

Site Investigation Course-1397
Kariminasab

بسمه تعالی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده فنی و مهندسی

بخش مهندسی معدن

بررسی ساختگاهی

ترم اول ۱۳۹۷

(۴)

سعید کریمی نسب

Site Investigation Course-1397
Kariminasab

بررسی عوامل موثر در انتخاب ساختگاه
و نوع سدها

بررسی عوامل موثر در انتخاب ساختگاه و نوع سدها

موفقیت یک سد در درجه اول به انتخاب صحیح ساخت گاه آن بستگی دارد.

انتخاب محل سد باید با در نظر گرفتن تأمین پایداری بدنه و مخزن و نیز آب بندی محدوده احداث سد صورت گیرد.

بررسی عوامل موثر در انتخاب ساختگاه و نوع سدها

شرایط توپوگرافی، ساختارهای زمین شناسی (امتداد لایه ها، شیب لایه ها، چین خوردگی) و وضعیت حوضه آبریز مهمترین عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد می باشند.

انتخاب نوع سد نیز با توجه به شکل دره و استقامت زمین معمولاً طوری صورت می گیرد که بیشترین سازگاری را با محیط اطراف خود به وجود می آورد.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

موفقیت یک سد در درجه اول به انتخاب صحیح ساخت گاه آن بستگی دارد.
در انتخاب محل یک سد لازم است که دو شاخص اصلی در نظر گرفته شود:

۱– تأمین پایداری بدنه و مخزن

۲– آ ببندی محدوده احداث سد.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

عوامل متعددی در انتخاب ساخت گاه یک سد مؤثر می باشند که مهمترین آنها عبارتند از:

- شرایط توپوگرافی،
- ساختارهای زمین شناسی و
- وضعیت حوضه آبریز

تأثیر هر کدام از این عوامل در انتخاب ساخت گاه سد به شرح زیر می باشد:

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

الف) شرایط توپوگرافی

ناهمواری های سطح زمین و مورفولوژی آن معمولاً توسط نقشه های توپوگرافی نشان داده می شوند. بهترین موقعیت برای احداث سد معمولاً جایی انتخاب می شود که یک دره تنگ به وسیله یک دره باز در سمت بالادست دنبال شود.

دره تنگ معرف استقامت بالای سنگ می باشد که در مقابل جریان آب رودخانه مقاومت بیشتری را نشان داده و دره باز محل مناسبی جهت مخزن می باشد که ظرفیت ذخیرهسازی آب را بالا می برد.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

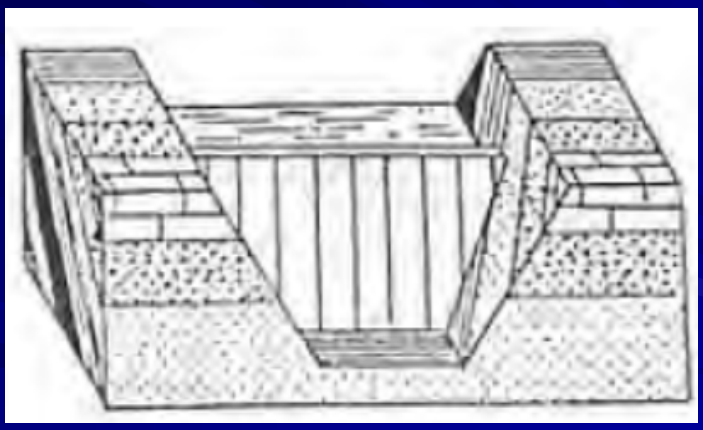
- **ب) ساختار زمین شناسی**
- ساختار زمین شناسی یک محل به وسیله عواملی همچون امتداد و شیب لایه ها، ساختما نهای چین خورده،
- گسلها و درز ه ها کنترل می شود که به شرح زیر مورد بررسی قرار می گیرند:

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

- **امتداد لایه ها**
  - در محل هایی که لایه بندی سنگ مشخص باشد بهتر است محل احداث سد جایی انتخاب شود که محور سد
  - موازی با امتداد لایه ها و یا دارای زاویه کمتری با امتداد لایه ها باشد.

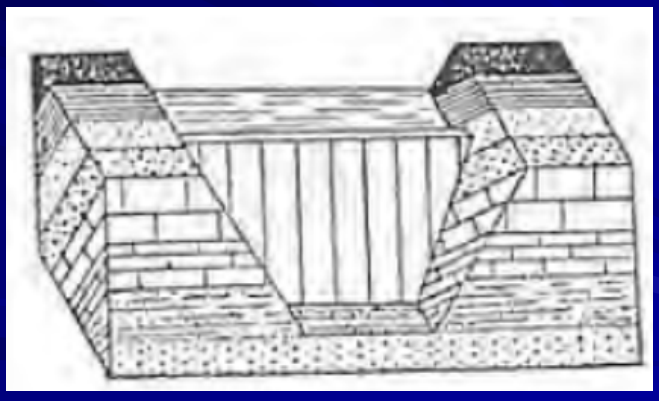
عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

- الف



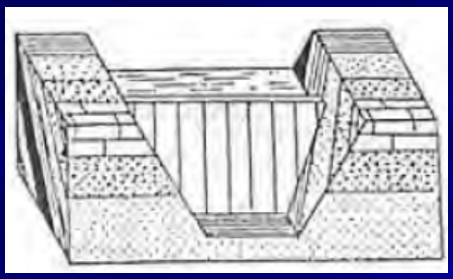
عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

- ب



عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

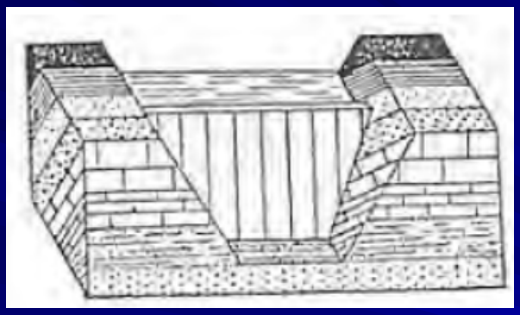
- الف



- در شکل (الف) محور سد عمود بر امتداد لایه هاست

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

- ب



- شکل (ب) محور سد موازی با امتداد لایه ها می باشد بنابراین شرایط بهتری را برای انتخاب به وجود می آورد.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

- علت این انتخاب را می توان در موارد زیر توجیه کرد:
- الف) در صورتی که محور سد دارای زاویه کمتری با امتداد لایه ها باشد امکان دور ماندن از نقاط ضعف بیشتر است.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

نقاط ضعف مورد بحث را می توان به شرح زیر بیان داشت:

– لایه های سنگی سست و ضعیف مانند سنگهای شیلی و مارنی

– لایه های سنگی دربر گیرنده حفرات و دیگر پدیده های کارستی حاصل از انحلال توده سنگ

– لایه های سنگی کاملاً خرد شده و یا کاملاً هوا زده شده.

– گسلها و مناطق گسله که عموماً با خردشدگی و شکستگی های زیاد همراه می باشد.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

- ب) در صورتی که محور سد موازی با امتداد لایه ها باشد سنگهایی با شرایط و خصوصیات یکسان در محدوده تکیه گاهها و پی سد قرار می گیرند.
- بنابراین سنگها رفتار مشابهی در طول محل بار گذاری خواهند داشت و پایداری سد بیشتر خواهد بود.
- در چنین شرایطی طراحی سد نیز ساده تر خواهد بود.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

- ج) در صورتی که محور سد موازی با امتداد لایه ها باشد امکان فرار آب کمتر است.
- دلیل آن به این صورت است که لایه ها در جهت عمود بر مسیر جریان آب قرار داشته و نفوذ پذیری در آن جهت کاهش می یابد.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

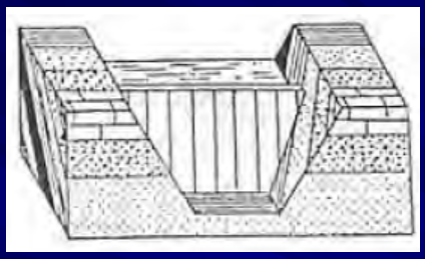
- شیب لایه ها
- به طور کلی بهتر است محل احداث سد جایی انتخاب شود که جهت شیب لایه ها به سمت بالا دست باشد یا به
- عبارت دیگر جهت شیب لایه ها در جهت عکس جریان آب باشد.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

- شیب لایه ها
- به طور کلی بهتر است محل احداث سد جایی انتخاب شود که جهت شیب لایه ها به سمت بالا دست باشد یا به
- عبارت دیگر جهت شیب لایه ها در جهت عکس جریان آب باشد.

Site Investigation Course-1397
Kariminasab

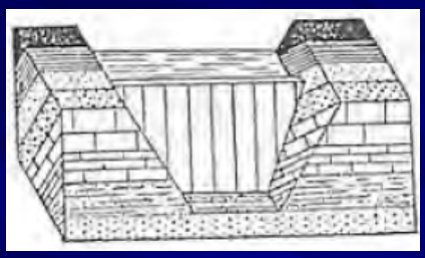
عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد



- شکل (ج)

- در این شکل ساختگاه سدی را نشان می دهد که جهت شیب لایه ها در آن به سمت پائین دست است.
- در حالی که جهت شیب لایه ها در شکل (۳ ب) به سمت بالا دست است.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد



- شکل (د)

- در این شکل ساختگاه سدی را نشان می دهد که در جهت شیب لایه ها به سمت بالا دست است.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

- از آنجا که معمولاً تراوش آب در جهت سطوح لایه بندی صورت می گیرد بنابراین در صورتی که جهت شیب سطوح لایه بندی به سمت بالا دست باشد امکان فرار آب کمتر است و محل احداث سد از شرایط آب بندی بهتری برخوردار می باشد.

- همچنین پایداری پی و تکیه گاههای سد بیشتر است زیرا که قسمت اعظم بارهای وارده بر سطوح لایه بندی به سمت بالادست منتقل می شود.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

- در صورتی که شیب لایه ها به سمت پائین دست باشد امکان فرار آب بیشتر و ناپایداری سطوح لایه بندی بیشتر خواهد بود و در نهایت پایداری بدنه سد نیز در معرض خطر قرار می گیرد.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

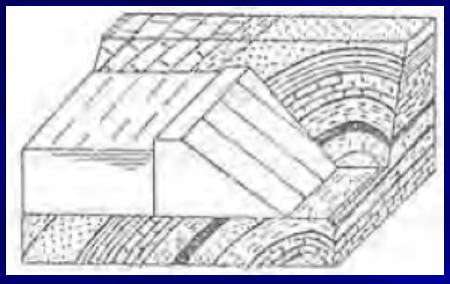
- **چین خوردگی**

ساختمان های چین خورده در انتخاب محل احداث یک سد نقش دارند.

بهتر است محل احداث سد جایی انتخاب شود که محور سد موازی با محور چین باشد و ساختمان چین خورده از نوع طاقدیس باشد.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

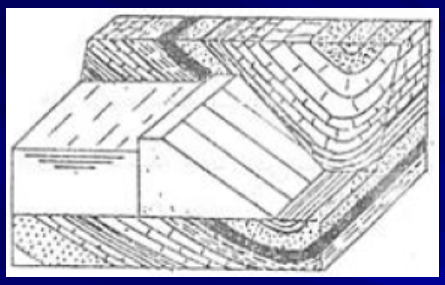
شکل (۵)



به ترتیب ساخت گاه سد را در محل یک طاقدیس نشان می دهد.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

شکل (و)



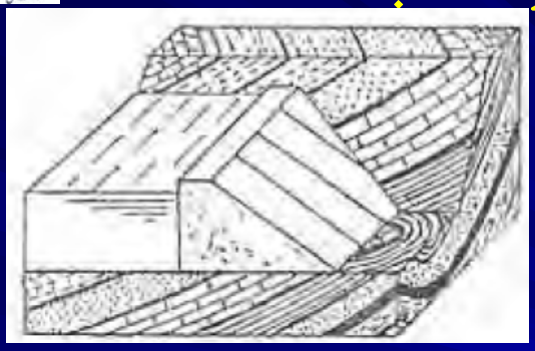
ساخت گاه سد را در محل یک ناودیس نشان می دهد.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

- در صورتی که محور سد عمود بر محور طاقدیس و یا ناودیس باشد لازم است که جهت شیب لایه ها در محل
- احداث سد در نظر گرفته شود.

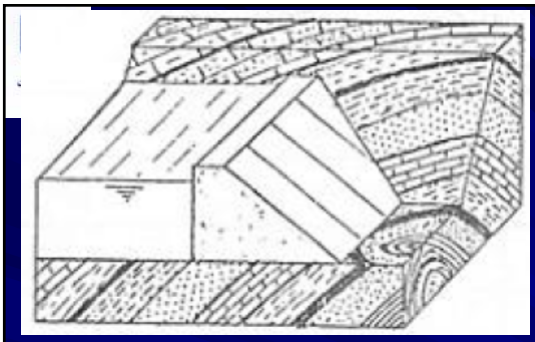
عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

- شکل (ز)



موقعیت یک سد در دماغه یک ناودیس را که جهت پلانج (زاویه میل) آن به سمت پائین دست است را نشان می دهد.

جهت شیب لایه ها به سمت بالادست است.



- شکل (ح)

- ساخت گاه یک سد در دماغه یک طاقدیس را که جهت پلانج (زاویه میل) آن به سمت بالا دست است را نشان می دهد.
- جهت شیب لایه ها به سمت بالادست است.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

- اگر سنگ های تشکیل دهنده اینگونه ساختمانهای چین خورده از شرایط خوبی با توجه به استقامت و آب بندی برخوردار باشند می توانند ساخت گاه مناسبی برای احداث یک سد در نظر گرفته شوند.

عوامل مؤثر در انتخاب ساخت گاه سد

- وضعیت حوضه آبریز:
- محل احداث سدها معمولاً در قسمت انتهایی یک حوضه آبریز انتخاب می شوند بدین ترتیب حجم بیشتری از
- آب ذخیره و یا کنترل می شود.

Malpasset Dam

سد مالپاست یک سد قوسی ساخته شده بر روی رودخانهٔ ری‌ران در فرانسه و نزدیک به ۷ کیلومتری شمال فرژو بود.
شهر ساحلی و توریستی فرژو در ریورای فرانسه (سواحل آزور) در جنوب فرانسه قرار گرفته است.

سد مالپاست در جریان نخستین آب گیری سقوط کرد.
ویرانی این سد در دوم دسامبر سال ۱۹۵۹ میلادی باعث کشته شدن ۴۲۳ نفر در مسیر سیل به وجود آمده شد. آسیب‌های این سیل در آن زمان به مبلغ ۶۸ میلیون دلار برآورد شد.

Malpasset Dam

سد مالپاست در جریان نخستین آب گیری گسیخته شد.

ویرانی این سد در دوم دسامبر سال ۱۹۵۹ میلادی باعث کشته شدن ۴۲۳ نفر در مسیر سیل به وجود آمده شد.

آسیب‌های این سیل در آن زمان به مبلغ ۶۸ میلیون دلار برآورد شد.

ویرانه‌های به جا مانده از سد مالپاست



بخش فروریخته سد مالپاست



ساخت و ساز

- سد مالپاست از نوع قوسی بود.
- این سد برای تأمین آب آشامیدنی و آبیاری در آن منطقه ساخته شده بود.
- کار ساخت و ساز این سد در ماه آوریل سال ۱۹۵۲ میلادی شروع شد و بنا بر یک گزارش در سال ۱۹۵۴ کارهای ساختمانی آن به پایان رسید.

ساخت و ساز

- هزینه ساخت و ساز سد مالپاست ۵۸۰ میلیون فرانک (تا سال ۱۹۵۵) بوده، و توسط یک گروه مهندسان شناخته شده فرانسوی به سرپرستی مهندس عمران فرانسوی آن آندره کوین ساخته شد.
- آندره کوین طراح ۷۰ پروژه سد سازی در ۱۴ کشور جهان بود.
- همزمان با ساختن سد، و تنها به فاصله ۱۴۰۰ متر پایین‌تر، شهرداری ور در حال انجام کارهای جاده‌سازی برای ایجاد بزرگ راه بود.

ساخت و ساز

- در ساعت ۲۱ روز دوم دسامبر ۱۹۵۹ میلادی سد مالپاست در هم شکست و تمامی دیوارهای آن، به غیر از چند بلوک در ناحیه راست، همگی فرو ریخت.
- قسمت‌های گوناگون سد هنوز در سراسر منطقه پراکنده شده است.
- شکستن و فروریختن دیوار سد دیواری از آب به بلندی ۴۰ متر و با سرعت ۷۰ کیلومتر در ساعت به راه انداخت که موجب از بین بردن کلی دو روستای کوچک مالپاست و بوزون شد.

ساخت و ساز

- سایت ساخت بزرگراه نیز نابود شد.
- پس از ۲۰ دقیقه، در حالی که هنوز دیوار آب ۳ متر بلندی داشت به شهر فرزو رسید.
- بسیاری جاده‌های کوچک‌تر و مسیرهای راه آهن نیز نابود شدند.
- آب و جاری شدن سیل، نیمه غربی شهر فرزو را فرا گرفت و در نهایت به دریا رسید.

- پس از بررسی‌های زمین‌شناسی و هیدرولوژیکی که در سال ۱۹۴۶ میلادی انجام شد، «محل» کنونی برای ساختن سد مناسب در نظر گرفته شد؛ ولی به هر حال با توجه به کمبود بودجه مناسب، بررسی‌های زمین‌شناسی «منطقه» به گونه کامل و شایسته‌ای عملیاتی نشد.

- پژوهش‌ها نشان می‌دهند که ساختار زیربنایی زمین محل سد یک سنگ دگرگونی به نام گنیس است.
- این نوع سنگ به داشتن نسبت نفوذناپذیری بالاتری شناخته شده و این به این معنی است که هیچ جریان قابل توجهی از آب‌های زیرزمینی در آن قسمت سنگی وجود ندارد، و نفوذ آب به زمین را اجازه نمی‌دهد.

- در سمت راست (نگاه به پایین رودخانه)، که آن نیز از سنگ بود، یک بال‌دیوار بتنی برای اتصال دیوار به زمین ساخته شد.
- پس از چندی در این سنگ وجود یک گسل را یافته‌اند که به احتمال زیاد می‌تواند این فاجعه را سبب شده باشد.

- عوامل دیگری را نیز در به وجود آمدن نتیجه پایانی این واقعه مؤثر می‌دانند؛ فشار آب را دیوار سد به صورت مورب دریافت می‌کرد و این در ابتدا دانسته نبود. در نتیجه، آبی که زیر دیوار جمع شده به دلیل سنگ گنیس بودن زمین زیر سد، نمی‌توانسته از راه زمین بگریزد.

- نظریه دیگری به نقل از یک منبع بیان کرده که انفجار یک هفته قبل از حادثه در جریان ساختمان بزرگراه ممکن است باعث جابجایی سنگ زیر پایه سد شده باشد. در هفته‌های قبل از فروریزی صداهای ترک خوردن، از سد شنیده می‌شد اما آنها مورد بررسی قرار نگرفتند. در نوامبر ۱۹۵۹ (چند هفته پیش از فروریزی) در سمت راست از سد نشت گزارش شده بود.

مطالعات پایه

برداشت ها

۱– برداشت های سطحی

۱– برداشت های سطحی

به منظور انجام برداشتهای سطحی باید با بررسی نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی منطقه، عکسهای هوایی و ماهوارهای، گزارشهای موجود اطلاعاتی را در مورد منطقه مورد نظر به دست آورد.

در ادامه با انجام بازدیدهای صحرایی، نمونه برداری وبرداشت های صحرایی از ناپیوستگیها و نظایر آن، باید اطلاعات به دست آمده از نقشه ها را تکمیل کرد.

۱–۲–برداشتهای ژئوفیزیکی

با به کارگیری روشهای اکتشاف ژئوفیزیکی می توان در زمان کوتاهتر و با صرف هزینه کمتر برخی از مشخصات سنگ را به شرح زیر مشخص کرد:

الف– ضخامت رسوبات پوششی

ب– گسترش و عمق هوازدگی در توده سنگ

پ– سطح ایستابی و تعیین گستره مناطق آبدار

۱–۲–برداشتهای ژئوفیزیکی

ت– درجه پیوستگی توده سنگ و گسترش ناپیوستگی ها

ث– گسترش زونهای خرد شده، گسله و ناپیوسته

ج– تعیین سرعت امواج طولی و عرضی

چ– طبقه بندی سنگها و خاکها و تعیین حدود آنها

ح– تعیین مدولهای کشسان دینامیکی و ضریب پواسون

خ– تعیین موقعیت گمانه ها (در صورت نیاز)

۲–برداشت های زیرسطحی مستقیم

برداشتهای زیرسطحی مستقیم شامل حفاری های اکتشافی و بررسی های ژئوتکنیکی با روشهای گمانه زنی و حفر چاهک است.

موقعیت، ابعاد و مشخصات حفاریها، روش نمونه برداری و آزمایش ها بر حسب اهمیت پایداری و پیچیدگی ساختمان زمین–شناسی تعیین می شود. اطلاعاتی که در هر یک از روش های برداشت زیرسطحی مستقیم باید حاصل شود، شامل موارد زیر است:

۲– برداشت های زیرسطحی مستقیم

الف– اطلاعات حاصل از حفر گمانه

– مغزه گیری پیوسته و برداشت نمونه

– تهیه نمودارهای زمین شناسی– ژئوتکنیکی از گمانه ها

– تعیین ویژگی هندسی لایه ها، طبقات و توده های سنگی و خاکی

– تعیین ویژگی های مربوط به مرز بین لایه های سخت و سست

– طبقه بندی خاکها و توده سنگها و تعیین ساختار آنها

– تعیین ویژگیهای عمده زمین شناسی و زمین ساختاری

– تعیین ویژگیهای مواد آکننده بین درزه ها، ترکها و گسلها و سایر فضاهای خالی

۲–برداشت های زیرسطحی مستقیم

– تعیین ویژگی های فیزیکی و مکانیکی زمین

– ارزیابی ویژگی های ژئوتکنیکی توده سنگها و خاکها

– تعیین میزان هوازدگی و فرسایش توده سنگها و همچنین تخمین ضخامت افق های آبرفتی، لایه های سست

– تعیین ویژگی های آب زمین شناسی با انجام دادن آزمایش های برجا

– تعیین نوع آبخوان های زیرزمینی، جهت حرکت، ضخامت آبخوان، شیب هیدرولیکی، ضریب مخزن سطح ایستابی، پیزومتریک و دمای آب

۲–برداشت های زیرسطحی مستقیم

– نمونه برداری از آبهای زیرزمینی و تعیین املاح آن

– طبقه بندی از لحاظ تراوایی

– انجام عملیات چاه پیمایی

انجام آزمایشهای فیزیکی و مکانیکی درون گمانه نظیر نفوذ استاندارد نفوذپذیری (SPT) ، برش پره ای، پرسیومتری، دیلاتومتری، و نظایر آنها (اندازه گیری تنش برجا در صورت نیاز)

– بررسی اجزای تشکیل دهنده سنگها و خاکها با توجه به نتایج به دست آمده بر روی نمونه ها (نتایج آزمایش های شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی)

– بررسی قابلیت تزریق زمین

۲–برداشت های زیرسطحی مستقیم

ب– اطلاعات حاصل از حفر ترانشه ها و چاهک ها

– بررسی لایه بندی خاکها و سنگها (عمدتا در واریزه ها) و تعیین ضخامت رونهشته ها و لایه های مختلف

– بررسی عوارض و ویژگیهای زمین شناسی و زمین ساختاری

– بررسی ویژگیهای گسستگی ها و گسله ها و مناطق خرد شده و ویژگیهای مربوط به مرز بین لایه های خاکی و سنگی و مناطق تراوش آب

– تهیه نمودارهای زمین شناسی و ژئوتکنیکی

– انجام آزمایش های برجا نظیر بارگذاری صفحه ای و نفوذسنجی

– تهیه نمونه های دست نخورده و دست خورده برای آزمایش های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی