

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایاننامه کارشناسی ارشد رشته زمین شناسی گرایش مهندسی

**کاربرد GIS در ارزیابی ژئوتکنیکی ساختگاه سدهای زیرزمینی و مکانیابی
(مطالعه موردی منطقه ماستبندی واقع در شمال شرق اصفهان)**

استاد راهنما:

دکتر رسول اجل لوئیان

استاد مشاور:

مهندس کورش شیرانی

پژوهشگر:

عزت صفاری

مهر ماه ۱۳۹۰

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع
این پایان نامه متعلق به دانشگاه اصفهان است.



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زمین شناسی گرایش مهندسی خانم

عزت صفاری

تحت عنوان

کاربرد GIS در ارزیابی ژئوتکنیکی ساختگاه سدهای زیرزمینی و مکانیابی

(مطالعه موردی منطقه ماستبندی واقع در شمال شرق اصفهان)

در تاریخ ۱۳۹۷/۰۷/۰۹ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه به تصویب نهایی رسید.

با مرتبه علمی دانشیار امضا

دکتر رسول اجل لوئیان

۱- استاد راهنمای پایان نامه

با مرتبه علمی مربی امضا

مهندس کورش شیرانی

۲- استاد مشاور پایان نامه

با مرتبه علمی امضا

دکتر فرضی پور

۳- استاد داور داخل گروه

با مرتبه علمی امضا

دکتر رهگذر

۴- استاد داور خارج از گروه

امضای مدیر گروه

کشف و قدردانی

«ملیحة العلم حياة القلوب ونور البصار من العمی وقلة بدان من الضعف»

به راستی که دانش، مایه حیات دل‌ها، روشن‌کننده دیدگان کور و نیروبخش بدن‌های ناتوان است

«علی علیه السلام»

به نام خداوندی که فرصت شناخت آیتی از آقیا نوس بیکرانش را به من ارزانی داشت. اکنون که به یاری خداوند بزرگ و با اعطای نعمت حیات و عنایت او توفیق انجام این تحقیق را یافتیم، بر خود لازم می‌دانم از زحمات همه دوستان عزیزم که مراد انجام این مهم یاری نموده اند صمیمانه قدردانی کنم.

در ابتدا از اساتید محترم ره‌نما و مشاور؛ جناب آقای دکتر اجل لویان و جناب آقای دکتر شیرانی برای کمک های ارزنده و بی‌دریغشان کمال تشکر دارم. از اساتید گرامی جناب آقای دکتر صفایی، دکتر قاضی فرد و دکتر کی زاده به خاطر همکاری های صمیمانه شان تشکر می‌کنم. از مساعدت و همراهی مدیریت محترم گروه، جناب آقای دکتر طباطبائی‌نیش و جناب آقایان؛ مهندس عصام پورو آروین و سرکار خانم؛ احمدی، ساکتی و شاپیری صمیمانه تشکر می‌کنم. از آقایان مهندس؛ ره‌نما و امینی زاده و همچنین تمامی همکارانی که عزیز و گرامی بوشه آقای مصلحی و محمدی و خانم حسینی که بنده را در انجام امور پایان نامه یاری نمودند سپاسگزارم.

سلامت و سعادت روز افزون این عزیزان را از درگاه خداوند منان خواستارم.

تقديم به

خانوادہی صبور و

مہربانم

چکیده

سده‌ای زیرزمینی سازه‌هایی هستند که جریان طبیعی آبهای زیرزمینی را مسدود نموده و سبب ایجاد ذخایر آبی در زیر زمین می‌گردند. این سدها از فنآوری های سازگار با طبیعت بوده که در مدیریت منابع آب، بویژه جلوگیری از خروج بدون استفاده‌ی آبهای زیرزمینی قابل مصرف بسیار کار آمد میباشند. از مسائل مهم و قابل بررسی در مورد این سدها تعیین مناطق مستعد جهت احداث میباشد و عدم وجود مطالعات دقیق برای انتخاب محل احداث منجر به عدم کارایی بهینه سد زیرزمینی میگردد. در این تحقیق منطقه خشک و نیمه خشک اردستان واقع در شمال شرق اصفهان جهت تعیین مکانهای مناسب برای احداث سدهای زیرزمینی با توجه به بررسی معیارهای زمین شناسی مهندسی مطالعه گردیده است. بدین منظور ویژگیهای زمین شناسی، توپوگرافی، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی منطقه مورد بررسی قرار گرفته و لایه‌های اطلاعاتی شامل شیب، سطح آب زیرزمینی، ضخامت آبرفت، نفوذپذیری پی سنگ و فاصله از گسلها و آبراهه-ها تهیه شده است. در نهایت با تلفیق این لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS نقشه نهایی مکانهای مناسب جهت احداث سد زیرزمینی در محدوده مورد مطالعه ارائه گردیده است. نتایج حاصله گزینشهای مناسبی را در دامنهها و مخروط افکنه‌های مجاور ارتفاعات واقع در قسمتهای غربی و شمال شرقی برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ اردستان جهت احداث سد زیرزمینی معرفی می‌نماید. انجام بازدیدهای میدانی و در نظر گرفتن عوامل دیگری نظیر نیاز آبی منطقه، تاثیرات اجتماعی و زیست محیطی در تصمیم گیری نهایی اهمیت زیادی دارد. گزینه ماستبندی واقع در ۱۵ کیلومتری جنوب غرب اردستان یکی از مناطق پیشنهادی در نقشه نهایی میباشد که مطالعات فاز تکمیلی آن توسط مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی در حال انجام میباشد.

لذا خصوصیات زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیکی آبرفتهای مخزن این سد زیرزمینی با استفاده از نتایج حاصل از گمانه‌های اکتشافی، مشاهدات صحرائی، آزمونهای برجا و مطالعات آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج بدست آمده از آزمایشات نشان میدهد این آبرفتها از نوع خاک دانهای متراکم و غیر یکنواخت با خاصیت غیر خمیری میباشد. وضعیت ساختاری و بافت ذرات خاک نسبت به همدیگر و عدم وجود ریزدانه رس باعث افزایش تخلخل موثر در نهشته‌های موجود شده است. نتایج آزمون لوفران تاییدی بر این مطلب بوده و این رسوبات از نظر نفوذپذیری در ردهی خاکهای با نفوذپذیری متوسط تا زیاد قرار میگیرند. بررسی پارامترهای مکانیکی نشان میدهد این رسوبات در رده متراکم تا بسیار متراکم با دانسیته نسبی بالا قرار میگیرند همچنین این خاک تقریباً فاقد چسبندگی بوده و اصطکاک بین دانه‌های خاک تنها پارامتر مقاومتی میباشد.

کلمات کلیدی: سد زیرزمینی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، آبرفت، نفوذپذیری

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: کلیات
۱ - ۱	۱ - مقدمه.....
۳ - ۲	۲ - موقعیت جغرافیایی منطقه.....
۶ - ۳	۳ - اهداف تحقیق.....
۶ - ۴	۴ - ضرورت انجام تحقیق.....
۷ - ۵	۵ - روش و یا مرحله‌های تحقیق.....
۷ - ۶	۶ - ساختار پایان نامه.....
	فصل دوم: مبانی سدهای زیرزمینی
۹ - ۱	۱ - مقدمه.....
۱۰ - ۲	۲ - تعریف سد زیرزمینی.....
۱۰ - ۳	۳ - انواع سدهای زیرزمینی و اهمیت آنها.....
۱۱ - ۱	۱ - ۳ - ۱ - سدهای زیرزمینی.....
۱۱ - ۲	۲ - ۳ - ۱ - ۱ - سدهای زیرزمینی هم سطح.....
۱۲ - ۳	۳ - ۳ - ۱ - ۲ - سدهای زیرزمینی غیر هم سطح (عمقی).....
۱۲ - ۳	۳ - ۳ - ۱ - ۳ - سدهای زیرزمینی طبیعی.....
۱۳ - ۲	۲ - ۳ - ۲ - سدهای ذخیره ماسه‌های.....
۱۴ - ۲	۲ - ۴ - کاربرد سدهای زیرزمینی.....
۱۶ - ۲	۲ - ۵ - رابطه‌ی سدهای زیرزمینی و تغذیه مصنوعی.....
۱۶ - ۲	۲ - ۶ - محاسن و معایب سدهای زیرزمینی.....
۱۶ - ۲	۲ - ۶ - ۱ - محاسن سدهای زیرزمینی.....
۱۸ - ۲	۲ - ۶ - ۲ - معایب سدهای زیرزمینی.....
۱۸ - ۲	۲ - ۷ - طراحی و ساخت سدهای زیرزمینی.....

عنوان	صفحه
۱-۷-۲ مکانیابی	۱۸
۲-۷-۲ ساخت سدهای زیرزمینی	۲۰
۸-۲ اجزای سد زیرزمینی	۲۲
۱-۸-۲ بدنه سد	۲۲
۲-۸-۲ تاسیسات بهره‌برداری آب	۲۶
۱-۲-۸-۲ استخراج آب در سدهای زیرسطحی	۲۶
۲-۲-۸-۲ استخراج آب در سدهای شنی	۲۷
۳-۸-۲ سرریز و امکانات تخلیه	۲۸
۴-۸-۲ تاسیسات بازدید و کنترل	۲۸
۹-۲ مسائل مشترک انواع سدهای زیرزمینی	۲۹
۱-۹-۲ شالوده‌ی سنگ بستر	۲۹
۲-۹-۲ آبگیری مخزن	۲۹
۳-۹-۲ اثرات زیست محیطی سدهای زیرزمینی	۲۹
۱۰-۲ مطالعات احداث سدهای زیرزمینی	۳۰
۱-۱۰-۲ مطالعات مقدماتی	۳۰
۲-۱۰-۲ مطالعات تکمیلی	۳۱
۱۱-۲ تاریخچه موضوع	۳۲
۱۲-۲ مطالعات انجام شده قبلی	۴۰

فصل سوم: زمین شناسی عمومی منطقه

۱-۳ مقدمه	۴۲
۲-۳ جایگاه زمین شناختی و ساختمانی منطقه مورد مطالعه	۴۲
۱-۲-۳ زون ایران مرکزی	۴۴
۲-۲-۳ زیر زون ارومیه- دختر	۴۵
۳-۳ زمین شناسی عمومی	۴۵

صفحه	عنوان
۴۶.....	۳-۳-۱- پالئوزوئیک
۴۶.....	۳-۳-۲- مزوزوئیک
۴۸.....	۳-۳-۳- سنوزوئیک
۵۰.....	۳-۴- زمین ساخت منطقه
۵۱.....	۳-۵- گسلهای اصلی منطقه
۵۲.....	۳-۶- زمین شناسی محدوده مورد مطالعه
۵۲.....	۳-۶-۱- واحدهای چینهای ائوسن
۵۶.....	۳-۶-۲- واحدهای کواترنری
۵۷.....	۳-۷- زمین ساخت منطقه مورد مطالعه
۵۸.....	۳-۸- لرزهخیزی منطقه
۵۸.....	۳-۸-۱- شناسایی و تعیین سرچشمه های لرزهزا
۶۰.....	۳-۸-۲- روش تحلیلی یا تعینی
۶۱.....	۳-۸-۳- روش آماری یا احتمالی
فصل چهارم: متدولوژی تحقیق و مکانیابی سدهای زیرزمینی	
۶۲.....	۴-۱- مقدمه
۶۲.....	۴-۱- مطالعات مقدماتی
۶۳.....	۴-۲-۱- تهیه لایه‌های اطلاعاتی جهت مکانیابی سدهای زیرزمینی
۶۳.....	۴-۲-۲- داده‌های ژئوتکنیکی
۶۳.....	۴-۳- کاوشهای صحرایی
۶۳.....	۴-۳-۱- روش مشاهداتی
۶۴.....	۴-۳-۲- کاوشهای ژئوفیزیکی
۶۴.....	۴-۳-۲-۱- اصول روش مقاومت سنجی
۶۴.....	۴-۳-۲-۲- آرایش شلومبرگر
۶۵.....	۴-۳-۳- حفر گمانه‌ها و چاهکهای دستی

عنوان	صفحه
۴-۳-۴-آزمونهای برجا	۶۵
۴-۳-۴-۱-آزمون نفوذ استاندارد	۶۵
۴-۳-۴-۲-آزمون تعیین دانسیته در محل	۶۵
۴-۳-۴-۳-آزمون نفوذپذیری (لوفران).....	۶۶
۴-۳-۴-۴-برداشت سطح آب.....	۶۷
۴-۴-آزمونهای آزمایشگاهی	۶۸
۴-۴-۱-آزمون تعیین رطوبت نسبی	۶۸
۴-۴-۲-آزمون دانهبندی.....	۶۸
۴-۴-۳-آزمون تعیین نفوذپذیری.....	۶۹
۴-۴-۴-آزمون برش مستقیم.....	۷۰
۴-۵-نرم افزارهای مورد استفاده	۷۰
۴-۶-مکانیابی سدهای زیرزمینی	۷۱
۴-۶-۱-شاخصهای زمین شناسی	۷۱
۴-۶-۱-۱-ژئومورفولوژی	۷۱
۴-۶-۱-۲-سنگ شناسی	۷۶
۴-۶-۱-۳-زمین شناسی مهندسی.....	۷۹
۴-۶-۱-۴-تکتونیک	۸۰
۴-۶-۲-شاخصهای هیدروژئولوژی	۸۱
۴-۶-۲-۱-مشخصه‌های سفره آب	۸۱
۴-۶-۲-۲-ضخامت آبرفت.....	۸۲
۴-۶-۲-۳-فرسایشپذیری سنگهای منطقه مورد مطالعه	۸۴
۴-۶-۳-شاخصهای هیدرولوژیکی.....	۸۶
۴-۶-۳-۱-لایه شبکه آبراهه‌های سطحی.....	۸۷
۴-۶-۳-۲-لایه تراز آب زیرزمینی	۸۸

عنوان	صفحه
۴-۶-۴ سایر عوامل موثر در مکانیابی	۹۰
۴-۶-۴-۱ عامل اقتصادی- اجتماعی	۹۰
۴-۶-۴-۲ عامل زیست محیطی	۹۰
۴-۶-۴-۳ نیاز آبی منطقه	۹۰
۴-۶-۴-۴ هیدروشیمی	۹۱

فصل پنجم: تجزیه و تحلیل نتایج مکانیابی و بررسی خصوصیات ژئوتکنیکی گزینه انتخابی

۵-۱-۱ مقدمه	۹۲
۵-۲-۲ نتایج مکانیابی	۹۳
۵-۲-۱-۱ شیب زمین در مناطق مورد مطالعه	۹۳
۵-۲-۲-۲ ضخامت آبرفت	۹۴
۵-۲-۳-۳ محدوده پادگانه‌های آبرفتی قدیمی	۹۶
۵-۲-۴-۴ عمق آب زیرزمینی	۹۷
۵-۲-۵-۵ فاصله از آبراهها	۹۸
۵-۲-۶-۶ نفوذپذیری پی و تکیهگاهها	۹۹
۵-۲-۷-۷ فاصله از گسلها	۱۰۱
۵-۲-۸-۸ تلفیق لایه‌های اطلاعاتی	۱۰۳
۵-۳-۳ تعیین محل محور پیشنهادی سد زیرزمینی	۱۰۶
۵-۴-۴ مطالعات ژئوالکترونیک	۱۰۷
۵-۴-۱-۱ مقاومت ویژه الکتریکی لایهها	۱۰۷
۵-۴-۲-۲ مقاطع ژئوالکترونیک	۱۱۲
۵-۴-۳-۳ شبه مقاطع ژئوالکترونیک	۱۱۳
۵-۴-۴-۴ نقشه هم ضخامت آبرفت	۱۱۵
۵-۵-۵ سطح آب زیرزمینی	۱۱۶
۵-۶-۶ زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک	۱۱۷

عنوان	صفحه
۵-۶-۱- خصوصیات ژئوتکنیک آبرفتهای مخزن	۱۱۸.....
۵-۶-۱-۱- وضعیت دانهبندی آبرفتهای مخزن	۱۱۹.....
۵-۶-۱-۲- نفوذپذیری آبرفتهای مخزن	۱۲۹.....
۵-۶-۱-۳- وزن مخصوص آبرفتهای مخزن سد.....	۱۳۲.....
۵-۶-۱-۴- نتایج سایر آزمونها	۱۳۳.....
۵-۶-۲- تعیین مقاومت و تراکم مواد پوششی.....	۱۳۶.....
۵-۶-۲-۱- آزمون نفوذ استاندارد.....	۱۳۶.....
۵-۶-۲-۲- آزمون برش مستقیم.....	۱۳۸.....
۵-۷-۷- توده سنگ	۱۳۹.....
۵-۷-۱- بررسی وضعیت سنگ بستر در محل محور سد زیرزمینی	۱۳۹.....
۵-۷-۲- مطالعه درزهها.....	۱۴۰.....
۵-۷-۲-۱- وضعیت درزهها در تکیهگاه راست.....	۱۴۰.....
۵-۷-۲-۲- وضعیت درزهها در تکیهگاه چپ.....	۱۴۱.....
۵-۷-۳- گسلهای ساختگاه	۱۴۲.....
۵-۷-۳-۱- بررسی گسل واقع در تکیهگاه چپ محور سد زیرزمینی (F5)	۱۴۳.....
۵-۷-۴- طبقه‌بندی توده سنگهای موجود در تکیهگاهها به روش GSI	۱۴۴.....
۵-۸- نتیجه‌گیری	۱۴۵.....

فصل ششم: نتایج و پیشنهادات

۶-۱- نتایج.....	۱۴۷.....
۶-۲- پیشنهادات.....	۱۵۰.....
منابع و ماخذ.....	۱۵۲.....

فهرست شکلها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی.....	۴
شکل ۱-۲- طرح عمومی از سد زیرزمینی هم سطح.....	۱۲
شکل ۲-۲- سد زیرزمینی عمقی.....	۱۲
شکل ۲-۳- سد زیرزمینی طبیعی.....	۱۳
شکل ۲-۴- سد زیرزمینی ذخیره ماسهای.....	۱۴
شکل ۲-۵- نقش سدهای زیرزمینی در جلوگیری از خروج آب.....	۱۵
شکل ۲-۶- حفر ترانشه و ایجاد دیوار نفوذ ناپذیر.....	۲۱
شکل ۲-۷- انواع رایج بدنه سد زیرسطحی.....	۲۵
شکل ۲-۸- انواع رایج بدنه سد شنی.....	۲۶
شکل ۲-۹- استخراج آب از سد زیرسطحی.....	۲۷
شکل ۲-۱۰- استخراج آب در سدهای شنی.....	۲۸
شکل ۲-۱۱- نقاطی از جهان که سد زیرزمینی در آنجا احداث شده.....	۳۳
شکل ۲-۱۲- طرحی از قنات عمومی وزوان.....	۳۶
شکل ۲-۱۳- مقطع عرضی سد زیرزمینی کوهزر دامغان.....	۳۸
شکل ۲-۱۴- کاهش میزان خروجی آب درسد زیرزمینی تومبو با گذشت زمان.....	۴۰
شکل ۳-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در نقشه زمین ساخت ایران.....	۴۳
شکل ۳-۲- نقشه زمین شناسی منطقه.....	۴۷
شکل ۳-۳- نقشه واحدهای زمین شناسی حوضه بالا دست سد زیرزمینی.....	۵۳
شکل ۳-۴- رخنمون توفهای ماسهای و برشی در تکیهگاه چپ سد.....	۵۴
شکل ۳-۵- رخنمون آندزیت‌های قرمز در منطقه.....	۵۵
شکل ۳-۶- پیروکلاستیکهای موجود در منطقه.....	۵۶
شکل ۳-۷- نهشته‌های بستر آبراهه،.....	۵۷
شکل ۳-۸- تصویر پردازش شده داده‌های TM محدودده مورد مطالعه.....	۵۹

عنوان	صفحه
شکل ۴-۱- آرایش الکترودها در روش شولومبرگر.....	۶۴
شکل ۴-۲- تعیین وزن مخصوص در محل به روش مخروط ماسه.....	۶۶
شکل ۴-۳- برداشت سطح آب گمانه ها توسط سونداژ الکتریکی.....	۶۸
شکل ۴-۴- شرایط نرمال توپوگرافی جهت اجرای سد زیر سطحی.....	۷۲
شکل ۴-۵- لایه توپوگرافی درونیابی شده.....	۷۳
شکل ۴-۶- لایه DEM منطقه مورد مطالعه.....	۷۴
شکل ۴-۷- لایه شیب منطقه مورد مطالعه.....	۷۵
شکل ۴-۸- لایه حد کوه و دشت منطقه مورد مطالعه.....	۷۶
شکل ۴-۹- لایه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه.....	۷۸
شکل ۴-۱۰- لایه نفوذپذیری منطقه مورد مطالعه.....	۷۹
شکل ۴-۱۱- گسلهای موجود در منطقه مورد مطالعه.....	۸۱
شکل ۴-۱۲- لایه هم ضخامت آبرفت.....	۸۴
شکل ۴-۱۳- لایه فرسایش پذیری منطقه مورد مطالعه.....	۸۶
شکل ۴-۱۴- شبکه آبراهه‌های سطحی.....	۸۸
شکل ۴-۱۵- لایه هم عمق آب زیرزمینی.....	۸۹
شکل ۵-۱- رده‌بندی شیب منطقه مورد مطالعه.....	۹۴
شکل ۵-۲- پهنه‌بندی ضخامت آبرفت.....	۹۵
شکل ۵-۳- لایه جدا کننده پادگانه‌های قدیمی و جدید.....	۹۶
شکل ۵-۴- رده بندی عمق آب زیرزمینی.....	۹۸
شکل ۵-۵- فاصله از آبراهه.....	۹۹
شکل ۵-۶- رده بندی نفوذپذیری سنگ بستر و تکیه‌گاهها.....	۱۰۱
شکل ۵-۷- فاصله از گسلها.....	۱۰۲
شکل ۵-۸- روند تحقیق مکانیابی سدهای زیرزمینی.....	۱۰۳
شکل ۵-۹- مناطق مناسب پیشنهادی.....	۱۰۵

عنوان

صفحه

- شکل ۵- ۱۰- نقشه موقعیت سونداژهای الکتریکی محدوده سد زیرزمینی ۱۰۸
- شکل ۵- ۱۱- نقشه هم مقاومت با خط جریان ۴ متر ۱۰۸
- شکل ۵- ۱۲- نقشه هم مقاومت با خط جریان ۹ متر ۱۱۰
- شکل ۵- ۱۳- نقشه هم مقاومت با خط جریان ۲۰ متر ۱۱۰
- شکل ۵- ۱۴- نقشه هم مقاومت با خط جریان ۳۰ متر ۱۱۱
- شکل ۵- ۱۵- تصویر کلی از لایه‌های تشکیل دهنده در محل محور ۱۱۳
- شکل ۵- ۱۶- شبه مقطع ژئوالکتریک پروفیل A ۱۱۴
- شکل ۵- ۱۷- شبه مقطع ژئوالکتریک پروفیل B ۱۱۴
- شکل ۵- ۱۸- شبه مقطع ژئوالکتریک پروفیل C ۱۱۴
- شکل ۵- ۱۹- شبه مقطع ژئوالکتریک پروفیل D ۱۱۵
- شکل ۵- ۲۰- نقشه هم ضخامت آبرفت ۱۱۵
- شکل ۵- ۲۱- نمایی از رسوبات مخزن سد ۱۱۸
- شکل ۵- ۲۲- موقعیت نقاط نمونه برداری شده از سطح مخزن ۱۲۳
- شکل ۵- ۲۳- نتایج آزمون دانپندی در نمونه‌های سطحی (درصد ریز دانه) ۱۲۳
- شکل ۵- ۲۴- نتایج آزمون دانپندی در نمونه‌های سطحی (درصد ماسه) ۱۲۴
- شکل ۵- ۲۵- نتایج آزمون دانپندی در نمونه‌های سطحی (درصد گراول) ۱۲۵
- شکل ۵- ۲۶- موقعیت گمانه‌ها ۱۲۸
- شکل ۵- ۲۷- بلوک دیاگرام وضعیت دانپندی ۱۲۹
- شکل ۵- ۲۸- نقشه نفوذپذیری آبرفتهای سطح مخزن ۱۳۲
- شکل ۵- ۲۹- مقاطع نازک آبرفتهای مورد مطالعه ۱۳۳
- شکل ۵- ۳۰- وضعیت نسبت پوکی طبیعی در چاهکها مخزن ۱۳۵
- شکل ۵- ۳۱- پوکی حداکثر در آبرفتهای سطح مخزن ۱۳۵
- شکل ۵- ۳۲- پوکی حداقل در آبرفتهای سطح مخزن ۱۳۶
- شکل ۵- ۳۳- نمودار رزدیگرام درزه‌های واقع در تکیه‌گاه راست ۱۴۱

صفحه

عنوان

شکل ۵- ۳۴- نمودار رزدياگرام درزههای واقع در تکیهگاه چپ ۱۴۲

شکل ۵- ۳۵- تصویر ماهوارهای حوضه بالا دست سد زیرزمینی ۱۴۳

فهرست جدولها

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱- بیشینه شتاب افقی ناشی از فعالیت دوباره تعدادی از گسلها	۶۰.....
جدول ۴-۱- میزان فرسایشپذیری در سنگهای مختلف	۸۵.....
جدول ۵-۱- نفوذپذیری سنگها و تودههای سنگی	۱۰۰.....
جدول ۵-۲- ارزشهای تعیین شده برای لایهها	۱۰۴.....
جدول ۵-۳- سطح آب اندازگیری شده در محل بر حسب متر	۱۱۶.....
جدول ۵-۴- نتایج آزمون دانهبندی در چاهک A	۱۱۹.....
جدول ۵-۵- نتایج آزمون دانهبندی در چاهک B	۱۲۰.....
جدول ۵-۶- نتایج آزمون دانهبندی در چاهک C	۱۲۱.....
جدول ۵-۷- نتایج آزمون دانهبندی خاک در گمانهها	۱۲۷.....
جدول ۵-۸- مقادیر ضریب نفوذپذیری به دست آمده در آزمون صحرایی	۱۳۰.....
جدول ۵-۹- دامنه ضریب نفوذپذیری خاکهای مختلف	۱۳۰.....
جدول ۵-۱۰- مقادیر ضریب نفوذپذیری آزمایشگاهی در چاهکها	۱۳۱.....
جدول ۵-۱۱- وزن مخصوص خاکهای مورد مطالعه	۱۳۲.....
جدول ۵-۱۲- سایر خصوصیات فیزیکی نمونهها	۱۳۴.....
جدول ۵-۱۳- نتایج آزمایش SPT	۱۳۷.....
جدول ۵-۱۴- رابطه بین تعداد ضربات SPT و خصوصیات خاک	۱۳۸.....
جدول ۵-۱۵- نتایج آزمایش برش مستقیم	۱۳۸.....
جدول ۵-۱۶- ارتباط بین مقدار عددی RQD و کیفیت توده سنگ	۱۳۹.....
جدول ۵-۱۷- وضعیت ناپیوستگیها در تکیهگاه راست	۱۴۰.....
جدول ۵-۱۸- وضعیت ناپیوستگیها در تکیهگاه چپ	۱۴۱.....
جدول ۵-۱۹- سیستم طبقه‌بندی GSI	۱۴۴.....

فهرست نمودارها

عنوان	صفحه
نمودار ۳-۱- احتمال رویداد زمینلرزه بر حسب بزرگای سطحی	۶۱
نمودار ۵-۱- وضعیت دانه‌بندی در عمق‌های مختلف (چاهک A)	۱۲۰
نمودار ۵-۲- وضعیت دانه‌بندی در عمق‌های مختلف (چاهک B)	۱۲۱
نمودار ۵-۳- وضعیت دانه‌بندی در عمق‌های مختلف (چاهک C)	۱۲۲
نمودار ۵-۴- دانه‌بندی ترکیبی از عمق ۰-۲ متر	۱۲۶
نمودار ۵-۵- دانه‌بندی ترکیبی از عمق ۲-۴ متر	۱۲۶
نمودار ۵-۶- دانه‌بندی ترکیبی از عمق ۴-۶ متر	۱۲۶
نمودار ۵-۷- دانه‌بندی ترکیبی از عمق ۶-۸ متر	۱۲۶

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

بسیاری از کشورهای در حال توسعه، از جمله کشور ما در مناطقی که بارندگی به صورت فصلی و غیر قابل پیش‌بینی است، واقع شده‌اند. در این کشورها تهیه آب تا حد زیادی از طریق ذخیره کردن آن در فصل پر باران برای فصل‌های کم باران و در سالهای مرطوب برای سالهای خشک انجام می‌شود. یکی از راههای برطرف کردن کمبودهای فصلی آب، استفاده از آب‌های زیرزمینی است. امروزه بهره‌گیری از این منابع، برای مصارفی چون کشاورزی، صنعتی و خصوصا شرب توسعه زیادی پیدا کرده است. در مناطق خشک و دور از رودخانهها و دریاچههای آب شیرین، غالبا تنها راه تامین آب برای مصارف مختلف استفاده از منابع آب زیرزمینی است. استفاده از آبهای زیرزمینی حتی در مناطقی که آبهای سطحی به قدر کافی موجود باشند ممکن است ترجیح داده شود. چون آبهای زیرزمینی دارای کیفیت مناسبتری از جمله موارد ذکر شده در زیر میباشند. آبهای زیرزمینی دارای ترکیب شیمیایی ثابت، عاری از جانداران بیماریزا، بی رنگ و فاقد مواد تیره رنگ هستند، دمای نسبتا ثابت دارند، کمتر تحت تاثیر آلودگیهای زیستی و مواد رادیواکتیو قرار میگیرند و در مناطقی که آبهای سطحی وجود ندارند قابل دسترس هستند. همچنین آبهای زیرزمینی غالبا تحت تاثیر خشکسالیهای