵- فرضیات و ساده نگری های مورد استفاده در توسعه ی مدل ریاضی ومفهومی
۱۲۷.....	۳-۱۰-۵- مقیاس کاربرد مدل
۱۲۹.....	فصل ششم: پیش بینی ومدیریت آبخوان

۱-۶-۱- مقدمه .....	۱۳۰
۲-۶-۲- استفاده ی مدیریتی از مدل .....	۱۳۰
۶-۲-۱- مدیریت آب های زیر زمینی با استفاده از مدل های شبیه سازی .....	۱۳۱
۶-۲-۲- مدیریت آب های زیرزمینی با استفاده از مدل های شبیه سازی - بهینه سازی .....	۱۳۱
۶-۲-۱- مدیریت هیدرولیکی .....	۱۳۱
۶-۲-۲- مدیریت سیاستگذاری و برنامه ریزی بهره برداری .....	۱۳۱
۶-۳-۱- استراتژی های مدیریتی .....	۱۳۲
۶-۳-۱- اجرای مدل با اعمال مدیریت جهت جلوگیری از افزایش بهره برداری و حفر چاه های غیر مجاز .....	۱۳۲
۶-۳-۲- اجرای مدل با روند کنونی افزایش حجم بهره برداری بوسیله ی چاه های غیر مجاز .....	۱۳۳
۶-۳-۳- اجرای مدل با روند کنونی افزایش حجم بهره برداری بوسیله ی چاه های غیر مجاز	
و شرایط ترسالی .....	۱۳۴
۶-۳-۴- بررسی اثرات احداث سد گوهرکوه، بر روی آبخوان دشت گوهر کوه .....	۱۳۵
۶-۳-۱- اجرای مدل با روند کنونی افزایش حجم بهره برداری بوسیله ی چاه های غیر مجاز	
و شرایط تغذیه بدون سد .....	۱۳۶
۶-۳-۲- اجرای مدل با روند کنونی افزایش حجم بهره برداری بوسیله ی چاه های غیر مجاز	
و شرایط تغذیه با سد .....	۱۳۸
۶-۳-۳- اجرای مدل با روند کنونی افزایش حجم بهره برداری بوسیله ی چاه های غیر مجاز	
و شرایط تغذیه بدون سد و ترسالی .....	۱۴۰
۶-۳-۴- اجرای مدل با روند کنونی افزایش حجم بهره برداری بوسیله ی چاه های غیر مجاز	
و شرایط تغذیه با سد و ترسالی .....	۱۴۰
فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهادات .....	۱۴۲
۱-۷-۱- نتیجه گیری .....	۱۴۲

صفحه	عنوان
۱۴۶.....	۲-۷-پیشنهادات .....
۱۴۷.....	مراجع .....
۱۵۰.....	پیوست ها .....
۱۵۱.....	پیوست(الف): مشخصات چاه های بهره برداری دشت گوهرکوه .....
۱۵۳.....	پیوست (ب):مشخصات قنوات دشت گوهرکوه .....
۱۵۴.....	پیوست (ج): مشخصات چاه های مشاهده ای دشت گوهرکوه .....



## فهرست جدول ها

عنوان جدول	صفحه
جدول ۱-۳. آمار بلندمدت دمای ایستگاه سینوپتیک خاش	۴۹
جدول ۲-۳. آمار بلندمدت بارندگی ایستگاه سینوپتیک خاش	۵۱
جدول ۳-۳. آمار بلندمدت تبخیر ایستگاه سینوپتیک خاش	۵۳
جدول ۴-۳. رطوبت نسبی برآورد شده برای منطقه ی گوهرکوه	۵۵
جدول ۵-۳. مشخصات آماری ماهانه ی بادهای ثبت شده در ایستگاه سینوپتیک خاش	۵۶
جدول ۶-۳. مشخصات آماری سالانه ی (۱۹۸۶-۱۹۹۹) باد در ایستگاه سینوپتیک خاش	۵۷
جدول ۷-۳. خلاصه ی حداکثر سرعت باد لحظه ای در ایستگاه سینوپتیک خاش	۵۷
جدول ۸-۳. مقادیر میانگین ماهانه سرعت در ارتفاع ۲متری در ایستگاه سینوپتیک خاش	۵۸
جدول ۱-۴. نتایج محاسبات بیلان آبی آبخوان دشت گوهرکوه	۸۳
جدول ۱-۵. درصد خطای محاسباتی در طی دوره ی واسنجی ناپایدار	۱۱۷
جدول ۲-۵. درصد خطای محاسباتی در طی دوره ی صحت سنجی	۱۱۸
جدول ۱-۶. متوسط آبدهی ماهانه ی محل ساختگاه گوهرکوه	۱۳۷

## فهرست شکل ها

صفحه	عنوان شکل
۱۰	شکل ۱-۲ . شبکه بندی قسمتی از سفره جهت حل تفاضل محدود
۱۳	شکل ۲-۲ . شبکه ی نقاط فرمول بندی صریح
۱۵	شکل ۳-۲ . شبکه ی نقاط فرمول بندی ضمنی
۲۴	شکل ۴-۲ . شبکه بندی سفره در روش تفاضل محدود
۲۵	شکل ۵-۲ . شبکه بندی سفره در دو حالت
۲۷	شکل ۶-۲ . شبکه ی زهکش در برنامه ی Mod flow
۲۹	شکل ۷-۲ . نمایش شرایط مرزی عمومی در نرم افزار Mod flow
۳۰	شکل ۸-۲ . قابلیت هدایت مواد کف رودخانه
۳۶	شکل ۱-۳ . موقعیت حوضه ی آبریز گوهرکوه
۴۲	شکل ۲-۳ . نقشه ی زمین شناسی منطقه ی گوهرکوه
۶۴	شکل ۱-۴ . توپوگرافی سنگ کف
۶۵	شکل ۲-۴ . لاگ های حفاری
۶۷	شکل ۳-۴ . موقعیت چاه های اکتشافی، چاه های بهره برداری وقنوات در منطقه
۶۸	شکل ۴-۴ . نقشه ی تراز آب زیر زمینی دشت گوهرکوه در خردادماه سال ۱۳۸۵ (ماه حداقل)
۶۹	شکل ۵-۴ . نقشه ی تراز آب زیر زمینی دشت گوهرکوه در شهریورماه سال ۱۳۸۱ (ماه حداکثر)
۷۰	شکل ۶-۴ . نقشه ی هم عمق آب زیر زمینی دشت گوهرکوه در خردادماه سال ۱۳۸۵ (ماه حداقل)
۷۰	شکل ۷-۴ . نقشه ی هم عمق آب زیر زمینی دشت گوهرکوه در شهریورماه سال ۱۳۸۵ (ماه حداکثر)
۷۲	شکل ۴-۸-الف . محدوده ی مدل سازی
۷۲	شکل ۴-۸-ب . شبکه ی تیسین

شکل ۵-۱. شبکه ی مدل	۹۱
شکل ۵-۲. توپوگرافی سطح آبخوان	۹۲
شکل ۵-۳. توپوگرافی سنگ کف	۹۲
شکل ۵-۴. موقعیت چاه های بهره برداری در محیط مدل	۹۳
شکل ۵-۵. موقعیت چاه های مشاهده ای در محیط مدل	۹۵
شکل ۵-۶. نقشه ی تغذیه به آبخوان	۹۶
شکل ۵-۷الف. مرز درحالت پایدار	۹۷
شکل ۵-۷ب. مرز درحالت ناپایدار	۹۷
شکل ۵-۸. نقشه ی هدایت هیدرولیکی بهینه شده	۹۹
شکل ۵-۹. نیمرخ طولی آبخوان	۱۰۰
شکل ۵-۱۰. نیمرخ عرضی آبخوان	۱۰۰
شکل ۵-۱۱. محل نیمرخ های طولی و عرضی در نقشه ی منطقه	۱۰۱
شکل ۵-۱۲. مقایسه ی منحنی تراز مشاهده ای و محاسبه ای توسط مدل درحالت واسنجی پایدار	۱۰۱
شکل ۵-۱۳. نقشه ی آبدهی ویژه ی بهینه شده	۱۰۲
شکل ۶-۱. مقایسه ی منحنی تراز بهمن ۸۴ و بهمن ۸۹ درحالت اجرای مدل با اعمال مدیریت جهت جلوگیری از افزایش بهره برداری و حفر چاه های غیر مجاز	۱۳۳
شکل ۶-۲. مقایسه ی منحنی تراز بهمن ۸۴ و بهمن ۸۹ درحالت اجرای مدل با روند کنونی	
افزایش حجم بهره برداری بوسیله ی چاه های غیر مجاز	۱۳۴
شکل ۶-۳. مقایسه ی منحنی تراز بهمن ۸۴ و بهمن ۸۹ درحالت اجرای مدل با روند کنونی	
افزایش حجم بهره برداری بوسیله ی چاه های غیر مجاز و شرایط ترسالی	۱۳۵
شکل ۶-۴. محل مناسب جهت تغذیه ی مصنوعی	۱۳۶

- شکل ۶-۵. مقایسه ی منحنی تراز بهمن ۸۴ و بهمن ۸۹ درحالت اجرای مدل با روند کنونی  
 افزایش حجم بهره برداری بوسیله ی چاه های غیر مجاز و شرایط تغذیه بدون سد.....۱۳۷
- شکل ۶-۶. نقشه ی هم عمق و تراز آبی بهمن ۸۹ درحالت اجرای مدل با روند کنونی  
 افزایش حجم بهره برداری بوسیله ی چاه های غیر مجاز و شرایط تغذیه بدون سد.....۱۳۸
- شکل ۶-۷. منحنی های تراز آبی بهمن ۸۴ و بهمن ۸۹ درحالت اجرای مدل با روند کنونی  
 افزایش حجم بهره برداری بوسیله ی چاه های غیر مجاز و شرایط تغذیه با سد.....۱۳۹
- شکل ۶-۸. نقشه ی هم عمق و تراز آبی بهمن ۸۹ درحالت اجرای مدل با روند کنونی  
 افزایش حجم بهره برداری بوسیله ی چاه های غیر مجاز و شرایط تغذیه با سد.....۱۳۹
- شکل ۶-۹. منحنی های تراز آبی بهمن ۸۴ و بهمن ۸۹ درحالت اجرای مدل با روند کنونی  
 افزایش حجم بهره برداری بوسیله ی چاه های غیر مجاز و شرایط تغذیه بدون سد و ترسالی.....۱۴۰
- شکل ۶-۱۰. منحنی های تراز آبی بهمن ۸۴ و بهمن ۸۹ درحالت اجرای مدل با روند کنونی  
 افزایش حجم بهره برداری بوسیله ی چاه های غیر مجاز و شرایط تغذیه با سد و ترسالی.....۱۴۱