

بسمه تعالی

دانشگاه شهید باهنر کرمان
دانشکده فنی و مهندسی
بخش مهندسی معدن

بررسی ساختگاهی
ترم اول ۱۳۹۷
(۵)

سعید کریمی نسب

Site Investigation Course-1397
Kariminasab

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

۳–آزمایشها

بعد از برداشت هایی که بر روی منطقه به روش های مختلف انجام می گیرد یک سری اطلاعات از نوع سنگ، چگونگی قرارگیری آن، لایه بندی، وضعیت درزه ها در منطقه و نظایر آن نسبت به پله های معدن به دست می آید.

به منظور تکمیل این اطلاعات و به دست آوردن داده هایی دقیقتر از چگونگی رفتار توده سنگ بعضی آزمون های آزمایشگاهی و برجا بر روی سنگ و خاک، نوع و تعداد آزمایش ها با توجه به پیچیدگی زمین شناسی با نظر کارشناس تعیین می شود.

۴–نقشه ها و مقاطع زمین شناسی

ویژگی های زمین شناسی که باید بر روی نقشه های زمین شناسی مهندسی نمایش داده شوند، عبارتند از:

– ویژگی سنگها و خاکها، شامل توزیع، آرایش چینه شناسی و زمین ساختی، سن، خاستگاه، سنگ شناسی و خواص فیزیکی و مکانیکی آنها.

– شرایط آب زمین شناسی، شامل توزیع خاکها و سنگهای آبدار، زونهای دارای ناپیوستگی باز اشباع از آب، عمق سطح ایستابی و میزان نوسان آن، مناطق دارای آب تحت فشار و سطح پیزومتریک آنها، (ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان) جهت جریان، چشمه ها، رودخانه ها، دریاچه ها، حدود و دوره تناوب سیل ها، اسیدیته، شوری، خورندگی.

۴–نقشه ها و مقاطع زمین شناسی

– شرایط زمین ریخت شناسی و توپوگرافی

– پدیده های زمین پویایی، شامل فرسایش و رسوب گذاری، پدیده های بادی، زمین لغزش، شرایط کارستی، فروشست، فرونشست، تغییرات حجمی خاک، داده هایی درباره پدیده های مربوط به زمینلرزه از جمله گسلهای فعال و فعالیت های آتشفشانی.

۵–طبقه بندی مهندسی توده سنگ

طبقه بندی های توده سنگ، اساس طراحی های تجربی را تشکیل می دهند و به طور گسترده در مهندسی سنگ مورد استفاده قرار می گیرند.

طبقه بندی توده سنگ می تواند به عنوان یک ابزار نیرومند در طراحی ها به کار گرفته شود و در حقیقت از رده بندی توده سنگ به عنوان یک مبنای طراحی سازه های پیچیده سطحی و زیرزمینی استفاده می شود.

۵–طبقه بندی مهندسی توده سنگ

روشهای تجربی متعددی برای طبقه بندی توده سنگ وجود دارد که در طراحی شیب ها مورد استفاده قرار می گیرد. متداولترین آنها شامل موارد زیر است:

امتیاز توده سنگ : RMR (Rock Mass Rating)

امتیاز توده سنگ معدن کاری شده : MRMR (Mining Rock Mass Rating)

مقاومت توده سنگ : RMS (Rock Mass Strength)

طبقه بندی توده شیب : SMR (Slope Mass Rating)

اطلاعات مورد نیاز برای تحلیل پایداری

الف– محیط آبرفتی

ب– محیط سنگی

داده های طراحی آبرفت

- **پارامترهای مورد نیاز برای انجام تحلیل های پایداری در آبرفت به شرح زیر است:**

- **پارامترهای فیزیکی:**
- **خصوصیات فیزیکی شامل آب محتوا، وزن واحد حجم (در حالت های خشک، اشباع و رطوبت طبیعی)، وزن مخصوص اجزای جامد و ضریب تراوایی است.**

داده های طراحی آبرفت

- **پارامترهای مکانیکی :**

پارامترهای مکانیکی عبارتند از تغییر شکل پذیری، مدول الاستیسیته، ضریب پواسون و مقاومت در شرایط مختلف (مقاومت فشاری تک محوری، مقاومت کششی و مانند آن).

داده های طراحی سنگ بکر

نوع و ویژگی های سنگ بکر از عوامل موثر بر پایداری پله های معادن است. ویژگی های سنگ بکر عبارتند از:

- **ویژگیهای فیزیکی :**
- **ویژگی های فیزیکی شامل وزن مخصوص، تخلخل، پوکی، رطوبت، ویژگی های حرارتی، سرعت موج و نظایر آنها است.**

داده های طراحی سنگ بکر

نوع و ویژگی های سنگ بکر از عوامل موثر بر پایداری پله های معادن است. ویژگی های سنگ بکر عبارتند از:

- **ویژگی های مکانیکی:**

ویژگی های مکانیکی شامل دو دسته زیر هستند:

الف– عوامل تغییر شکل پذیری شامل مدول الاستیسیته، نسبت پواسون و نظایر آن

ب– مقاومت مکانیکی شامل مقاومت فشاری تک محوری، مقاومت کششی، مقاومت برشی و نظایر آن

داده های طراحی سنگ بکر

در زمینه تاثیر ویژگیهای فیزیکی سنگ بکر بر پایداری دیواره های معدن تنها عاملی که به طور مستقل باید مورد توجه قرار گیرد، وزن مخصوص است.

مقدار این پارامتر در حالتهای خشک، اشباع و رطوبت طبیعی باید با انجام آزمونهای آزمایشگاهی تعیین شود.

داده های طراحی سنگ بکر

عوامل تغییر شکل پذیری سنگ از جمله پارامترهای تاثیرگذار بر پایداری سازه های سنگی هستند.

در حفریات سطحی با توجه به این که سطح تنش های موجود کم است، این عوامل دارای تاثیر کمتری نسبت به حفریات زیرزمینی هستند.

داده های طراحی سنگ بکر

در صورت استفاده از روشهای عددی، تعیین پارامترهای مربوط به آن از قبیل مدول الاستیسیته و نسبت پواسون ضروری است و باید با انجام آزمونهای آزمایشگاهی تعیین شود.

عوامل مقاومتی سنگ بیشترین تاثیر را بر پایداری شیب های سنگی دارند.

داده های طراحی سطوح ناپیوستگی ها

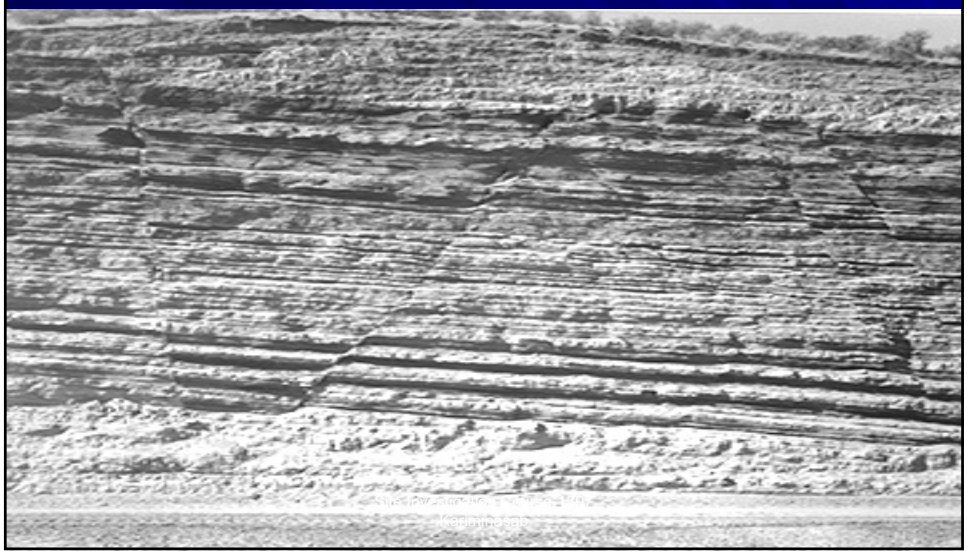
در صورتی که بر مبنای نتایج مطالعات ساختاری، امکان وقوع ناپایداری بر روی یک و یا یک دسته ناپیوستگی محتمل تشخیص داده شود، تعیین پارامترهای مقاومت برشی سطوح این ناپیوستگی ها ضروری است.

داده های طراحی توده سنگ

پارامترهای مقاومت برشی در توده سنگ خرد شده و درزه داری که فاقد شرایط کنترل ساختار باشد، عموما با روش های رده بندی مهندسی توده سنگ و با به کارگیری یک معیار شکست غیرخطی تعیین می شود.

مطالعه نا پیوستگی ها
در
توده سنگ

Bedding



Discontinuity

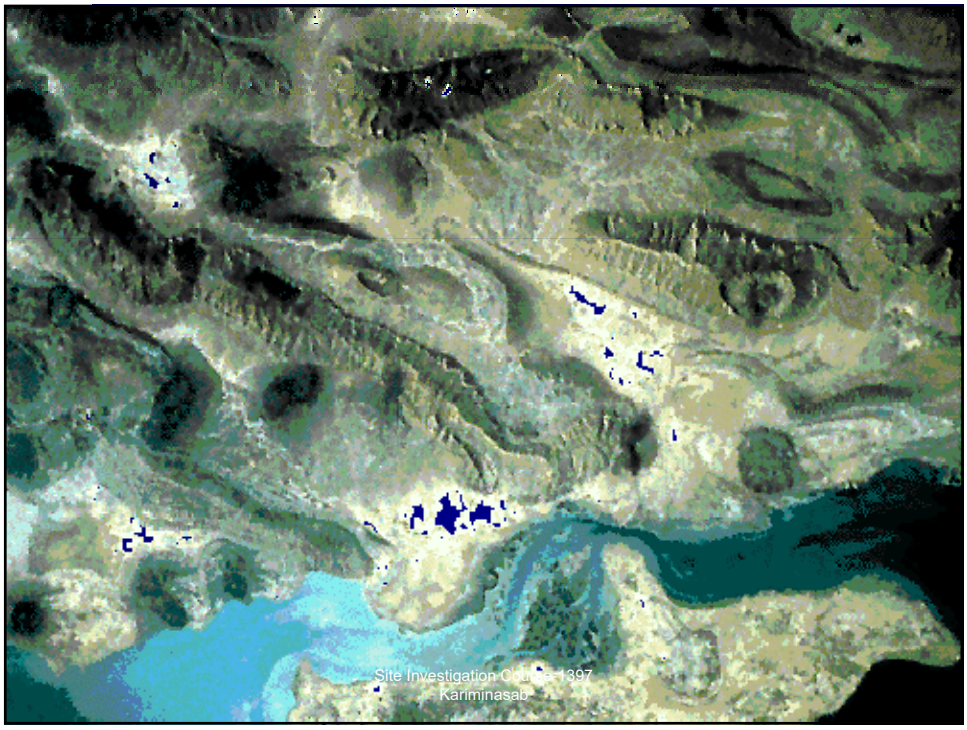


مراحل بررسی سیستم های ناپیوستگی

مرحله اول، بررسی های کلی :

- عکسهای هوایی وماهواره ای
- نقشه های زمین شناسی ناحیه ای
- نقشه های زمین شناسی



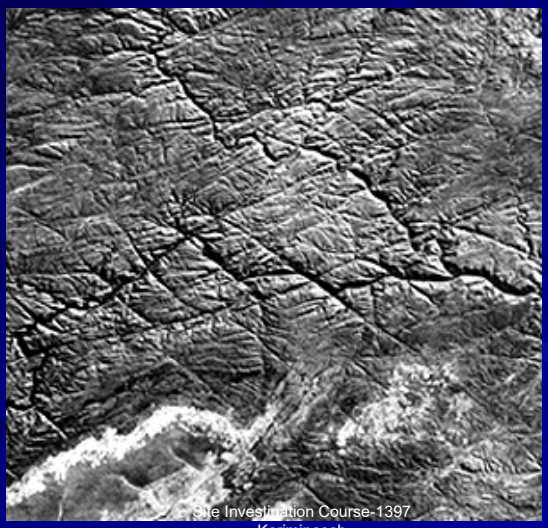

Site Investigation Course-1397
Kariminasab


Iran, Zagros
Site Investigation Course-1397
Kariminasab

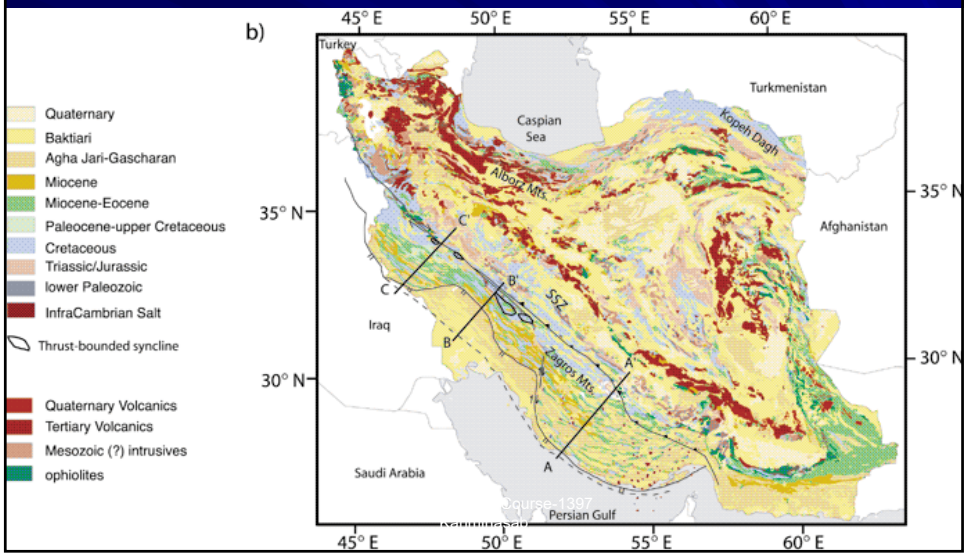
Zagros

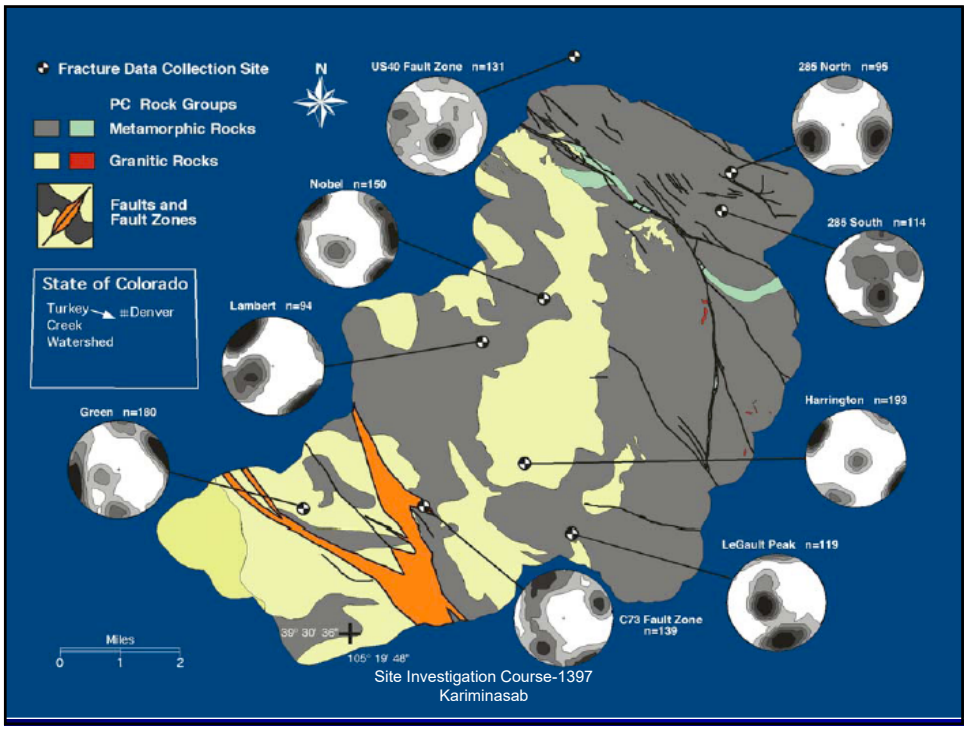


Zambiajoints



Geological Map





مرحله دوم، بررسی های جزیی :

- رخنمون ها و برونزد ها

Outcrop



مرحله دوم، بررسی های جزیی :

- ترانشه ها

Trench

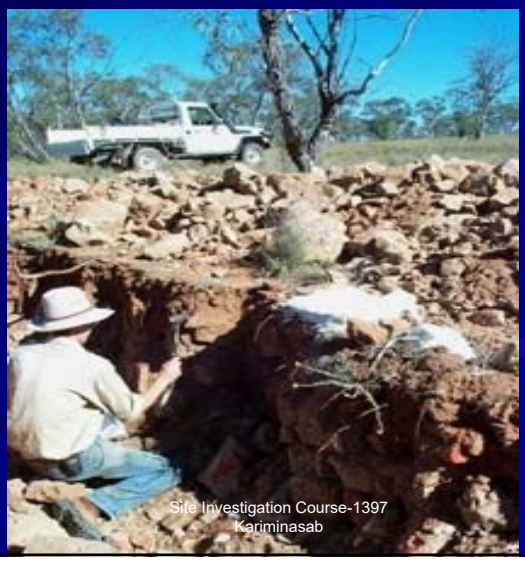


Trench



Site Investigation Course-1397
Kariminasab

Trench

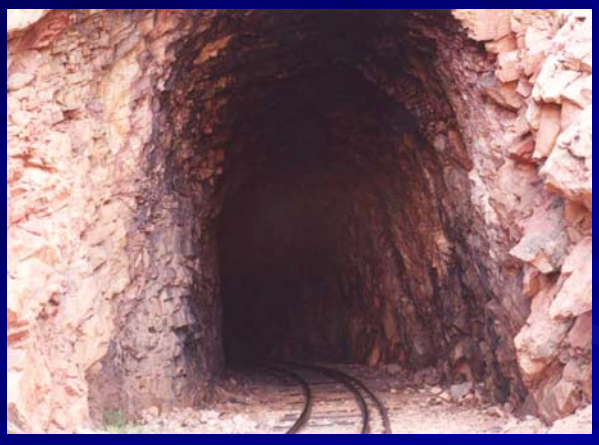


Site Investigation Course-1397
Kariminasab

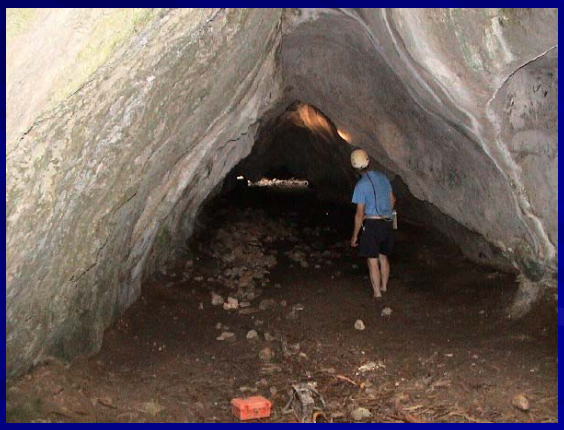
مرحله دوم، بررسی های جزیی :

- تونل ها

Tunnel



Tunnel



مرحله دوم، بررسی های جزیی :

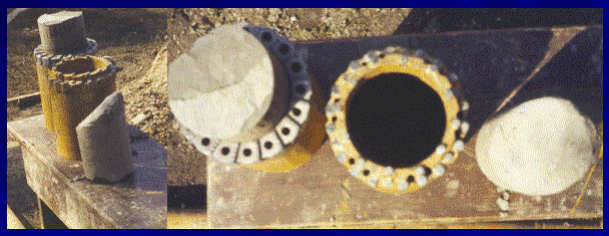
- گمانه ها

Drilling Machine



Site Investigation Course-1397
Kariminasab

Core Drilling







Site Investigation Course-1397
Kariminasab

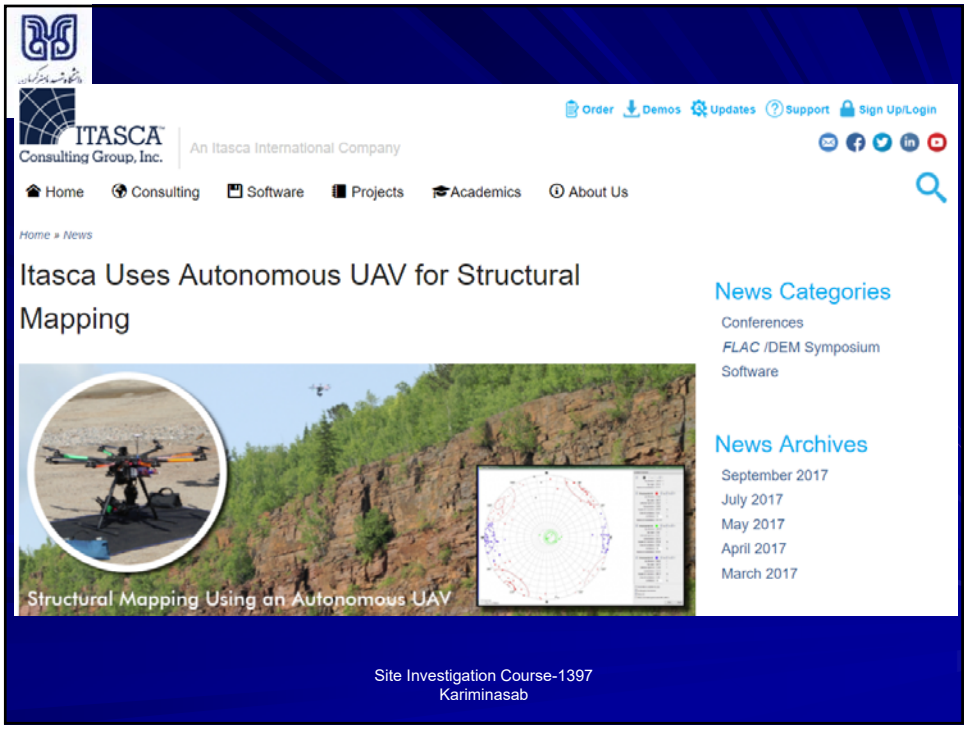
???

ROCK CORE ORIENTATION FOR MAPPING DISCONTINUITIES AND SLOPE STABILITY ANALYSIS

روش بررسی ناپیوستگی ها بصورت جزیی

انواع روشها:

- خطی (خط بررسی)
- سطحی (سطح بررسی)
- حجمی (سه بعدی)
- UAV(Unmanned Aerial Vehicle)



Site Investigation Course-1397
Kariminasab



Drone, UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

- پهپادها یا روبات های پرنده بدون سرنشین هستند که به صورت از پیش برنامه ریزی شده بر فراز مناطق مورد نظر پرواز می کنند.
- این پرنده های سبک وزن، حاوی سنسورها و دوربین های ویژه ای هستند که اطلاعات خام را برای مرحله پردازش جمع آوری می کنند.

مرکز تحقیقات ژئومکانیک کاشی گر
Kashigar Geomechanics Research Center

Site Investigation Course-1397 Kariminasab

مرکز تحقیقات ژئومکانیک کاشی گر
Kashigar Geomechanics Research Center

انواع UAV از نظر نوع عملکرد

- پهپادهائی که ظاهری شبیه به هواپیما دارند و غیر عمود پرواز هستند.





مرکز تحقیقات ژئومکانیک کاشی گر
Kashigar Geomechanics Research Center





انواع UAV از نظر نوع عملکرد

- پهپاد عمود پرواز (Multi Rotor)





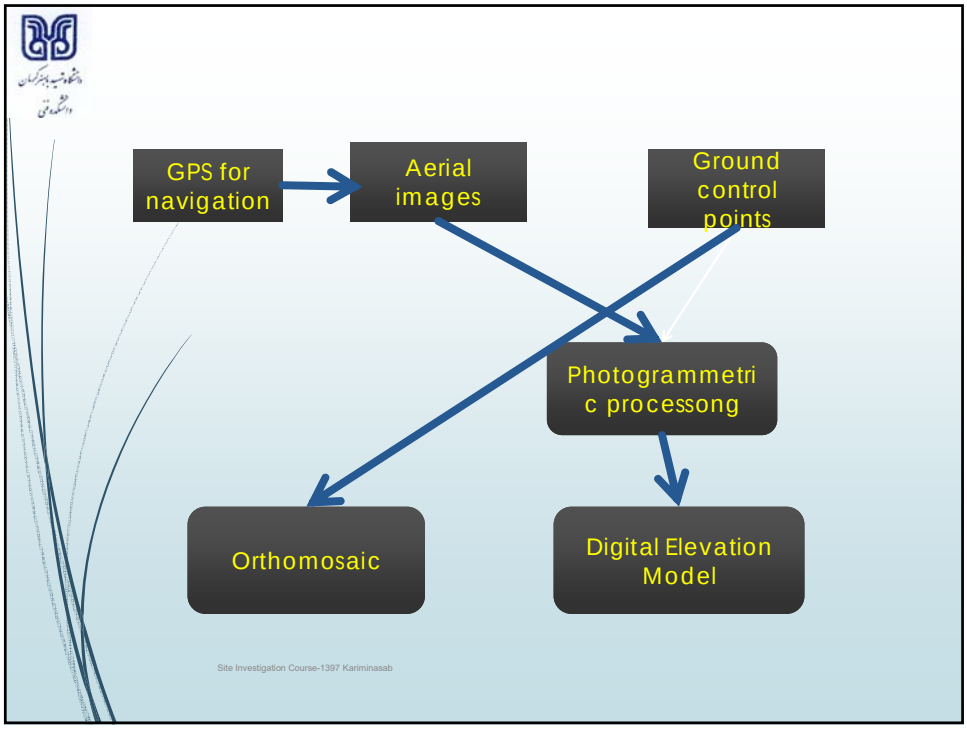
مرکز تحقیقات ژئومکانیک کاشی‌گر
Kashigar Geomechanics Research Center

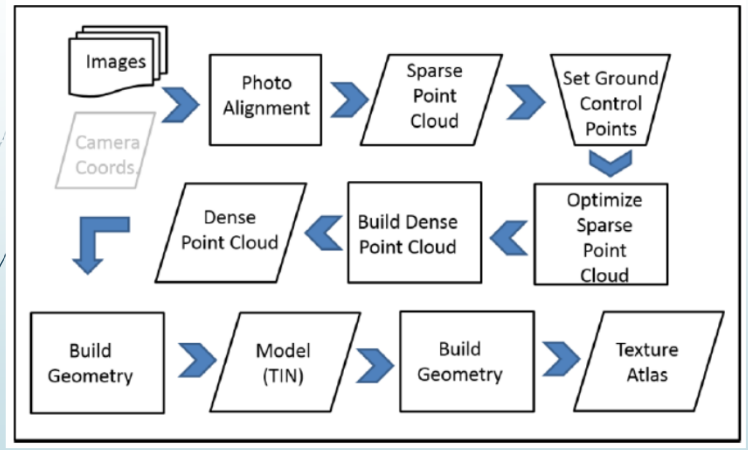
مشخصات پهپاد TS-M2

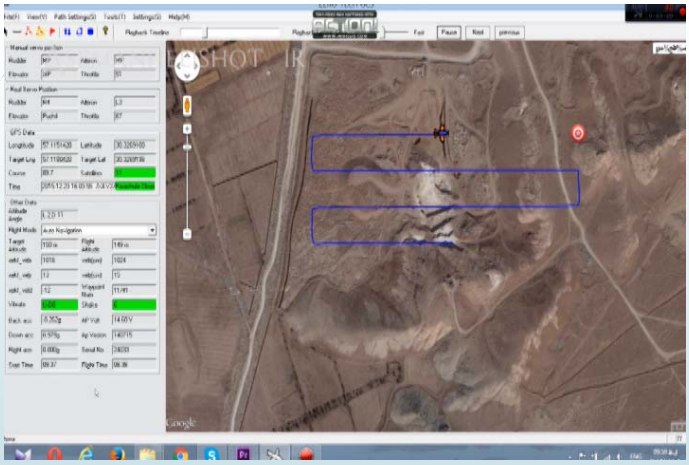


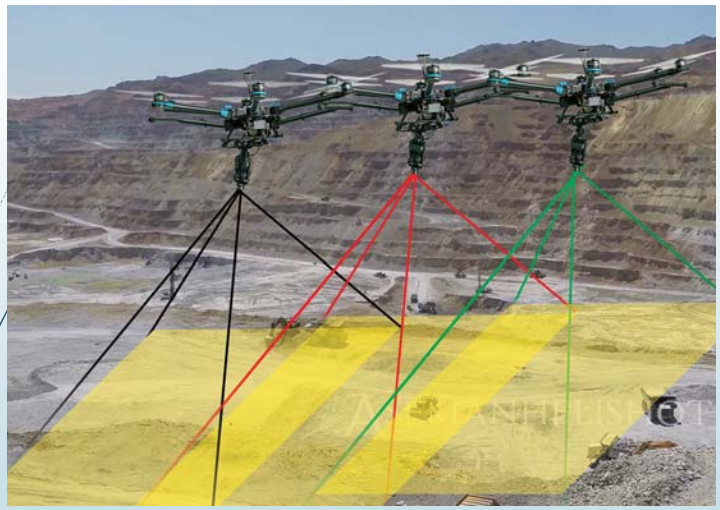
- هگزاروتور (شش ملخه)
- حداکثر سرعت پرواز ۶۰ km/h
- حداکثر مداومت پروازی بدون تجهیزات ۲۰ min
- حداکثر مداومت پروازی با تجهیزات مورد نیاز برای نقشه برداری ۱۴ min
- توانایی حمل انواع دوربین تا ۲ kg
- حداکثر ارتفاع مناسب برای عکس برداری ۳۰۰ m
- حداکثر سرعت باد مناسب برای پرواز ۴۰ km/h
- امکان کنترل اتوماتیک توسط GPS و نرم افزار ایستگاه زمینی
- امکان برنامه ریزی عملیات پرواز
- وزن ۴ kg
- میزان هم پوشانی تصاویر: ۸۰درصد طولی، ۶۰ درصد عرضی با هر ارتفاعی این هم پوشانی حفظ می شود.


Site Investigation Course-1397 Kariminasab
مرکز تحقیقات ژئومکانیک کاشی گر
Kashigar Geomechanics Research Center

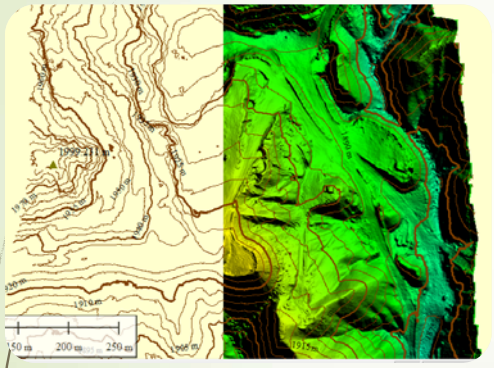

GPS for navigation
Aerial images
Ground control points
Photogrammetri c processong
Orthomosaic
Digital Elevation Model
Site Investigation Course-1397 Kariminasab


Images
Camera Coords
Photo Alignment
Sparse Point Cloud
Set Ground Control Points
Optimize Sparse Point Cloud
Build Dense Point Cloud
Dense Point Cloud
Build Geometry
Model (TIN)
Build Geometry
Texture Atlas

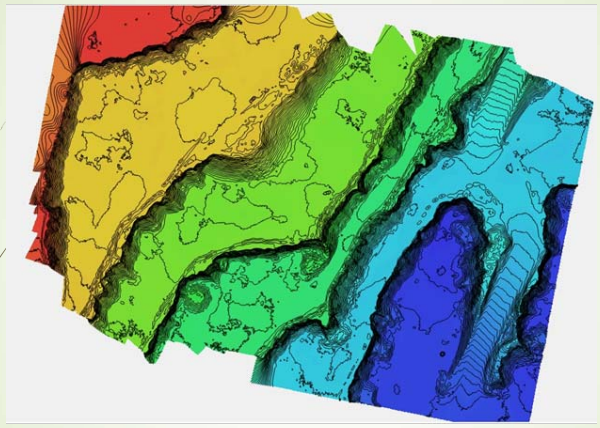




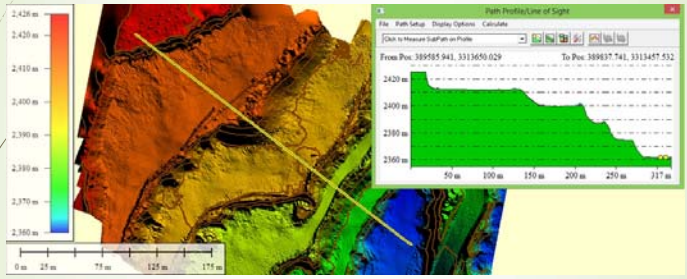
نقشه برداری



- تهیه نقشه های توپوگرافی دیجیتالی با مقیاس های مختلف



مرکز تحقیقات ژئومکانیک کاشی‌گر
Kashigar Geomechanics Research Center



Site Investigation Course-1397 Kariminasab

مرکز تحقیقات ژئومکانیک کاشی‌گر
Kashigar Geomechanics Research Center

زمین شناسی

- تهیه نقشه های زمین شناسی و زمین شناسی ساختمانی دیجیتالی با مقیاس های مختلف

مرکز تحقیقات ژئومکانیک کاشی گر
Kashigar Geomechanics Research Center

پارامترهای توصیف ناپیوستگی های در توده سنگ از نظر ISRM

- Orientation
- Spacing
- Persistence
- Roughness
- Number of sets
- Block size
- Wall strength
- Aperture
- Filling
- Seepage

مرکز تحقیقات ژئومکانیک کاشی گر
Kashigar Geomechanics Research Center

پارامترهای توصیف ناپیوستگی های در توده سنگ از نظر ISRM

- Orientation
- Spacing
- Persistence
- Roughness
- Number of sets
- Block size
- Wall strength
- Aperture
- Filling
- Seepage

مرکز تحقیقات ژئومکانیک کاشی گر
Kashigar Geomechanics Research Center

پارامترهای توصیف ناپیوستگی های در توده سنگ از نظر ISRM

- Orientation
- Spacing
- Persistence
- Roughness
- Number of sets
- Block size

Site Investigation Course-1397 Kariminasab

مرکز تحقیقات ژئومکانیک کاشی گر
Kashigar Geomechanics Research Center

Line Survey, Scanline

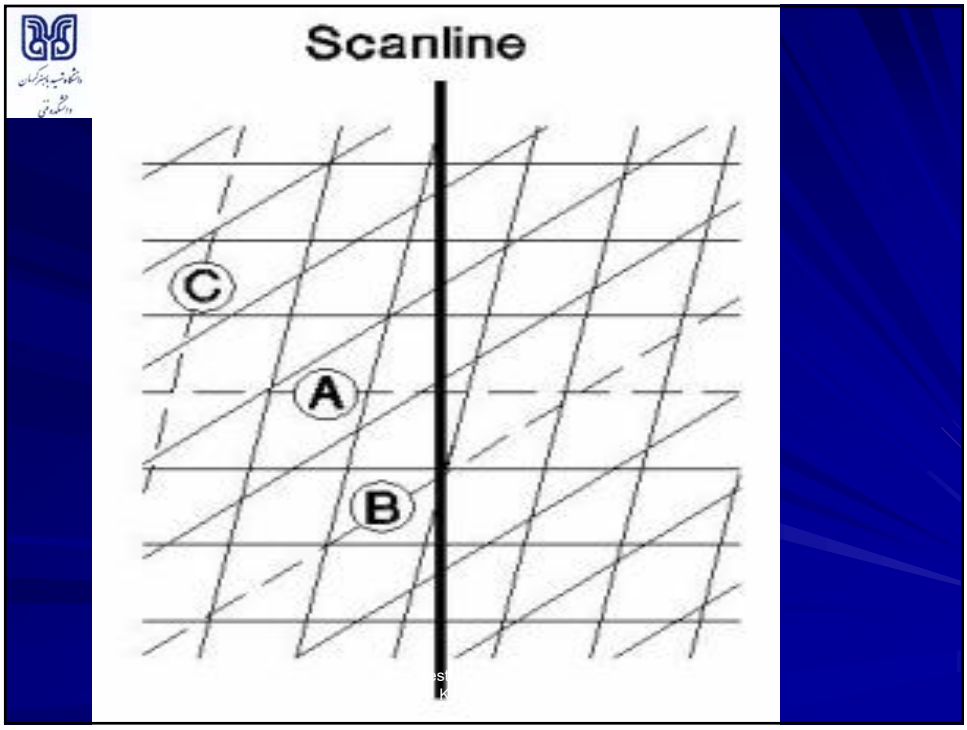
- Line (Tape) details
- Type
- Dip, Dip Direction
- Persistence (m)
- Aperture
- Infill type and consistency/strength
- Roughness
- Water
- Waviness
- Comments, photographs etc

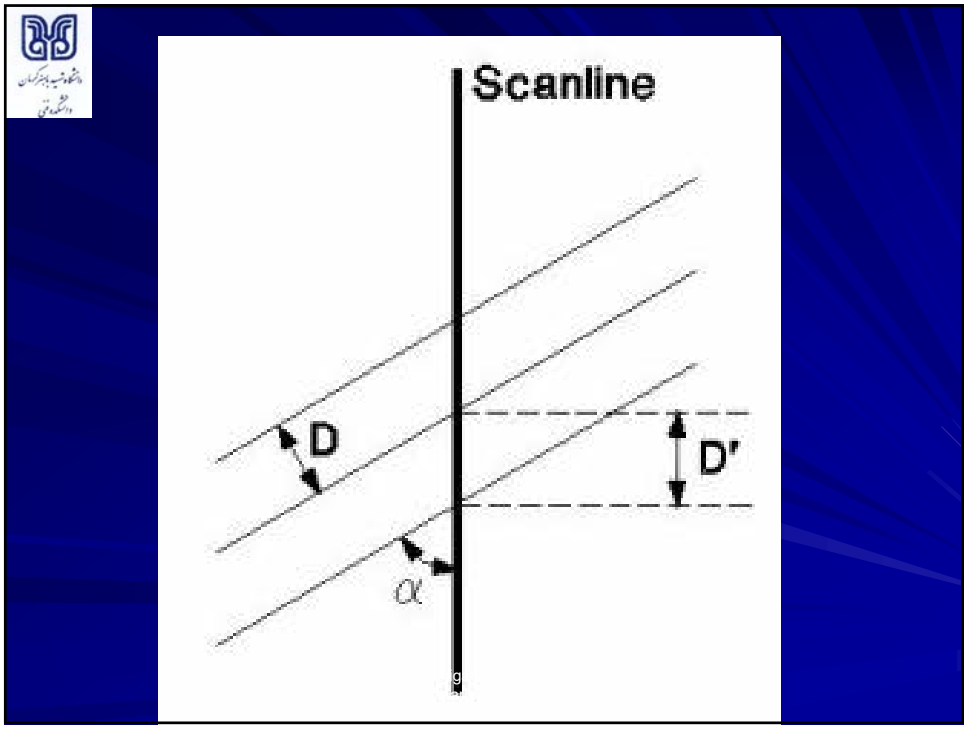


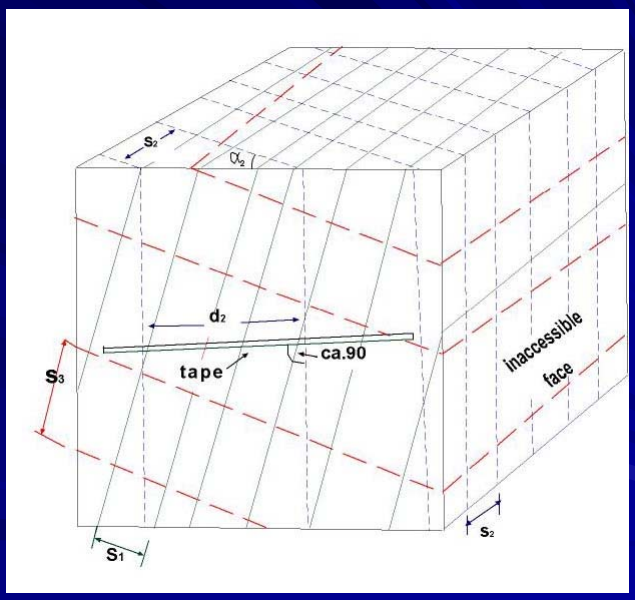
وضعیت قرار گیری خط برداشت

الف– خط برداشت ترجیحاً ناپیوستگی های بزرگتر ویا دارای تداوم بیشتر را قطع نماید.

ب– خط برداشت ترجیحاً آن دسته از ناپیوستگی هائی را قطع کند که خطوط عمود بر آنها زاویهٔ کمی با راستای خط برداشت بسازد.


Scanline
C
A
B


Scanline
D
D'
α

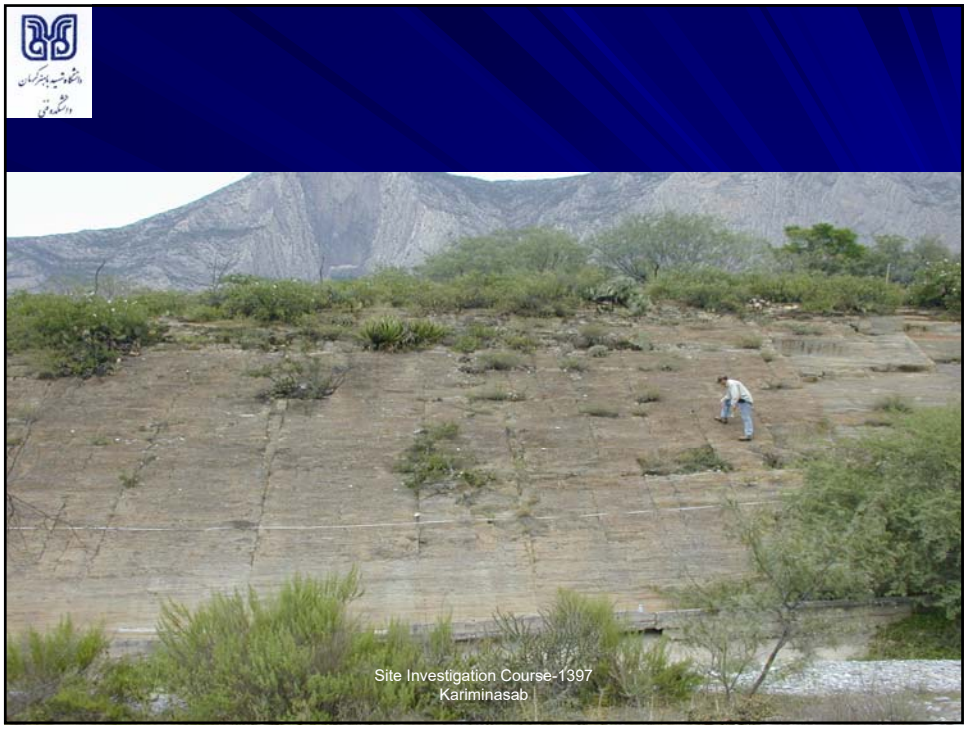


Site Investigation Course-1397
Kariminasab



Site Investigation Course-1397
Kariminasab


Site Investigation Course-1397
Kariminasab

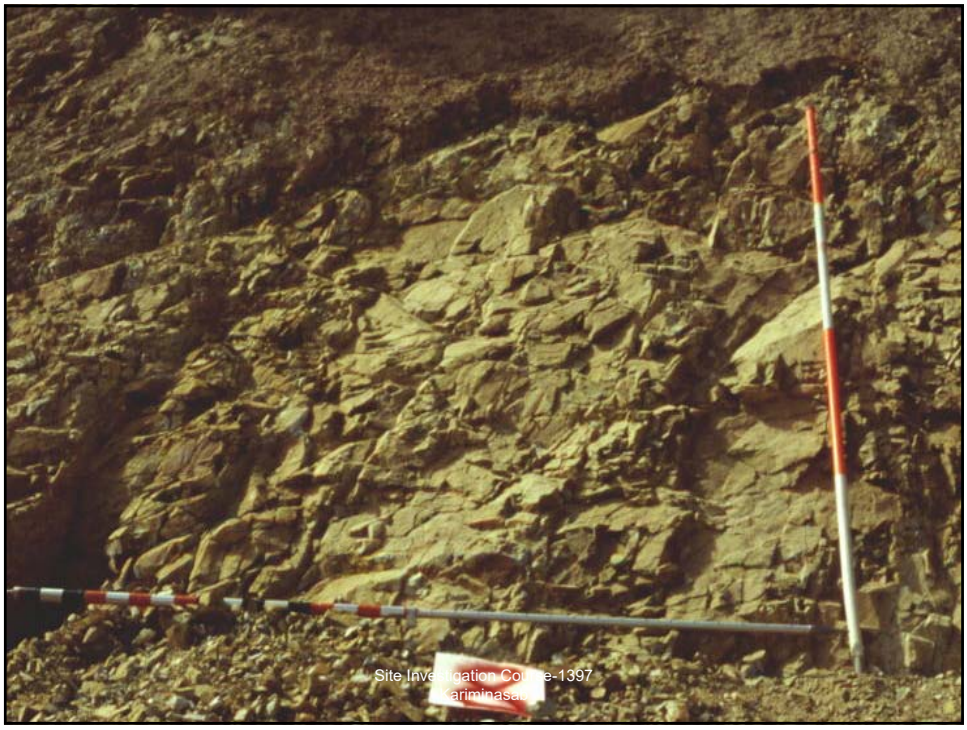

Site Investigation Course-1397
Kariminasab

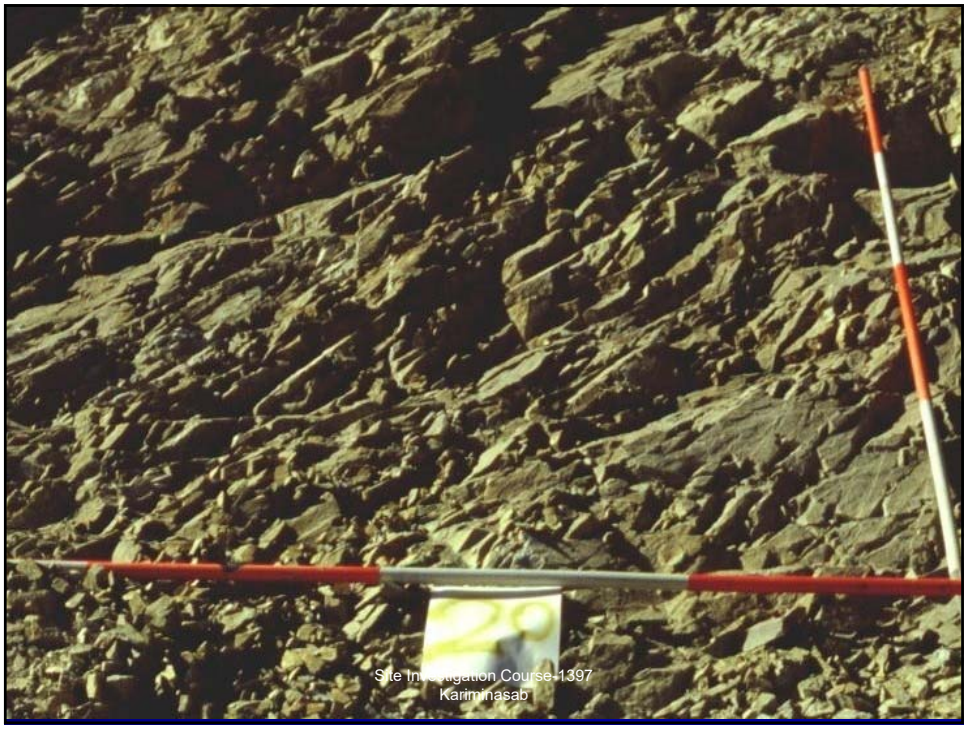


سطحی(سطح بررسی)

Windows

Site Investigation Course-1397
Kariminasab


Site Investigation Course-1397
Kariminasab

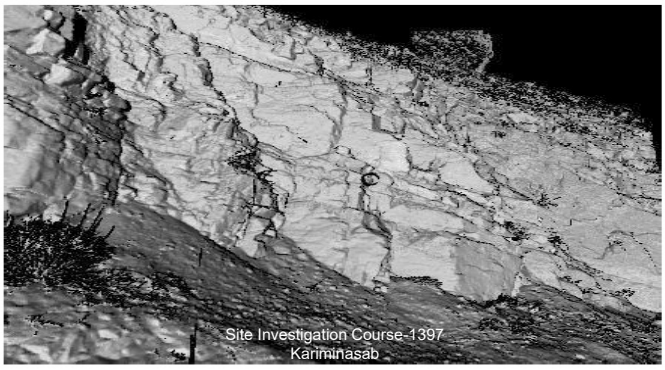

Site Investigation Course-1397
Kariminasab



. Cyrax 3D laser scanner in front of the surveyed rock face.



Figure 1. Cyrax 3D laser scanner in front of the surveyed rock face.



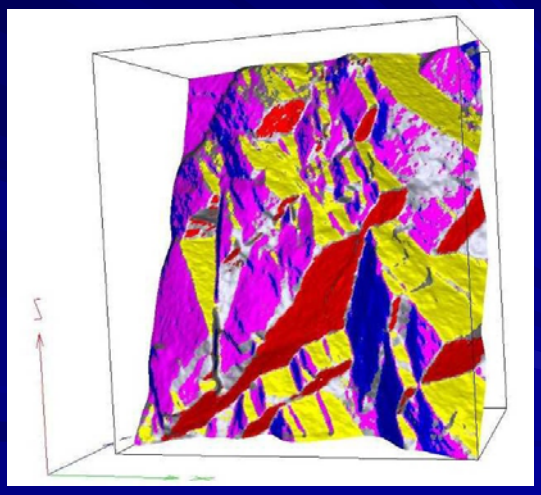
pical field set-up of a laser scanner (Optech 3D Ilris scanner. The brella is to keep the scanner cool and to be able to read the display.



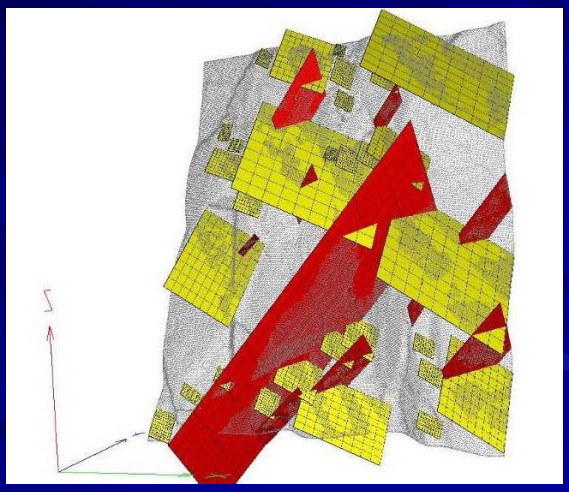
Carboniferous slates with well-developed discontinuities. Part of this slope (outline with the square) to demonstrate the methodology. Note the two boards in the pictures, which were used to reference the laser scan data set.



Re-coloring of the 3D surface model with the color assigned to the different discontinuity clusters.



Here the individual discontinuity planes are visualized of sets 2 (red) and set 3 (yellow), modeled as linear trend surfaces. By calculating the distances between the individual surfaces, joint set spacing can be computed.



Summary statistics

	Before outlier removal			After outlier removal			Set spacing statistics	
Discontinuity set number	Number of facets	Mean orienta-tion	Fisher's K-value	Number of facets	Mean orienta-tion	Fisher's K-value	Mean normal set spacing	Dimension of set $\perp$. to orientation
Set 1 'blue'	69445	233/04	10.87	62684	233/05	16.37	8.20 cm	147.59 cm
Set 2 'red'	50855	306/34	8.56	34081	304/36	60.33	20.29 cm	162.28 cm
Set 3 'yellow'	83494	144/47	23.04	67336	304/36	50.27	7.03 cm	161.65 cm
Set 4 'purple'	88662	205/20	23.33	69855	206/20	42.04	4.13 cm	58.10 cm
The data file contains 292456 facets originating from 147425 points								

- چه ویژگیها ئی از ناپیوستگیها بر رفتار مکانیکی توده سنگ تاثیر گذار است؟

ویژگیهای ناپیوستگی های توده سنگ

- **ویژگیهای موثر بر رفتار مکانیکی**

این نوع ویژگیها در ارتباط با رفتار مکانیکی سنگها بوده و بر روی مقاومت تودهٔ سنگ موثر است. این ویژگیها عبارتند از:

- جهت داری — orientation
- فاصله داری — spacing
- گسترش یا تداوم درزه ها — extension ، persistence

روشهای مطالعه جهت داری نا پیوستگی ها

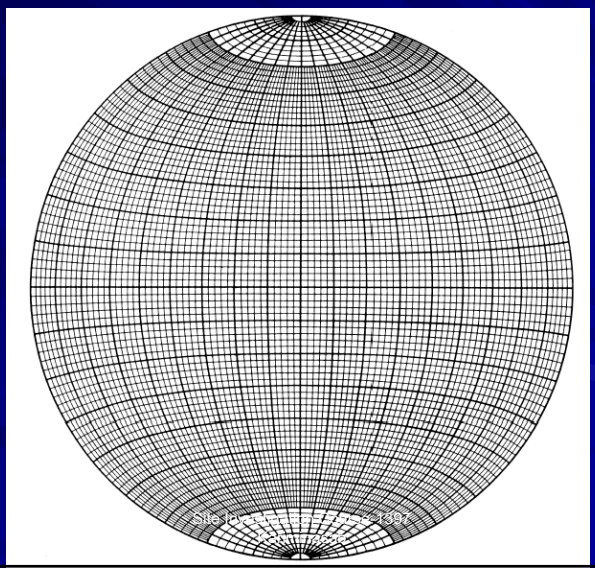
- بجای بررسی کلی هر درزه بصورت مستقل، باید مجموعهٔ درزه ها را بطور آماری مورد مطالعه قرار داد.

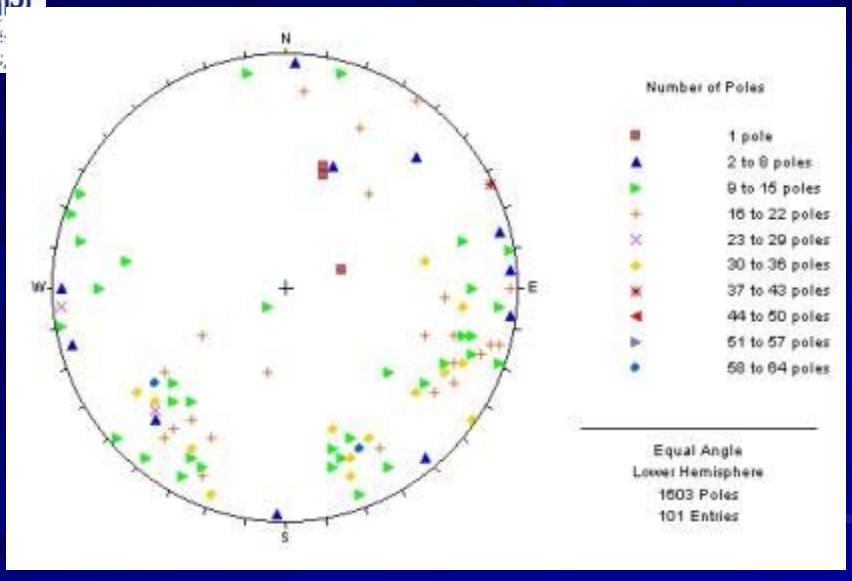
- در این مطالعه از تصویر سطح معادل که گاهی آن را تصویر لامبرت (Lambert) یا شبکه اشمیت می گویند استفاده می شود.

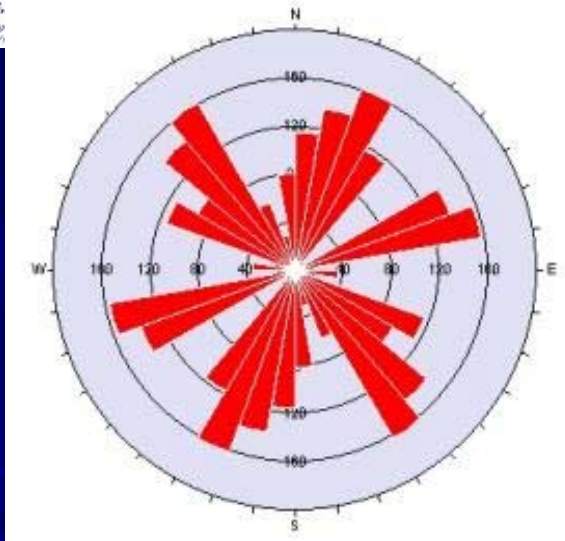
منحنی های تراز تبدیل و به کمک آن وضعیت و تمرکز درزه ها را مشخص می کنند.

- از منحنی های تراز بدست آمده جهت داری و وضعیت سیستم درزه های غالب در منطقه تحت بررسی قرار می گیرد .

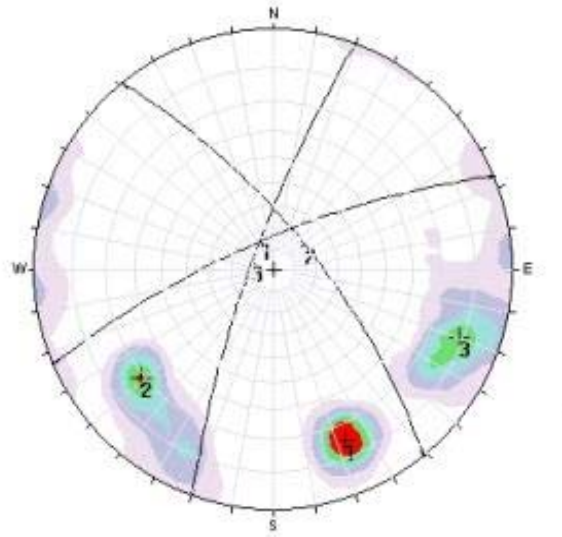
Equal area projection







Site Investigation Course-1397
Kariminasab



Site Investigation Course-1397
Kariminasab

ASTM
D 420 – 98

Standard Guide to Site Characterization for Engineering Design and Construction Purposes