

مبانی کانی شناسی رسها

تالیف :

دکتر مرتضی رزم آرا

دکتر محمد غفوری

اعضای هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

سرشناسه:	رزم آراء، مرتضی، ۱۳۳۹ -
عنوان و پدیدآور:	مبانی کانی شناسی رسها/ تالیف مرتضی رزم آراء، محمد غفوری.
مشخصات نشر:	مشهد: واژگان خرد، ۱۳۸۵.
مشخصات ظاهری:	۲۴۸ ص.: مصور.
شابک:	(ISBN: 964-8931-06-2).
وضعیت فهرست نویسی:	فینا
یادداشت:	ص.ع. به انگلیسی: The Principles of Clay Minerals
یادداشت:	کتابنامه
یادداشت:	واژه نامه
موضوع:	خاک رس - - تجربه و آزمایش.
موضوع:	سنگ معدن رسی.
شناسه افزوده:	غفوری، محمد، ۱۳۳۳ -
رده بندی کنگره:	۳م ۲ ر ۴۷۱ / ۳/ QE
رده بندی دیویی:	۵۴۹/۶
شماره کتابخانه ملی:	۴۶۸۵۳-۸۵م



انتشارات
واژگان خرد

مشهد. خیابان فلسطین، فلسطین ۲۶، پلاک ۲۶، تلفن: ۷۶۱۶۶۲۳
http://www.nakhaie.com E-mail: irangraphics@yahoo.com

مبانی کانی شناسی رسها

تألیف: دکتر مرتضی رزم آراء - دکتر محمد غفوری
وزیری، ۲۴۸ صفحه، ۱۰۰۰ نسخه، چاپ اول - بهار ۱۳۸۶
چاپ: مؤسسه چاپ دانشگاه فردوسی
شابک: ۲-۶-۸۹۳۱-۹۶۴ (ISBN: 964-8931-06-2)

قیمت: ۳۴۰۰۰ ریال

حق چاپ محفوظ

سپاس خدای هستی بخش را که به انسان توانایی آموختن و تفکر آموخت تا بتواند گامهایی هر چند کوچک، در مسیر شناخت شگفتی‌های خلقت بردارد. در این مسیر هر چه از ابزارهای پیشرفته‌تر استفاده شود، امکان فهم پدیده‌هایی که کمتر در معرض دید بشر بوده‌اند، بهتر وجود خواهد داشت. به کمک روشهای پیشرفته علمی، شناخت مجهولات پیچیده، سریعتر و کارآتر شده و روشهای متعددی برای جمع آوری داده‌ها به صورت سیستم‌های طراحی سازماندهی شده ابداع شده است. در این سیستم‌ها، داده‌های خام به صورتهای گوناگون جمع آوری، ذخیره، پردازش، آنالیز و به روشهای مختلف ارائه می‌شود.

هدف از تالیف این کتاب آشنایی با مبانی کانیهای رسی، خانواده رسها و رفتارهای آنها، فراهم آوردن زمینه‌ای برای استفاده بهتر پژوهشگران از کانیهای رسی جهت شناخت بهتر خواص و فاکتورهای کنترل‌کننده تغییر خواص آنها در مقیاس‌های میکروسکوپی و میکروسکوپی می‌باشد. گرچه شناسایی تفصیلی ریزساختارها به کمک میکروسکوپیهای الکترونی، مورد علاقه دانشمندان علوم مختلف می‌باشد اما هر کدام از آنها به بررسی جنبه ویژه‌ای از آن می‌پردازند. مطالعات تفصیلی کانیهای رسی، ساختار درونی بلورها و کانیها نیز اطلاعات باارزشی در مورد درک رفتارهای پیچیده آنها، منشأ، کاربرد و منابع باارزش زمین در اختیار زمین‌شناسان قرار می‌دهد.

دو پدیده مهم، باعث پیشرفت‌های بزرگی در مطالعه کانیهای رسی شد. اولین آنها، قابلیت‌های محاسباتی و کامپیوتری است که در زمانهای خیلی کوتاهی نسبت به گذشته امکان‌پذیر می‌باشد. دوم، دریافت این واقعیت بود که در طی آزمایشات آنها، سعی شد که در یک آزمایش واحد و نه آزمایشهای متعدد جداگانه برای اخذ بیشترین اطلاعات ممکن بهره‌برداری شود. با استفاده از روشهای پیشرفته میکروآنالیز دقیق کانیهای رسی، نه تنها داده‌های دقیقتری در مورد این نمونه‌ها را فراهم می‌آید بلکه فرآیندهای تکاملی و برهم‌کنش‌هایی را که این کانیها در طول زمان متحمل شده‌اند نیز تا اندازه زیادی می‌تواند روشن شوند.

در اینجا لازم است از تمامی همکاران محترمی که با کمکهای بیدریغ خود در تهیه این مجموعه، نهایت سعی و کوشش خود را به عمل آورده‌اند، تشکر نمایم. از آقای دکتر غلامرضا لشکری پور به خاطر ویراستاری کتاب و آقایان کدکنی و نخعی در چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد که زحمت چاپ این کتاب را به عهده داشته‌اند، نهایت سپاسگزاری را داریم.

مرتضی رزم‌آرا - محمد غفوری

(فروردین ۱۳۸۶)

www.ketab.ir

پیشگفتار (۲)

ما در جهانی شگفت انگیز از علم و دانش بسر می‌بریم. علم برای ما جهانی پر از عجایب ساخته است. علم و دانش آنچنان در زندگی بشر تأثیر دارد که می‌توان گفت آتی نمی‌گذرد که ما از آن متأثر نشویم. این کتاب به عنوان یک راهنما در مورد کانیهای رسی به کلیدی می‌ماند که با آن می‌توان درهایی را گشود و آنچه را که در ماوراء دید ظاهری است، مشاهده نمود. این کتاب همه چیز را درباره‌ی علم کانی شناسی رسها به شما نمی‌آموزد، هیچ کتابی نمی‌تواند شامل همه دانستیها باشد، ولی این را باید تأکید نمود که هر چه از این علم دانسته شود، تجربه‌ای است که در دید شما نفوذ فراوان خواهد کرد.

ما در مجموعه شرکت مهندسی مشاور کاوش پی مشهد و مؤلفین، این کتاب را به یاد شهیدانی که زندگی خود را وقف تلاش در راه بنای جهانی بهتر برای نسل آینده نموده‌اند، تهیه کرده‌ایم. ما می‌توانیم از اطلاعات و شواهد بسیار ارزنده‌ای که آنها و دیگران ارائه داده و می‌دهند به درستی نتیجه‌گیری کنیم. ما به هوش و ذات و تعهد آنها عمیقاً احترام می‌گذاریم و برتر از آن عاطفه‌ی خارق‌العاده آنها را تقدیر نموده، از آن الهام می‌گیریم.

رازی که بر غیر نگفتیم و نگوییم

با دوست بگوییم که او محرم راز است

شرکت مهندسی مشاور کاوش پی مشهد
حسن شجاعی

کلمات مخفف (Abbreviations)

AAS	طیف سنجی جذب اتمی
AEM	میکروسکوپ الکترونی آنالیزی
ASEM	میکروسکوپ الکترونی روبشی آنالیزی
C.P.S	شمارش در ثانیه
CL	کاتدولومینسانس
EDS	طیف نمایی تفکیک انرژی (آنالیز تفکیک انرژی)
EPMA	الکترون مایکروپروب میکروآنالیز
ESEM	میکروسکوپ الکترونی روبشی زیست محیطی
FESEM	میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی
HRASEM	میکروسکوپ الکترونی روبشی آنالیزی با قدرت تفکیک بالا
HRTEM	میکروسکوپ های الکترونی تراگسیل با قدرت تفکیک بالا
EPMA	ریز کاوشگر الکترونی (الکترون پروب مایکروآنالیز)
H.V.TEM	میکروسکوپ الکترونی تراگسیل با ولتاژ بالا
LT-SEM	میکروسکوپ های الکترونی روبشی درجه حرارت پایین
LV-SEM	میکروسکوپ الکترونی روبشی ولتاژ پایین
IMP	مایکروپروب یونی
SEI	نصاویر ایجاد شده توسط الکترون های ثانویه
SEM	میکروسکوپ الکترونی روبشی
SFM	میکروسکوپ نیرو روبشی
SIMS	طیف سنجی جرمی یونی ثانویه
SPM	میکروسکوپ الکترونی کاوشی روبشی
SRS	منبع تشعشع سینکروترون

STEM	میکروسکوپ الکترونی تراکسیل روبشی
STM	میکروسکوپ تونلی روبشی
TEM	میکروسکوپ الکترونی تراکسیل
UHV	خلا فوق العاده بالا
WDS	طیف نمایی تفکیک طول موج
XRF	طیف سنجی فلورسنس پرتو X
XPS	طیف سنجی فوتوالکترون پرتو X
XRD	پراش پرتو X

www.ketab.ir

فهرست

۵	پیشگفتار
۹	کلمات مخفف
	فصل اول : کلیات
۲۱	۱-۱- مقدمه
۲۳	۲-۱- مشخصات اساسی خاکها
۲۳	۳-۱- خاک از دیدگاه مهندسی
۲۴	۴-۱- توصیف و طبقه‌بندی خاک
۲۵	۵-۱- ارتباط کانی‌شناسی رسها با شاخه‌های دیگر علوم
۲۵	۶-۱- دلایل اهمیت کانیهای رسی
۲۶	۷-۱- کانیهای رسی
۲۸	۸-۱- طرح کتاب
۲۸	۹-۱- مباحث اساسی کتاب
	فصل دوم: چگونگی تشکیل خاکهای رسی
۳۱	۱-۲- مقدمه
۳۴	۲-۲- هواز دگی و آلتراسیون
۳۴	۱-۲-۲- هواز دگی فیزیکی
۳۵	۲-۲-۲- هواز دگی شیمیایی
۳۸	۳-۲-۲- هواز دگی بیولوژیکی
۳۹	۳-۲- فاکتورهای مشارکت کننده در تشکیل خاکهای رسی

- ۴۱ ۲-۳-۱- آب و هوا
- ۴۲ ۲-۳-۲- ارگانيسم‌ها
- ۴۲ ۲-۳-۳- رليف
- ۴۶ ۲-۳-۴- سنگ مادر
- ۴۸ ۲-۳-۵- زمان
- ۴۹ ۲-۴-۱- انواع نهشته‌های حاصل از هوازدگی
- ۵۵ ۲-۵- حالت‌های عمده تشكيل رسها
- ۵۵ ۲-۵-۱- رسهای آواری
- ۵۵ ۲-۵-۲- رسهای درجازا
- ۵۵ ۲-۵-۳- رسهای ديارزنتيك
- ۵۶ ۲-۵-۴- رسهای آواری عهد‌حاضر
- ۵۶ ۲-۶- رس چیست؟
- ۵۷ ۲-۷- انواع کانیهای رسی
- ۵۹ ۲-۸- رخدادهای زمین‌شناسی کانیهای رسی
- ۵۹ ۲-۸-۱- رخدادهای زمین‌شناسی کانیهای گروه اسمکتيت
- ۶۰ ۲-۸-۱-۱- انواع بنتونيت
- ۶۱ ۲-۸-۲- رخدادهای زمین‌شناسی کانیهای گروه کائولینيت
- ۷۱ ۲-۹- کانی‌شناسی کانیهای رسی
- ۷۱ ۲-۹-۱- کانی‌شناسی کانیهای گروه اسمکتيت
- ۶۳ ۲-۹-۲- کانی‌شناسی کائولن
- ۶۳ ۲-۹-۳- کانی‌شناسی ورمیکوليت
- ۶۴ ۲-۹-۴- کانی‌شناسی بال‌کلی
- ۶۴ ۲-۱۰- منشا کانیهای رسی
- ۶۴ ۲-۱۰-۱- منشا گروه اسمکتيت
- ۶۶ ۲-۱۰-۲- منشا بنتونيت
- ۶۸ ۲-۱۰-۳- منشا کائولینيت
- ۶۸ ۲-۱۰-۴- منشا ورمیکوليت

۶۸	۵-۱۰-۲- منشا ایلیت
۷۰	۶-۱۰-۲- منشا و چگونگی تشکیل رس توپی (Ball clay)
۷۱	۷-۱۰-۲- دیگر فیلسیلیکاتها
۷۱	۱-۷-۱۰-۲- سپولیت
۷۲	۸-۱۰-۲- دیگر خاک‌های رسی
۷۲	۱-۸-۱۰-۲- خاک رس رنگزدا (Fuller's earth)
۷۲	۲-۸-۱۰-۲- رس پفی (Bloating Clay)
۷۲	۳-۸-۱۰-۲- رس دیرگداز (fire clay)
۷۲	۴-۸-۱۰-۲- رس معمولی و شیل
	فصل سوم: ساختار و طبقه بندی رسها
۷۳	۱-۳- مقدمه
۷۴	۲-۳- بلوک‌های ساختاری مینا در (فیلسیلیکاتها)
۷۴	۱-۲-۳- ساختار رسهای سیلیکاته لایه‌ای
۷۴	۱-۲-۲-۳- ساختن بلوک‌ها : لایه‌های تتراهدري و اکتاهدري
۷۴	۲-۲-۲-۳- صفحات تتراهدري
۷۶	۳-۲-۲-۳- صفحات اکتاهدري
۸۲	۳-۲-۳- لایه واحد و ناحیه درون‌لایه‌ای
۸۲	۴-۲-۳- بلور یا مولکولهای بهم پیوسته واحد = ذرات منفرد
۸۲	۵-۲-۳- جانشینی هم‌ریختی
۸۲	۶-۲-۳- خلاصه بحث فیلسیلیکاتها
۸۲	۳-۳- معیارهای طبقه‌بندی فیلسیلیکاتها
۸۴	۴-۳- طبقه بندی رسها
۸۴	۱-۴-۳- رسهای سیلیکاته لایه‌ای
۸۷	۲-۴-۳- خاک رسهای اکسیدی فلزی (Sesquioxide Clays)
۸۷	۳-۴-۳- مواد آمورف : آلفانها و ایموگولیت‌ها
۸۸	۴-۴-۳- دیگر کانیهای همراه رسها : کربناتها و کانیهای سولفاته

۸۸	۳-۵- ساختار فیلولسیلیکاتها
۸۸	۳-۶- گروه میکا
۹۱	۳-۷- میکاهای آبدار
۹۳	۳-۸- طبقه‌بندی کانیه‌های رسی بر مبنای ساختار
۹۴	۳-۹- معیارهای طبقه‌بندی رسها
۹۷	۳-۱۰- طبقه‌بندی کانیه‌های رسی
۹۸	۳-۱۰-۱- کانیه‌های رسی دارای ساختار 1:1
۹۸	۳-۱۰-۲- مشخصات کانیه‌های نوع 1:1
۹۹	۳-۱۰-۳- فیلولسیلیکاتها و کانیه‌های رسی دارای ساختار 2:1
۱۲	۳-۱۱- طبقه‌بندی کانیه‌های رسی بر مبنای کانی‌شناسی
۱۰۲	۳-۱۱-۱- گروه کائولینیت
۱۰۲	۳-۱۱-۱-۱- مشخصات گروه کائولینیت
۱۰۴	۳-۱۱-۱-۲- کانی کائولینیت
۱۰۶	۳-۱۱-۱-۲- دیکیت
۱۰۷	۳-۱۱-۱-۳- نکریت
۱۰۷	۳-۱۱-۱-۴- هالوزیت
۱۰۸	۳-۱۱-۲- گروه ایلیت
۱۰۹	۳-۱۱-۲-۱- کانی ایلیت
۱۱۰	۳-۱۲- گروه اسمکتیت
۱۱۰	۳-۱۲-۱- مشخصات گروه مونتموریلونیت
۱۱۱	۳-۱۲-۲- کانی مونتموریلونیت
۱۱۴	۳-۱۳- گروه ورمیکولیت
۱۱۶	۳-۱۳-۱- کانی ورمیکولیت
۱۱۷	۳-۱۴-۱- گروه پالیگورسکیت
۱۱۷	۳-۱۴-۱-۱- سپیولیت
۱۱۹	۳-۱۵- دیگر کانی‌های رسی
۱۱۹	۳-۱۵-۱- رسهای لایه ای مختلط

۱۲۰	۱۶-۳- دیگر کانیهای فیلسیلیکات
۱۲۰	۱-۱۶-۳- گروه کلریت
۱۲۳	۱۷-۳- مقایسه ساختارها
	فصل چهارم: خصوصیات فیزیکی خاکهای رسی
۱۲۵	۱-۴- مقدمه
۱۲۵	۲-۴- اجزاء اصلی خاک
۱۲۵	۳-۴- طبقه‌بندی خاکها
۱۲۷	۴-۴- خصوصیات خاک
۱۲۸	۵-۴- دانه‌بندی و محدوده اندازه دانه‌ها در خاکها
۱۲۹	۱-۵-۴- اندازه دانه‌ها در خاک
۱۲۹	۶-۴- خواص فیزیکی خاک
۱۳۰	۷-۴- رنگ خاک
۱۳۱	۸-۴- قانون استوک
۱۳۱	۹-۴- خصوصیات فیزیکی کانیهای رسی
۱۳۱	۱-۹-۴- اندازه ذرات رس
۱۳۱	۲-۹-۴- شکل ذرات رس
۱۳۳	۳-۹-۴- اندیس‌هایی در مورد شکل ذرات
۱۳۳	۱۰-۴- ساخت خاک یا ساختار خاک
۱۳۵	۱-۱۰-۴- انواع ساخت خاک
۱۳۶	۱-۱۰-۴- ساخت دانه‌ای
۱۳۷	۲-۱۰-۴- ساخت دانه‌ای منفرد
۱۳۷	۳-۱۰-۴- ساخت صفحه‌ای
۱۳۸	۴-۱۰-۴- ساخت ستونی و منشوری
۱۳۸	۵-۱۰-۴- ساخت بلوکی
۱۴۰	۱۱-۴- ساخت کانیهای رسی
۱۴۱	۱-۱۱-۴- ریزساختار

- ۱۴۳-۱۲-۴- مکانیسم‌های تجمع و اتصال اجزاء تشکیل دهنده خاک
- ۱۴۴-۱-۱۲-۴- نظریه راسل (Russell's theory)
- ۱۴۴-۱-۱-۱۲-۴- معیارهای تشکیل ذرات کوچک خاک
- ۱۴۵-۲-۱۲-۴- نظریه ارتباط توسط یون کلسیم
- ۱۴۵-۳-۱۲-۴- ساختار رس - آب
- ۱۴۵-۴-۱۲-۴- مفهوم مجاورت سطح - یال
- ۱۴۶-۵-۱۲-۴- مدل امرسون (Emerson's model)
- ۱۴۶-۶-۱۲-۴- نظریه شبه بلوری (Quasi crystal) -
- ۱۴۶-۷-۱۲-۴- نظریه دومن رسی (clay domain)
- ۱۴۷-۸-۱۲-۴- نظریه پیوند (توسط مواد) آلی
- ۱۴۷-۹-۱۲-۴- نظریه مجموعه‌های میکروسکوپی تشکیل دهنده خاک
- ۱۴۸-۱۰-۱۲-۴- مدل تسلسلی تجمع
- ۱۴۸-۱۱-۱۲-۴- مدل هسته ای POM
- ۱۴۸-۱۳-۴- عوامل موثر بر آگرگاتی شدن
- ۱۴۸-۱۴-۴- پوسته‌ای شدن یا انسداد سطحی (surface seal)
- ۱۴۹-۱-۱۴-۴- انواع پوسته
- ۱۴۹-۱۵-۴- بافت خاک
- ۱۵۰-۱-۱۵-۴- تفاوت خاکهای با بافت دانه ریز با خاکهای با درشت دانه
- ۱۵۱-۲-۱۵-۴- برآورد بافت خاک
- ۱۵۳-۳-۱۵-۴- رده بافتی
- ۱۵۴-۱۶-۴- فابریک در کانیهای رسی
- ۱۵۴-۱-۱۶-۴- روشهای مطالعه فابریک
- ۱۵۴-۱۷-۴- تخلخل
- ۱۵۵-۱۸-۴- نفوذپذیری خاک
- ۱۵۵-۱۹-۴- رطوبت خاک
- ۱۵۵-۲۰-۴- خلل و فرج
- ۱۵۶-۲۱-۴- چگالی خاک

فصل پنجم: فرآیندهای موثر در تشکیل خاکهای رسی

۱۵۷	۱-۵- مقدمه
۱۵۷	۱-۱-۵- هوازدگی
۱۵۷	۱-۱-۱-۵- مکانیسم هوازدگی شیمیایی در تشکیل کانیهای رسی
۱۶۰	۱-۱-۲-۵- نرخ واکنش
۱۶۳	۱-۲-۵- جذب
۱۶۳	۱-۳-۵- آگرگاتی شدن
۱۶۳	۱-۴-۵- قلیایی شدن
۱۶۳	۱-۵-۵- جایگزین شدن توسط کلسیم
۱۶۳	۱-۶-۵- کمپلکس فلزی به کمک عوامل ارگانیک
۱۶۳	۱-۷-۵- تراکم، فشردگی
۱۶۳	۱-۸-۵- از دست دادن کلسیم
۱۶۳	۱-۹-۵- تجزیه شیمیایی
۱۶۳	۱-۱۰-۵- دهیدراسیون
۱۶۳	۱-۱۱-۵- نهشته شدن
۱۶۳	۱-۱۲-۵- نمکزدایی
۱۶۳	۱-۱۳-۵- سیلیس زدایی
۱۶۳	۱-۱۴-۵- پخش، نفوذ
۱۶۴	۱-۱۵-۵- جدایش آگرگاتها
۱۶۴	۱-۱۵-۵- پراکنش
۱۶۴	۱-۱۶-۵- تبادل انرژی
۱۶۴	۱-۱۷-۵- فرسایش
۱۶۴	۱-۱۸-۵- اکسیدشدن آهن
۱۶۴	۱-۱۹-۵- انعقاد
۱۶۴	۱-۲۰-۵- ژله ای شدن
۱۶۴	۱-۲۱-۵- هیدراسیون
۱۶۴	۱-۲۲-۵- هیدرولیز

- ۱۶۵ ۵-۱-۲۶-انعقاد (Flocculation) و عدم انعقاد
۱۶۶ ۵-۱-۲۷-اکسایش (Oxidation)

فصل ششم: روشهای عمده شناسایی کانیهای رسی

- ۱۶۷ ۶-۱-مقدمه
۱۶۸ ۶-۲-پراش پرتو ایکس (XRD)
۱۶۸ ۶-۲-۱-آماده سازی نمونه کانیهای رسی برای XRD
۱۷۱ ۶-۲-۲-ارزیابی نمونه
۱۷۲ ۶-۳-آنالیزهای حرارتی (DTA)
۱۷۳ ۶-۴-میکروسکوپ‌های الکترونی
۱۷۴ ۶-۴-۲-میکروسکوپ‌های الکترونی روبشی (SEM)
۱۷۵ ۶-۴-۲-۱-شناسایی کانیهای رسی با استفاده از تصاویر توپوگرافیک
۱۷۷ ۶-۴-۲-۲-تصاویر حاصل از اختلاف ترکیب
۱۷۸ ۶-۴-۲-۳-کاتدولومینسانس (CL)
۱۷۹ ۶-۴-۲-۴-نگاشت پرتو X
۱۸۰ ۶-۴-۲-میکروسکوپ‌های الکترونی تراکسیل (TEM)
۱۸۴ ۶-۵-سطح ویژه
۱۸۴ ۶-۶-ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)
۱۸۴ ۶-۷-تعیین پناسیم موجود در کانی
۱۸۵ ۶-۸-آنالیزهای حرارتی-وزنی
۱۸۵ ۶-۹-دیگر روشها همچون استفاده از آنالیزهای شیمیایی و غیره
۱۸۵ ۶-۱۰-خصوصیات بارز در شناسایی رسها
۱۸۵ ۶-۱۰-۱-خصوصیات بارز در شناسایی اسمکتیت‌ها
۱۷۵ ۶-۱۰-۲-تفاوت‌های بین ورمیکولیت‌ها و اسمکتیت‌ها
۱۸۶ ۶-۱۰-۳-شناسایی کانولینیت
۱۸۶ ۶-۱۰-۴-شناسایی ایلیت

فصل هفتم: خواص کانیهای رسی

- ۱۸۹ ۷-۱-مقدمه

۱۹۰	۲-۷- خواص کانیهای رسی
۱۹۰	۱-۲-۷- خواص فیزیکوشیمیایی
۱۹۰	۲-۲-۷- خواص ژئوتکنیکی - مهندسی رسها
۱۹۱	۳-۷- کلوئیدها : کلوئید چیست؟
۱۹۳	۱-۳-۷- خواص کلوئیدی
۱۹۴	۲-۳-۷- اثر تیندال (Tyndall)
۱۹۵	۳-۴-۷- انواع کلوئیدها
۱۹۵	۴-۳-۷- انواع کلوئیدها در خاک
۱۹۶	۴-۷- دگرروانی (Thixotropy)
۱۹۷	۵-۷- سطح ویژه
۱۹۸	۱-۵-۷- اهمیت سطح ویژه
۱۹۹	۲-۵-۷- وسعت سطح ویژه
۱۹۹	۳-۵-۷- اندازه گیری سطح ویژه
۲۰۰	۶-۷- خواص بار در کانیهای رسی
۲۰۰	۱-۶-۷- لایه الکتریکی مضاعف
۲۰۳	۷-۷- ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)
۲۰۴	۸-۷- رسهای حجم متغیر
۲۰۴	۱-۸-۷- رسهای منبسط شونده
۲۴۷	۱-۱-۸-۷- تورم پذیری رسها
۲۰۷	۲-۸-۷- رسهای منقبض شونده
۲۰۷	۹-۷- پلاستیسیته خاک
۲۰۷	۱-۹-۷- نظریات در مورد پلاستیسیته خاک
۲۰۷	۲-۹-۷- فاکتورهایی مؤثر در ثابت های اتربرگ

فصل هشتم: مسائل مهم ایجاد شده توسط کانیهای رسی

۲۱۱	۱-۸- مقدمه
۲۱۱	۲-۸- واگرایی رسها و رسهای واگرا
۲۱۳	۲-۲-۸- خواص مکانیکی رسهای واگرا

۲۱۳	۸-۲-۳- خواص شیمیایی رسهای واگرا
۲۱۴	۸-۲-۴- منشا (ژنز) رسهای واگرا
۲۱۴	۸-۲-۵- آزمایشات برای مشخص نمودن رسهای واگرا
۲۱۷	۸-۳- تورم‌پذیری
۲۱۷	۸-۳- گسیختگی
۲۱۹	۸-۴- لغزش
۲۲۰	۸-۵- خزش
۲۲۲	۸-۶- عوامل خارجی شکست
۲۲۲	۸-۷- عوامل داخلی شکست
۲۲۴	۸-۸- ساختارهای نامناسب (Adverse structures)
۲۲۴	۸-۹- عوامل محرک (Triggers)
۲۲۵	۸-۱۰- طبقه‌بندی حرکت توده‌ها (Mass movement)
۲۲۶	۸-۱۱- جریان‌های گلی
۲۲۶	۸-۱۲- فرونشست
	فصل نهم
۲۲۹	۱۰-۱- واژه‌نامه (فارسی به انگلیسی)
۲۳۵	۱۰-۲- واژه‌نامه (انگلیسی به فارسی)
۲۴۱	۱۰-۳- فهرست موضوعی (فارسی)
۲۴۴	۱۰-۴- منابع