



دانشگاه بوعلی سینا

اصول مکانیک سنگ

تالیف: دکتر غلامرضا خانلری

دانشیار دانشگاه بوعلی سینا

زمستان ۱۳۸۹

خانلری، غلامرضا، ۱۳۳۲ -	TA
اصول مکانیک سنگ / تألیف: غلامرضا خانلری . -	۷۰۶
همدان: انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، ۱۳۸۹	الف ۲ خ /
۴۵۴ ص. : مصور، جدول، نمودار	۱۳۸۹
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۸-۰۳۱-۳	
واژه نامه . کتابنامه: ۴۲۳-۴۳۲	
۱. سنگ - مکانیک ۲. زمین شناسی مهندسی . الف. عنوان.	
۶۲۴/۱۵۱۳۲	

عنوان:	اصول مکانیک سنگ
مولف:	دکتر غلامرضا خانلری
ویراستاران علمی:	دکتر احمد فهمی فر، دکتر محمد غفوری، دکتر رسول اجل لوتیان
ویراستار ادبی:	دکتر محمد آهی
ناشر:	انتشارات دانشگاه بوعلی سینا
مدیر مسئول:	محمدجواد یدالهی فر
چاپخانه:	روشن
صفحه و قطع:	۴۵۴ - وزیری
نوبت چاپ:	اول
تیراژ:	۱۰۰۰
قیمت:	۹۰۰۰ تومان
تاریخ انتشار:	۱۳۸۹
شماره کتاب:	ع/۲۰۲
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۱۲۸-۰۳۱-۳

کلیه حقوق برای انتشارات دانشگاه بوعلی سینا محفوظ است.

مراکز فروش در همدان: ۱. دانشگاه بوعلی سینا، اداره انتشارات تلفکس: ۰۸۱۱-۸۲۷۴۴۴۲

۲. خیابان شهید حسین فهمیده، روبروی پارک مردم، فروشگاه اداره انتشارات

۳. خیابان مهدیه روبروی خانه معلم - انتشارات دانشجو

نماینده گی فروش در تهران: ۱. موسسه کتابیران، میدان انقلاب، خیابان لبافی نژاد غربی (بعد از چهار راه کارگر جنوبی)،

بعد از فروشگاه شیلات، پلاک ۲۳۷ تلفن: ۶۶۹۲۶۸۷-۶۶۴۲۳۴۱۶

۲. نوپردازان، میدان انقلاب، خیابان لبافی نژاد، بین ۱۲ فروردین و اردیبهشت، پلاک ۲۰۶ تلفن: ۶۶۴۹۴۴۰۹-۶۶۴۱۱۱۷۳

پیشگفتار:

از آنجائیکه علم مکانیک سنگ کاربرد وسیعی در رشته‌های مهندسی معدن، مهندسی عمران، زمین شناسی مهندسی، مهندسی نفت و ژئوفیزیک دارد. لذا، لزوم آشنایی هر چه بیشتر با این علم، خصوصا برای کاربران رشته‌هایی که به آنها اشاره گردید، بر کسی پوشیده نیست. علم مکانیک سنگ از رشته‌هایی است که بشر آشنایی دیرینه‌ای با آن داشته و در استخراج مواد معدنی و ساخت بناهای سنگی بزرگ دنیا از آن استفاده کرده است. احداث بناهایی مانند اهرام مصر، تخت جمشید، بناهای سنگی رومیان، ساخت مجسمه های سنگی، خلق کتیبه‌های سنگی و حفر تونل ها به منظور استخراج مواد معدنی، همگی حکایت از شناخت انسان از اصول و مبانی مکانیک سنگ داشته و نشان می‌دهند که از چندین هزار سال قبل با خصوصیات فیزیکی و مکانیکی سنگ‌ها و انتخاب آنها به عنوان مصالح ساختمانی و یا به عنوان مکان‌های خلق آثار سنگی بزرگ، آشنایی کافی داشته است.

نگاه به تاریخچه این علم و روند تکوینی آن بیانگر اهمیت علم مکانیک سنگ بوده و لزوم آشنایی هر چه بیشتر با اصول و مبانی این علم را یادآور می‌نماید. در حال حاضر کشورهایی که در تولید ابزار حفاری در سنگ، تراش و صیقل دادن و یا شکل دهی به سنگ فعالیت می‌کنند، قطعا درآمد قابل توجهی از تولید و فروش این ابزار، نصیب آنها می‌گردد. از این رو علم مکانیک سنگ نقش اساسی و حیاتی در توسعه و گسترش تکنولوژی و صنایع وابسته به این علم در کشورهای توسعه یافته ایفا می‌کند.

بدیهی است که توسعه و گسترش صنایع وابسته به سنگ، مستلزم آشنایی کافی با خواص فیزیکی و مکانیکی سنگ‌ها می‌باشد. به همین دلیل و به منظور آشنایی هر چه بیشتر دانشجویان عزیز و فارغ التحصیلان رشته‌های مهندسی معدن، مهندسی عمران و زمین شناسان

مهندس و با تکیه بر چندین سال تجربه آموزشی و تدریس درس مکانیک سنگ در دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد، کتاب حاضر تقدیم به کلیه علاقمندان و دوستداران این علم می‌گردد. شاید این کتاب، بتواند کمکی هر چند جزئی و مختصر در ارتقاء دانش مکانیک سنگ این عزیزان داشته باشد. کتاب حاضر در نه فصل تدوین گردیده است که در فصل اول به بررسی خواص فیزیکی سنگ‌ها پرداخته شده و در فصل دوم خواص مکانیکی سنگ‌ها نیز مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. در فصل سوم کتاب، طبقه‌بندی مهندسی توده‌های سنگی نیز بحث گردیده و در فصل چهارم، موضوع تنش و تغییر شکل در سنگ‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. فصل پنجم کتاب به بحث مقاومت برشی در سنگ‌ها پرداخته و در فصل ششم، معیارهای شکست در سنگ بحث گردیده است. فصل هفتم به موضوع نفوذپذیری و تزریق در سنگ‌ها پرداخته و فصل هشتم نیز به بحث شیروانی‌های سنگی و روش‌های تثبیت آنها اختصاص داده شده است. نهایتاً موضوع انفجار در سنگ در فصل نهم کتاب مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

در اینجا، برخود واجب می‌دانم که از آقای مهندس یاسین عبدی‌لر کمال تشکر و قدردانی را به خاطر همکاری بی دریغ و صمیمانه ایشان در تنظیم مطالب و صفحه‌آرایی کتاب به عمل آورم. از خداوند بزرگ برای ایشان توفیق روزافزون آرزو می‌نمایم.

در پایان پیشاپیش از کلیه اساتید محترم، همکاران و دانشجویان عزیز تقاضا می‌نمایم که کاستی‌ها و نقاط ضعف کتاب حاضر را به اینجانب منعکس نمایند تا انشاءالله در تجدید چاپ کتاب، نظرات ارزشمند این عزیزان اعمال گردیده و از اشکالات کتاب حاضر کاسته شود.

غلامرضا خانلری

زمستان ۱۳۸۹

فصل اول: خواص فیزیکی سنگ ها

۳..... مقدمه

۶..... ۱-۱- کمیت‌های فیزیکی و ویژگی‌های ساختاری سنگ

۶..... ۱-۱-۱. وزن مخصوص (Gm)

۶..... ۱-۱-۲. وزن مخصوص حقیقی (Gs)

۸..... ۱-۱-۳. وزن حجمی (γ_v)

۹..... ۱-۱-۴. تخلخل و ناپیوستگی‌های درون سنگ

۱۶..... ۱-۱-۵. آب محتوی

۱۹..... ۱-۱-۶. دوام پذیری

۲۱..... ۱-۱-۷. لایه‌بندی، تورق و اندازه دانه‌ها

۲۲..... ۱-۱-۸. نفوذپذیری سنگها

۲۲..... ۱-۲. شاخصهای تکنولوژیکی سنگها

۲۲..... ۱-۲-۱. سختی

۲۴..... ۱-۲-۲. سفتی

۲۵..... ۱-۲-۳. ضریب شکنندگی

۲۵..... ۱-۲-۴. ساینندگی

۲۶	۵-۲-۱. قابلیت خرد شوندگی
۲۷	۶-۲-۱. قابلیت حفاری و انفجار
۲۸	۷-۲-۱. صلابت (چقرمگی):
۲۹	۸-۲-۱. قابلیت آتشباری

فصل دوم: خواص مکانیکی سنگ ها

۳۳	مقدمه
۳۴	۱-۲. مقاومت سنگ بکر
۳۴	۱-۱-۲. اندازه گیری مقاومت فشاری سنگ بکر
۳۴	۱-۱-۱-۲. آزمون تراکم تک محوری (UCS)
۵۰	۲-۱-۱-۲. آزمونهای مقاومت ضربه ای
۵۳	۲-۱-۲. مقاومت کششی سنگ بکر
۵۶	۳-۱-۲. تعیین مقاومت کششی به روش مستقیم
۵۸	۴-۱-۲. تعیین مقاومت کششی سنگ بکر بر روش غیر مستقیم
۵۸	۱-۴-۱-۲. آزمون بار نقطه ای
۶۵	۲-۴-۱-۲. آزمون برزلی
۶۸	۳-۴-۱-۲. آزمون تیر سنگی یا آزمون خمش
۶۹	۳-۱-۲. رفتار سنگ ها در تراکم سه محوری

۷۷.....	۲-۲. توده سنگ
۸۲.....	مهم ترین ویژگی های فیزیکی درزه ها
۸۲.....	۱- تعداد دسته درزه ها (Jn)
۸۳.....	۲- امتداد و شیب درزه ها
۸۴.....	۳- بازشدگی درزه ها
۸۵.....	۴- زبری سطح درزه ها
۸۷.....	۵- مواد پر کننده درزه ها
۸۸.....	۶- فاصله درزه ها
۹۱.....	۷- پیوستگی درزه ها
۹۲.....	۸- مقاومت دیواره درزه
۹۳.....	۹- تراوش
۹۳.....	۱۰- هوازدگی
۹۴.....	۱۱- مقاومت توده سنگ
۹۵.....	۲-۳. روش های ارزیابی کیفیت توده سنگ
۹۵.....	۲-۳-۱. شاخص کیفی توده سنگ (RQD)
۹۸.....	۲-۳-۲. میانگین تناوب شکستگی ها
۹۸.....	۲-۳-۳. اندیس سرعت (VI)
۱۰۱.....	۲-۴. عوامل مؤثر بر سرعت عبور موج از سنگ (به نقل از Hence)

۱۰۲ ۵-۲- رابطه شاخص سرعت با شاخص RQD

فصل سوم: طبقه بندی مهندسی سنگ ها

۱۰۹ مقدمه

۱۱۰ ۱-۳. طبقه بندی سنگها بر اساس ژنز

۱۱۰ ۱-۱-۳. سنگهای آذرین

۱۱۰ ۲-۱-۳. سنگهای دگرگونی

۱۱۱ ۳-۱-۳. سنگهای رسوبی

۱۱۱ ۲-۲. رده بندی مهندسی سنگ

۱۱۲ ۱-۲-۳. رده بندی مهندسی سنگ بکر

۱۱۹ ۲-۲-۳. طبقه بندی پروتودیاکونوف

۱۲۰ ۳-۲-۳. رده بندی توده سنگ

۱۲۴ ۱-۳-۲-۳. رده بندی توده سنگ بر اساس تئوری بار سنگ ترزاقی

۱۲۴ ۲-۳-۲-۳. طبقه بندی شاخص کیفی توده سنگ (RQD)

۱۳۳ ۳-۳-۲-۳. طبقه بندی RMR

۱۳۸ ۴-۳-۲-۳. طبقه بندی Q

۱۴۲ مقایسه طبقه بندی Q و RMR

۱۴۳ ۵-۳-۲-۳. رده بندی لوفر یا رده بندی بر مبنای زمان پا برجائی

۱۴۵	 RSR ۶-۳-۲-۳ طبقه بندی
۱۴۶	 WC رده بندی ۷-۳-۲-۳
۱۴۸	 ۴-۲-۳ محاسبه مقاومت و مدول دگرشکلی با استفاده از طبقه بندی ها
۱۴۸	 ۱-۴-۲-۳ محاسبه مقاومت و مدول با استفاده از RMR
۱۵۲	 ۲-۴-۲-۳ برآورد مقاومت و مدول با استفاده از GSI
۱۵۳	 ۳-۴-۲-۳ برآورد مقاومت و مدول دگرشکلی با استفاده از Q
۱۵۴	 ۵-۲-۳ طبقه بندی بر اساس مقاومت و کرنش گسیختگی

فصل چهارم: تنش و تغییر شکل در سنگ ها

۱۵۹	 مقدمه
۱۶۱	 ۱-۴ واحدهای تنش
۱۶۲	 ۲-۴ تنش های اصلی
۱۶۴	 ۳-۴ تنش مؤثر
۱۶۴	 ۴-۴ تغییر شکل در سنگ ها
۱۶۵	 ۵-۴ رفتار سنگها در برابر تنشهای مساوی و تفاضلی
۱۶۶	 ۱-۵-۴ شرایط تنشهای همه جانبه مساوی
۱۶۷	 ۲-۵-۴ شرایط تنش نامساوی
۱۶۹	 ۶-۴ مدول های تغییر شکل

۱۷۰	۴-۶-۱. مدول الاستیسته (E).....
۱۷۵	۴-۶-۲. نسبت مدولی.....
۱۷۵	۴-۶-۳. نسبت پوا سون.....
۱۷۷	۴-۷. روابط ریاضی بین مدول یانگ (E) و نسبت پواسون (ν).....
۱۷۸	۴-۸. عوامل مؤثر در تغییر شکل سنگها.....
۱۷۸	۴-۸-۱. فشار همه جانبه یا فشار جانبی.....
۱۸۲	۴-۸-۲. دمای محیط.....
۱۸۵	۴-۸-۳. مدت زمان اعمال تنش.....
۱۸۶	۴-۸-۴. فشار هیدرو استاتیک.....
۱۸۹	۴-۸-۵. تأثیر نسبت تنشهای اصلی بر رفتار سنگها.....
۱۹۰	۴-۸-۶. تأثیر ناهمسانی سنگ بر مقاومت آن.....
۱۹۳	۴-۹. خزش سنگها.....

فصل پنجم: مقاومت برشی سنگ ها

۲۰۵	مقدمه.....
۲۰۵	۵-۱. مقاومت برشی سطوح گسیختگی صاف.....
۲۱۲	۵-۲. تأثیر آب بر مقاومت برشی سطوح گسیختگی صاف.....
۲۱۲	۵-۳. مقاومت برشی سطوح گسیختگی زیر.....

۲۱۸	الف - ضریب JRC
۲۲۲	ب- ضریب JCS
۲۲۳	ج - نقش مقیاس آزمایش بر ضرایب JRC و JCS
۲۲۴	۵-۵. آزمایش برش بر روی سطوح گسیختگی شیب دار
۲۲۶	تأثیر مواد پر کننده بر مقاومت برشی درزه
۲۲۷	۵-۷. تأثیر شرایط زهکشی
۲۲۸	۵-۸. اندرکنش سطح سنگ - ماده پر کننده

فصل ششم: معیارهای شکست در سنگ ها

۲۳۳	مقدمه
۲۳۴	۶-۱. انواع شکست سنگها
۲۳۷	۶-۲. معیار شکست کولمب
۲۳۷	۶-۲-۱. بررسی معیار کولمب بر اساس تنش های قائم و برشی (σ_n, τ)
۲۴۴	۶-۲-۲. بررسی معیار کولمب بر اساس تنش های بزرگ و کوچک (σ_1, σ_3)
۲۴۷	۶-۲-۳. بررسی معیار کولمب بر اساس σ_m و τ_m
۲۴۸	۶-۳. معیار شکست مور
۲۵۱	۶-۴. معیار مور - کولمب (با فرض خطی بودن رابطه مور)
۲۵۳	۶-۵. معیار کولمب - ناویر

۶-۶	معیار های شکست تجربی (برای سنگ سالم)	۲۵۵
۶-۷	معیار شکست بنیادوسکی	۲۵۸
۶-۸	معیار شکست هوک و براون	۲۵۹
۶-۹	بحث کلی در مورد شکستن سنگها	۲۶۱

فصل هفتم: نفوذپذیری و تزریق پذیری در سنگ

مقدمه	۲۶۷
۷-۱. مسیرهای هیدرولیکی در سنگ	۲۶۷
۷-۲. موقعیت و مدل جریان	۲۶۸
۷-۳. ویژگی های هیدرولیکی در سنگ ها	۲۶۹
۷-۴. تعیین ضریب تراوایی توده سنگ	۲۷۰
۷-۴-۱. آزمایش لوژان	۲۷۱
۷-۴-۲. وسایل مورد نیاز آزمایش	۲۷۴
۷-۴-۲-۱. پمپ آب	۲۷۵
۷-۴-۲-۲. مسدودکننده	۲۷۵
۷-۴-۳. نحوه انجام آزمایش لوژان	۲۷۷
۷-۴-۴. منحنی های فشار-آبخوری یا (Q-P)	۲۸۰
۷-۵. تزریق پذیری در سنگ	۲۸۳

۲۸۴ ۷-۵-۱. معیارهای انجام تزریق در سنگ

۲۹۶ ۷-۵-۲. عوامل زمین‌شناسی مؤثر در تزریق

فصل هشتم: شیروانی‌های سنگی و روش‌های تثبیت آنها

۳۰۵ مقدمه

۳۰۵ ۸-۱. دلایل لزوم مطالعه پایداری شیب‌های سنگی

۳۰۶ ۸-۲. نقش ناپیوستگی‌ها (لایه بندی، درزه، گسل) در ایجاد ناپایداری

۳۰۸ ۸-۳. انواع گسیختگی‌ها در شیب‌های سنگی

۳۰۹ ۸-۳-۱. گسیختگی صفحه ای

۳۱۱ ۸-۳-۲. گسیختگی گوه ای

۳۱۵ ۸-۳-۳. گسیختگی واژگونی

۳۱۸ ۸-۳-۳-۱. واژگونی خمشی

۳۲۰ ۸-۳-۳-۲. واژگونی بلوکی

۳۲۰ ۸-۳-۳-۳. واژگونی بلوکی - خمشی

۳۲۲ ۸-۴. تحلیل پایداری شیروانی‌های سنگی:

۳۲۴ ۸-۵. فاکتور اطمینان

۳۲۶ ۸-۶. اثر وجود آب در سطح لغزش

۳۲۹ ۸-۷. اطلاعات مورد نیاز برای تحلیل پایداری

- ۸-۸. روش‌های مختلف تحلیل پایداری ۳۳۰
- ۸-۸-۱. محاسبه ضریب اطمینان در حالت گسیختگی صفحه‌ای ۳۳۱
- ۸-۸-۱-۱. تحلیل گسیختگی صفحه‌ای به روش گرافیکی ۳۳۸
- ۸-۸-۲. تحلیل گسیختگی گوه‌ای ۳۴۱
- ۸-۸-۲-۱. شناخت هندسه گوه ۳۴۲
- ۸-۸-۲-۲. تحلیل پایداری گسیختگی گوه‌ای با در نظر گرفتن چسبندگی و فشار آب ۳۴۵
- ۸-۸-۳. گسیختگی دایره‌ای ۳۴۷
- ۸-۸-۴. گسیختگی واژگونی ۳۴۷
- ۸-۹. عوامل موثر در ناپایداری شیب‌های سنگی ۳۵۲
- ۸-۹-۱. نیروی ثقل ۳۵۳
- ۸-۹-۲. هندسه دامنه ۳۵۳
- ۸-۹-۳. ساختارهای زمین‌شناسی ۳۵۴
- ۸-۹-۴. اثر لیتولوژی ۳۵۴
- ۸-۹-۵. وضعیت تنش ۳۵۴
- ۸-۹-۶. بارگذاری ۳۵۵
- ۸-۹-۷. زمین لرزه و ارتعاشات مصنوعی ۳۵۵
- ۸-۹-۸. آبهای زیرزمینی ۳۵۷
- ۸-۹-۹. تاثیر آب و هوای منطقه ۳۵۸

۳۵۸	۱-۹-۹-۸. ریزش‌های جوی
۳۵۹	۲-۹-۹-۸. هوازدگی
۳۵۹	۳-۹-۹-۸. اثر یخزدگی
۳۵۹	۱۰-۹-۸. وجود گیاهان
۳۶۰	۱۱-۹-۸. فعالیت‌های انسانی
۳۶۰	۱۲-۹-۸. سایر عوامل
۳۶۰	۱۰-۸. روش‌های مختلف پایدار سازی شیب‌های سنگی
۳۶۱	۱-۱۰-۸. تغییر هندسه دامنه
۳۶۲	۲-۱۰-۸. زهکشی آبها
۳۶۴	۳-۱۰-۸. استفاده از تمهیدات مهندسی و سازه‌های پایدار کننده

فصل نهم: انفجار در سنگ

۳۷۹	مقدمه
۳۸۱	۱-۹. مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر انفجار
۳۸۱	۱-۱-۹. نوع، وزن و توزیع مواد منفجره
۳۸۳	۲-۱-۹. قطر چال انفجار
۳۸۵	۳-۱-۹. بار مؤثر
۳۹۵	۴-۱-۹. فاصله‌گذاری مؤثر

- ۳۹۶ ۵-۱-۹. عمق اضافه حفاری
- ۳۹۷ ۶-۱-۹. شیب چال حفاری
- ۳۹۸ ۷-۱-۹. طول سیمان کاری
- ۳۹۹ ۸-۱-۹. ترتیب شروع آتشباری مواد منفجره در یک طرح انفجار
- ۴۰۱ ۲-۹. تاثیر ویژگی های سنگ در آتشکاری
- ۴۰۱ ۱-۲-۹. ساختار سنگ
- ۴۰۳ ۲-۲-۹. مقاومت فشاری دینامیکی
- ۴۰۳ ۳-۲-۹. مدول الاستیسیته
- ۴۰۴ ۴-۲-۹. چگالی:
- ۴۰۴ ۵-۲-۹. تخلخل
- ۴۰۴ ۶-۲-۹. اصطکاک داخلی
- ۴۰۵ ۷-۲-۹. آب بین شکافی
- ۴۰۵ ۸-۲-۹. تنش های استاتیکی برجا
- ۴۰۶ ۳-۹. طراحی یک انفجار تولیدی
- ۴۱۵ ۴-۹. شرایط لازم برای یک آتشباری مناسب
- ۴۱۶ ۵-۹. انواع روش های آتشباری
- ۴۱۸ ۱-۵-۹. روش آتشباری آرام
- ۴۲۰ ۲-۵-۹. آتشباری با روش پیش شکافتگی

۴۲۰ ۹-۶. ضایعات وارد بر سازه‌های زیرزمینی مجاور

۴۲۳ واژه نامه

۴۳۳ منابع

۴۴۱ پیوست

www.ketab.ir

مکانیک سنگ یکی از شاخه های علم ژئوتکنیک است که به بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی سنگ ها و تغییر شکل پذیری آنها در برابر میدانهای تنش می پردازد. علم مکانیک سنگ علم مشترک رشته های معدن، عمران، مهندسی نفت، زمین شناسی مهندسی و ژئوفیزیک محسوب می گردد. مکانیک سنگ ارتباط نزدیکی با احداث سازه های مهندسی از قبیل تونل سازی، سدسازی، جاده سازی، احداث مترو، احداث مخازن ذخیره آب، گاز و نفت، مهندسی زلزله و غارشناسی دارد. به همین دلیل، این علم گسترش روز افزون و کاربرد وسیعی در رشته های زمین شناسی مهندسی، مهندسی عمران و مهندسی معدن دارد. مکانیک سنگ نقش اساسی و حیاتی در توسعه و گسترش تکنولوژی و صنایع وابسته به این علم در کشورهای توسعه یافته ایفا می کند.

مکانیک سنگ را می توان دانش نظری و عملی از رفتار مکانیکی سنگ ها تعریف نمود. از طرفی، مکانیک سنگ ارتباط بسیار نزدیکی با شاخه ای از علم مکانیک دارد که به بررسی میدان های تنش در مناطق سنگی می پردازد. از این دیدگاه، مکانیک سنگ نگرشی خاص به حل مسائل مکانیکی سنگ ها دارد، خصوصاً در مکان هایی که سنگ به عنوان سنگ پی و زیر بنای سازه های مهندسی مورد استفاده قرار می گیرد و یا در مناطقی که سنگ به عنوان مصالح ساختمانی مورد استفاده می باشد. مکانیک سنگ علمی است که کمک و راهنمای مهندسینی است که به کار احداث سازه ها در مکان های سنگی می پردازند. این سازه ها شامل مواردی از قبیل احداث تونل ها اعم از تونل های مترو، استخراج و یا زهکشی بوده و یا مواردی مانند حفر گودال ها و یا مکان های انتخاب شده جهت احداث راکتورهای تولید انرژی و یا مخازن ذخیره نفت و گاز و آب می باشند. اگر چه، عملاً علم مکانیک سنگ در معادن روباز و یا معادن

زیرزمینی و یا بریدگی حاشیه جاده‌ها و یا جناحین سدها بیشتر مورد استفاده قرار گرفته و از اهمیت بیشتری برخوردار است.

از آنجایی که خواص مهندسی و مکانیکی سنگ‌ها با خواص سایر مواد مانند فلزات یا چوب کاملاً متفاوت است، لذا سنگ به عنوان یک ماده هتروژن و آنیزوتروپیک عمل می‌کند. به همین دلیل، لزوم مطالعه خواص مهندسی سنگ‌ها نسبت به سایر مواد از اهمیت بیشتری برخوردار است. حضور ساختمان‌های مختلف زمین‌شناسی از قبیل درزه‌ها و شکستگی‌ها، چین خوردگی‌ها و سطوح لایه بندی، گسل‌ها و سایر ساختمان‌های زمین‌شناسی، موضوع مطالعه رفتار مهندسی توده‌های سنگی را دشوارتر می‌سازد. بطور کلی خواص فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و هیدرولیکی سنگ‌ها، رابطه مستقیمی با منشأ آنها دارد و کاملاً تحت تأثیر فرایندها و یا اتفاقاتی است که در طول عمر سنگ بر آن گذشته است. از طرفی ویژه گی‌های لیتولوژیکی سنگ‌ها بستگی به نوع سنگ، ترکیب کانی شناسی، بافت و یا نوع سیمان سنگ دارد.

بر همین اساس و بر مبنای ژنز سنگ، از نقطه نظر زمین شناسی، سنگ‌ها به سه گروه اصلی آذرین، رسوبی و دگرگونی تقسیم می‌شوند. بنابراین شناخت و آشنایی با نوع سنگ، می‌تواند کمک مؤثری در پیش‌بینی خواص و رفتار مهندسی اغلب سنگ‌ها نماید.

در مجموع، به دلیل پیچیدگی رفتاری سنگ‌ها در برابر میدان‌های تنش، ذکر نام سنگ به تنهایی نمی‌تواند معرف وضعیت رفتاری و یا کیفیت مهندسی آن سنگ باشد، به نحوی که اکتفا کردن به ذکر نام سنگ به تنهایی در پاره ای از موارد، می‌تواند منجر به ایجاد اشتباه در درک و شناسایی خواص مهندسی سنگ‌ها گردد. لذا به منظور بررسی مهندسی سنگ‌ها، توصیف کاملی از سنگ همراه با ذکر نام زمین‌شناسی آن ضروری است. برای این منظور، در گزارش‌های مکانیک سنگ و یا زمین‌شناسی مهندسی باید به توصیه‌های ISRM و ASTM توجه کافی مبذول گردد. البته طبیعی است که در یک نگاه ساده، دانستن نام سنگ می‌تواند تا

حدودی به ارزیابی اولیه از خواص فیزیکی یا مکانیکی آن سنگ کمک نماید. به عنوان مثال ذکر نام شیل می‌تواند یادآور پاره ای از خواص مهندسی آن از قبیل تورم پذیری (Swelling) و یا انقباض (Shrinkage) برای این سنگ باشد.

از طرف دیگر، ذکر نام سنگی مانند کوارتزیت، می‌تواند معرف و یادآور یک سنگ تمام کریستالین و مقاوم باشد. لذا طبیعی است که رفتار فیزیکی و مکانیکی سنگ‌ها، نشأت گرفته از خواص فیزیکی و مکانیکی کانی‌های تشکیل دهنده آن‌ها و شرایط تشکیل هر سنگ باشد.

در مباحث عمومی مکانیک، زمانی که به بررسی رفتار مکانیکی جامدات پرداخته می‌شود، بنای کلی بر این است که این مواد هموزن، پیوسته و ایزوتروپ هستند که در اینصورت به آنها مصالح هموزن یا Non Directional گفته می‌شود. این گونه مصالح، دارای رفتار خطی و الاستیک هستند. اما سنگ‌ها به دلیل شرایط خاص تشکیل آنها (ژنز) و همچنین ترکیب کانی شناسی و شرایط تکتونیکی حاکم بر آنها، اساساً مشمول مواد هموزن نمی‌گردند. زیرا سنگ‌ها دارای تخلخل و درز و شکاف بوده و ساختارهایی مانند درزه، لایه‌بندی، گسل، چین و شکستگی در آن‌ها دیده می‌شوند که همگی از فاکتورهایی هستند که بر رفتار مهندسی توده سنگ اثر مستقیم می‌گذارند. به طوری که تشخیص مکانیسم رفتار ناپیوستگی‌ها در توده‌های سنگی از مسئولیت‌های مهم مهندسی است که با سازه‌های سطحی و یا معادن روباز و یا زیرزمینی سروکار دارند. از آنجایی که ناپیوستگی‌ها از فاکتورهای مهم و مؤثر در لغزش و یا فرو افتادن بلوک‌های سنگی می‌باشند، لذا موضوع مطالعه ناپیوستگی‌ها در سنگ از مسائل بسیار پر اهمیت در مکانیک سنگ است. از طرفی به دلیل حضور کانی‌های مختلف و یا جهت دار بودن کانی‌های تشکیل دهنده توده سنگ، گاه‌ها سنگ می‌تواند بدون حضور ناپیوستگی‌ها خود بخود در قالب یک ماده هتروژن عمل نماید. به نحوی که سنگ در جهات مختلف رفتار و خواص مکانیکی مختلفی را از خود نشان دهد. به عنوان مثال سنگ‌های رسوبی لایه‌دار عیناً

این رفتار را از خود نشان می‌دهند. با توجه به اهمیت موضوع و کاربردهای وسیع علم مکانیک سنگ در اجرای پروژه‌های مهندسی، در زیر به مهمترین موارد کاربرد علم مکانیک سنگ اشاره می‌گردد:

- ارزیابی کمی خطرات زمین‌شناسی در محل احداث سازه‌های مهندسی
- ارزیابی قابلیت برش (Cut ability) و قابلیت حفاری (Drill ability) و همچنین طراحی ابزار برش و حفاری در سنگ
- انتخاب و آماده‌سازی مصالح ساختمانی سنگی جهت استفاده در کارهای عمرانی
- انتخاب نوع سازه متناسب با شرایط فیزیکی و مکانیکی سنگ های محل
- موارد مربوط به آنالیز و بررسی دگر شکلی ها در توده سنگ
- آنالیز پایداری شیروانی های سنگی
- مباحث انفجار در سنگ و روش های کنترل آن
- موارد مربوط به طراحی سیستم های نگهدارنده در تونل ها و دیوارهای حایل
- بررسی مسائل هیدرولیکی و چگونگی جریان آب در توده سنگ