



پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین‌شناسی اقتصادی

عنوان

بررسی زمین‌شناسی و فاکتورهای کنترل‌کننده توزیع
عناصر اصلی و جزئی طی فرایندهای بتونیتی شدن در
مهرجان استان اصفهان

استاد راهنما

دکتر علی اصغر کلاگری

اساتید مشاور

مهندس علی عابدینی

دکتر مرتضی مومن زاده

پژوهشگر

معصومه اکبری

اسفند ۱۳۸۶

I

نام خانوادگی: اکبری	نام: معصومه
عنوان پایان نامه: بررسی زمین شناسی و فاکتورهای کنترل کننده توزیع عناصر اصلی و جزئی طی فرایندهای بتونیتی شدن در مهرجان استان اصفهان	
استاد راهنما: دکتر علی اصغر کلاگری استاد مشاور: مهندس علی عابدینی - دکتر مرتضی مومن زاده	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: زمین شناسی
گرایش: زمین شناسی اقتصادی	دانشگاه: تبریز
تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۶/۱۲/۲۱	تعداد صفحه: ۱۰۹
کلید واژه‌ها: بتونیت، سنگ مادر، ژئوشیمی، دگرسانی، مهرجان، عناصر نادر خاکی	
چکیده	
<p>نهشته بتونیتی مهرجان در ۳۳ کیلومتری جنوب شرق خور در استان اصفهان واقع شده است. مهم ترین سازند زمین شناسی منطقه به ترتیب از قدیم به جدید عبارتند از: چاه پلنگ، شاه کوه، بیابانک، میرزا، دره انجیر، واحدهای پیروکلاستیک ائوسن، سرخ بالایی و کواترنری. از نظر مورفولوژیکی بتونیت‌ها عمدتاً به صورت لایه‌ای و توده‌ای در ارتباط با توف‌ها می‌باشند. مطالعات کانی شناسی با روش XRD کانی‌های مونت‌موریلونیت، کوارتز، کریستوبالیت، کلسیت، کائولینیت، آلبیت، ارتوکلاز، مسکویت، هالیت را در نمونه‌ها مشخص می‌کند. با استفاده از نمودار عناصر بی‌تحرك $Zr/TiO_2 \times 0.0001 - Nb/Y$ مشخص شد که بتونیت‌ها از سنگ اولیه با ترکیب تراکی آندزیتی، آندزیتی که به شدت دگرسان شده به وجود آمده‌اند. مطالعات تغییرات جرم و الگوی نورمالیز شده عناصر نسبت به توف نشان داد که عواملی چون تلفیق ساختاری، تبادلات یونی، مکانیزم جذب یا تمرکز فیزیکی در فازهای باقی‌مانده نامحلول و تغییرات pH از دلایل غنی‌شدگی و تهی‌شدگی عناصر در بتونیت‌ها می‌باشند.</p> <p>مطالعات نشان می‌دهد بالا بودن نسبت $(La/Yb)_N$ و تفکیک HREE از LREE و عدم مشاهده آنومالی Ce ضمن فرایند دگرسانی به علت حاکم بودن شرایط قلیایی در محیط تشکیل است. با توجه به بررسی‌های ژئوشیمیایی پیشنهاد می‌شود که لاتانیدها در این نهشته عمدتاً توسط کانی‌های فسفاتی چون Monazite، Xenotime، Rhabdophane، Vitusite، Churchite و زیرکون تمرکز یافته‌اند.</p> <p>اطلاعات به دست آمده از بررسی‌های صحرایی و آزمایشگاهی نشان می‌دهند که کانسار بتونیت مهرجان بر اثر دگرسانی برجزای خاکستر آتشفشانی و توف‌ها با ترکیب آندزیتی-تراکی آندزیتی در سیستم زیر ابی مانند محیط دریایی کم عمق بوجود آمده‌اند. فرایند بتونیتی شدن با آبشویی ضعیف محلول‌های دارای Mg و توسعه ژل‌های آلومینوسیلیکاته مونت‌موریلونیتی تحت شرایط بازی شروع می‌شود.</p>	

Surname: Akbari	Name: Masoomeh
Thesis title: <i>Studies of Geology and controlling factors on distribution of major and trace elements during bentonitization processes at Mehrjan, Isfahan.</i>	
Supervisor: Dr. Ali Asghar Calagari	Advisors: Eng. Ali Abedini and Dr. Morteza Momenzadeh
Major: Geology Field of specialization: Economic geology Institute: Tabriz university	Academic degree: Master of Science Faculty: Natural Sciences
Date of graduation: 11/Mar/2008	Pages: 109
Keywords: <i>Mehrjan, Bentonite, Parent rocks, Alteration, Rare-earth elements.</i>	
<p>Abstract</p> <p>Mehrejan bentonite deposit is located ~33 km southeast of Khor, Isfahan province. The important geological formations cropping out within the area, from the oldest to the youngest, include Chahpaleng, Shahkuh, Biabanak, Mirza, Darreh-Anjir, Eocene pyroclastics, Upper-red, and Quaternary. Morphologically, the bentonites at Mehrjan appear as stratiform and massive which are intimately related to tuffs. Mineralogical studies using X-ray diffraction (XRD) technique, led to the identification of minerals such as montmorillonite, quartz, critobalite, calcite, kaolinite, albite, orthoclase, muscovite, and halite. The bivariate plot of immobile elements $((Zr/TiO_2) \times 0.0001 - (Nb/Y))$ indicates that the bentonites were derived from a severely altered rocks of trachy-andesitic to andesitic composition. Studies of mass change and distribution pattern of elements normalized to tuff showed that factors such as structural incorporation, ionic exchange, sorption mechanism or physical concentration in insoluble residual phases, and pH variations are the principal causes for enrichment or depletion of elements in Mehrjan bentonite. The high ratio of $(La/Yb)_N$, the differentiation between LREEs and HREEs, and the lack of Ce anomaly during alteration process are due to the prevailing alkaline conditions in the environment of deposition. Geochemical considerations suggest that lanthanides in this deposit were concentrated principally by zircon, monazite, xenotime, churchite, rhabdophane and Vitusite. The obtained data from field evidence and laboratory investigations indicate that Mehrjan bentonite deposit was formed by authigenic alteration of volcanic ashes and tuffs of trachy-andesitic to andesitic composition in a sub-aqueous system such as shallow marine environment. Bentonitization was started with weak leaching by Mg-bearing solutions and then led to the development of montmorillonite aluminosilicate gels under alkaline conditions.</p>	

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
فصل اول: پایه‌های نظری و پیشینه پژوهش	
۱-۱- تعاریف و ویژگی‌های زمین‌شناسی رس‌ها	۲
۲-۱- کانی‌شناسی	۴
۱-۲-۱- گروه کائولینیت	۴
۲-۲-۱- گروه مونت‌موریلونیت	۵
۳-۲-۱- گروه ایلیت	۶
۴-۲-۱- گروه ورمیکولیت	۶
۵-۲-۱- گروه پلی‌گورسکیت	۶
۳-۱- تشکیل کانی‌های رسی	۷
۴-۱- تعریف بتونیت	۸
۵-۱- طبقه‌بندی کانسارهای بتونیت	۹
۶-۱- کانی‌شناسی بتونیت	۱۱
۱-۶-۱- گروه اسمکتیت	۱۱
۲-۶-۱- مونت‌موریلونیت سدیم و کلسیم	۱۲
۳-۶-۱- ساپونیت و هکتوریت	۱۲
۴-۶-۱- رس‌های هورمیت	۱۳
۷-۱- خواص و کاربرد بتونیت	۱۳
۸-۱- نحوه تشکیل بتونیت	۱۷
۹-۱- انواع ذخایر بتونیت	۱۸
۱-۹-۱- ذخایر بتونیت گرمابی	۱۸
۲-۹-۱- ذخایر بتونیت رسوبی	۱۹
۱۰-۱- توزیع مکانی ذخایر بتونیت در جهان	۲۰
۱۱-۱- پراکندگی زمانی کانسارهای بتونیت	۲۲

۲۲	۱۲-۱- پراکندگی زمانی و مکانی کنسارهای بتونیت در ایران.....
۲۲	۱-۱۲-۱- زون سمنان- ترود.....
۲۳	۲-۱۲-۱- زون بتونیتی البرز- آذربایجان.....
۲۳	۳-۱۲-۱- زون بتونیتی شرق ایران.....
۲۴	۴-۱۲-۱- زون بتونیتی ایران مرکزی.....
۲۴	۵-۱۲-۱- زون تفرش- تکاب.....
۲۵	۶-۱۲-۱- زون بتونیتی زاگرس.....
۲۶	۱۳-۱- ذخایر بتونیت جهان.....
۲۸	۱۴-۱- هوازدگی و دگرسانی.....
۳۱	۱۵-۱- پیشینه پژوهش.....
۳۱	۱۶-۱- هدف از مطالعه.....
	فصل دوم: مواد و روش‌ها
۳۳	۱-۲- مشخصات و موقعیت جغرافیایی منطقه.....
۳۵	۲-۲- روش کار و سیر مطالعاتی.....
۳۵	۱-۲-۲- مطالعات کتابخانه‌ای.....
۳۶	۲-۲-۲- مطالعات صحرایی.....
۳۶	۳-۲-۲- مطالعات آزمایشگاهی.....
۳۶	۳-۲- زمین‌شناسی ناحیه‌ای.....
	فصل سوم: بحث و نتایج
۳۸	۱-۳- زمین‌شناسی عمومی منطقه مهرجان.....
۳۸	۱-۱-۳- سازند چاه پلنگ.....
۴۰	۲-۱-۳- سازند شاه کوه.....
۴۰	۳-۱-۳- سازند بیابانک.....
۴۰	۴-۱-۳- سازند میرزا.....
۴۰	۵-۱-۳- سازند دره انجیر.....
۴۰	۶-۱-۳- سنگ‌های آتشفشانی ائوسن.....

.....	۳-۱-۷- سازند قرمز بالایی	۴۰
.....	۳-۱-۸- رسوبات عهد حاضر	۴۱
.....	۳-۱-۹- بنتونیت (Bentonite)	۴۱
.....	۳-۲- پتروگرافی	۴۶
.....	۳-۳- مطالعات کانی شناسی	۴۹
.....	۳-۴- ژئوشیمی	۵۲
.....	۳-۴-۱- ترکیب سنگ اولیه نهشته‌های بنتونیتی مهرجان	۵۲
.....	۳-۴-۲- شاخص شیمیایی دگرسانی (Chemical Index Alteration)	۵۳
.....	۳-۴-۳- روند دگرسانی	۵۳
.....	۳-۴-۴- مطالعات ژئوشیمیایی تغییرات جرم	۵۵
.....	۱- اکسیدهای اصلی و فرعی	۶۶
.....	۲- عناصر لیتوفیل درشت یون	۷۰
.....	۳- عناصر با شدت میدان بالا	۷۱
.....	۴- عناصر عبوری کمیاب	۷۲
.....	۵-۱- الگوی توزیع عناصر نادر خاکی	۷۶
.....	۵-۲- بررسی ناهنجاری Eu و Ce	۷۸
.....	۵-۳- کانی‌های میزبان عناصر نادر خاکی	۸۳
فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادها		
.....	۴-۱- بررسی صحرایی	۹۲
.....	۴-۲- پتروگرافی و کانی شناسی	۹۳
.....	۴-۳- ژئوشیمی	۹۳
.....	۴-۴- زایش یا منشأ	۹۶
.....	۴-۵- پیشنهادات	۹۶
.....	منابع	۹۷

فصل اول: پایه‌های نظری و پیشینه پژوهش

شکل ۱-۱- میزان مصرف بتونیت بر حسب کاربرد در صنایع مختلف طی سال‌های ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۰
۱۷

شکل ۲-۱- نمودار نمایش محدوده پایداری اسمکتیت، کائولینیت، پیروفیلیت، ایلیت، فلدسپار پتاسیم و گیسیت
۱۹

شکل ۳-۱- نمودار محدوده پایداری اسمکتیت، ایلیت، فلدسپار پتاسیم، کائولینیت، پیروفیلیت و آندالوزیت در دما و pH
۲۰

شکل ۴-۱- نقشه پراکندگی ذخایر شناسایی شده بتونیت ایران
۲۶

شکل ۵-۱- میزان تولید بتونیت در جهان در طی سالهای ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۶
۲۸

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۱-۱- موقعیت زمین‌شناسی چهارگوش خور و محل محدوده مورد مطالعه در آن
۳۴

۲-۲- نقشه راه‌های دسترسی به محدوده مورد مطالعه
۳۵

فصل سوم: نتایج و بحث

شکل ۱-۳- نقشه زمین‌شناسی منطقه مهرجان
۳۹

شکل ۲-۳: تصاویر صحرایی از سازندها و لایه‌های بتونیتی منطقه مهرجان
۴۴

شکل ۳-۳: تصاویر صحرایی و نمونه دستی از بتونیت
۴۵

شکل ۴-۳- تصاویر مقاطع میکروسکوپی و نمونه دستی از توف
۴۷

شکل ۵-۳- تصویر نمونه دستی و مقاطع میکروسکوپی از توف‌ها
۴۸

شکل ۶-۳- تصاویر مقاطع میکروسکوپی از سنگ آندزیت
۴۹

شکل ۷-۳- موقعیت نمونه‌های توفی و بتونیتی مهرجان در نمودار دو متغیره $Nb/Y--Zr/Ti \times 0.0001$
۵۲

شکل ۸-۳- موقعیت نقاط مربوط به نمونه‌های بتونیتی و توف در روی دیاگرام A-CN-K
۵۵

شکل ۹-۳- الگوی نورمالیز شده اکسیدهای اصلی و فرعی در بتونیت‌ها نسبت به توف
۶۸

- شکل ۳-۱۰- نمودار تغییرات جرم (a) Al_2O_3 ، (b) Fe_2O_3 ، (c) Na_2O ، (d) MgO در نمونه‌های مختلف بتونیتی بر اساس عنصر شاخص بی‌تحرک Th ۶۸
- شکل ۳-۱۱- نمودار تغییرات جرم (a) P_2O_5 ، (b) TiO_2 ، (c) SiO_2 ، (d) CaO ، (e) MnO و (f) K_2O در نمونه‌های مختلف بتونیتی بر اساس عنصر شاخص بی‌تحرک Th ۶۹
- شکل ۳-۱۲- نمودار همبستگی (a) Ba-Sr، (b) SiO_2 -U در نمونه‌های بتونیتی ۷۱
- شکل ۳-۱۳- نمودار تغییرات جرم (a) Rb، (b) Ba، (c) Sr، (d) U، (e) Cs، (f) Y، (g) Zr و (h) Hf در نمونه‌های مختلف بتونیتی بر اساس عنصر شاخص بی‌تحرک Th ۷۴
- شکل ۳-۱۴- نمودار تغییرات جرم (a) V، (b) Ni، (c) Sc، (d) Cu، (e) Cr، (f) Co، (g) Pb و (h) Zn در نمونه‌های مختلف بتونیتی بر اساس عنصر شاخص بی‌تحرک Th ۷۵
- شکل ۳-۱۵- الگوی توزیع عناصر کمیاب و جزئی نسبت به توف
- شکل ۳-۱۶- نمودار تغییرات جرم عناصر نادر خاکی بر اساس عنصر شاخص بی‌تحرک Th ۷۹
- شکل ۳-۱۷- الگوی نورمالیز شده عناصر نادر خاکی در واحدهای بتونیتی نسبت به کندریت ۸۱
- شکل ۳-۱۸- الگوی نورمالیز شده عناصر نادر خاکی نسبت به توف ۸۱
- شکل ۳-۱۹- نمودار ضریب همبستگی $Zr-Eu/Eu^*$ در نمونه‌های بتونیتی ۸۴
- شکل ۳-۲۰- نمودار همبستگی (a) Al_2O_3 -REE، (b) SiO_2 -REE، (c) TiO_2 -LREE، (d) TiO_2 -HREE، (e) Fe_2O_3 -LREE، (f) Fe_2O_3 -HREE در نمونه‌های بتونیتی مهرجان ۸۶
- شکل ۳-۲۱- نمودار همبستگی (a) Na_2O -La، (b) Na_2O -Ce، (c) Na_2O -Pr، (d) Na_2O -Nd، (e) Na_2O -Sm در نمونه‌های بتونیتی مهرجان ۸۷
- شکل ۳-۲۲- نمودار همبستگی (a) Na_2O - P_2O_5 ، (b) P_2O_5 -La، (c) P_2O_5 -Ce، (d) P_2O_5 -Nd، (e) CaO -Y در نمونه‌های بتونیتی مهرجان ۸۸
- شکل ۳-۲۳- (a) نمودار همبستگی بین P_2O_5 -Y، (b) REE-Y، (c) REE-Zr در نمونه‌های بتونیتی مهرجان ۸۹
- شکل ۳-۲۴- نمودار همبستگی بین K و Mg در طی فرایند بتونیت شدن مهرجان ۹۲

فصل اول: بررسی منابع

جدول ۱-۱- فرمول شیمیایی بتونیت‌ها و رس‌های وابسته.....	۱۲
جدول ۲-۱- میزان تولید بتونیت در جهان در طی سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۶ (هزارتن).....	۲۷
جدول ۳-۱- شاخص‌های هوازدگی شیمیایی.....	۳۰
فصل سوم: نتایج و بحث	
جدول ۱-۳- نتایج پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌های بتونیتی مهرجان.....	۵۱
جدول ۲-۳- مقادیر CIA در نمونه‌های بتونیتی و توف.....	۵۴
جدول ۳-۳- مقدار فاکتور غنی‌شدگی برای نمونه‌های بتونیتی.....	۵۶
جدول ۴-۳- ترکیب بازسازی شده (R.C) عناصر اصلی، فرعی، جزئی و نادر خاکی بر اساس عنصر بی-تحرك Th.....	۵۸
جدول ۵-۳- تغییرات جرم (M.C) عناصر اصلی، فرعی، جزئی و نادر خاکی بر اساس عنصر بی‌تحرك.....	۶۰
جدول ۶-۳- مقدار ضریب همبستگی بین عناصر مختلف در نمونه‌های بتونیتی.....	۶۲
جدول ۷-۳- مقادیر نسبت‌های La/Sm, Gd/Yb و La/Yb نورمالیز شده نسبت به کندریت در نمونه‌های بتونیتی.....	۸۲
جدول ۸-۳- مقادیر محاسبه شده برای نسب‌های La/Sm, La/Yb و Gd/Yb نورمالیز شده به توف در نمونه‌های بتونیتی.....	۸۲
جدول ۹-۳- مقادیر آنومالی Eu و Ce در نمونه‌های توفی و بتونیت.....	۸۳
جدول ۱۰-۳- مقادیر آنومالی Eu و Ce نمونه‌های بتونیتی نسبت به توف.....	۸۳

مقدمه:

کانی صنعتی به هر سنگ کانی یا ماده طبیعی به جز کانسنگ‌های فلزی، سوخت‌های فسیلی و گوهرها که دارای ارزش اقتصادی باشند گفته می‌شود. کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی ذخایر بسیار با ارزشی برای صنایع مختلف به شمار می‌آیند. در مقایسه با کانی‌های فلزی که عموماً نیازمند سرمایه‌گذاری وسیع در بخش اکتشافات و فرایندهای بهره‌برداری می‌باشند، اقدامات گسترده‌ای در مورد کانی‌های صنعتی انجام نمی‌شود. تقاضا برای کانی‌های صنعتی پیوسته در حال گسترش است. تاریخچه استفاده از کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی توسط بشر به آغاز حیات او در کره زمین برمی‌گردد و همگام با توسعه و پیشرفت تمدن بهره‌برداری از این مواد افزایش یافته است. در پاسخ به پیشرفت‌های فن‌آوری و توسعه روز افزون سیاسی به طور مداوم مصارف جدیدی برای این مواد ظاهر می‌شود. در حال حاضر در بسیاری از صنایع ساخت و تولید، کشاورزی از این مواد استفاده می‌کنند. بتونیت نیز به عنوان یکی از کانی‌های صنعتی با ارزش در جهان محسوب می‌شود که بیش از ۷۵ سال از بهره‌برداری آن در دنیا می‌گذرد. این کانی صنعتی کاربردهای متعددی در صنایع مختلف دارد. از جمله این کاربردها می‌توان به استفاده از بتونیت‌ها در گل حفاری، ماسه‌های ریخته‌گری، رنگ زدایی، مصارف کشاورزی، مصالح ساختمانی، مواد سمی، داروسازی، کاغذ سازی، تصفیه مایعات، گندله کردن آهن، در صنایع بهداشتی و آرایشی و غیره اشاره نمود. بتونیت مهرجان بزرگترین کانسار بتونیتی کشور می‌باشد. این کانسار از دیدگاه کانی‌شناسی و تحولات ژئوشیمیایی در طی تکوین کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در این پایان‌نامه سعی شده است که مطالعات جامعی بر روی کانی‌شناسی و ژئوشیمی و منشأ این کانسار ارائه شود. امید است یافته‌های به دست آمده از این مطالعه بتواند برای اکتشاف و شناسایی کانسارهای جدید در نقاط مختلف مفید و مؤثر واقع شود.

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱- تعاریف و ویژگی‌های زمین‌شناسی رس‌ها

اصطلاح رس تا حدی مبهم است مگر اینکه به طور ویژه‌ای تعریف شود، زیرا این اصطلاح به سه طریق زیر کاربرد دارد (Patterson and Murray, 1983; Adamis and Williams, 2005):

(۱) به عنوان یک گروه متنوع از کانی‌های ریزدانه

(۲) به عنوان یک اصطلاح سنگی

(۳) شاخص اندازه برای ذرات کمتر از ۴ میکرون.

رس به طور گسترده‌ای در سطح زمین توزیع شده است و یک منبع مهمی از کانی‌های صنعتی برای کاربردهای مختلف در صنعت به حساب می‌آید (Ampian, 1985). رس را به عنوان نهشته‌های ریز دانه‌ای از مواد غیر آلومینوسیلیکاته، مثل شیل و برخی از خاک‌های رسی در نظر می‌گیرند. به عنوان ذخایر کانساری، رس به سنگ‌های رسوبی‌ای اطلاق می‌شود که با آب توده خمیری شکلی بوجود می‌آورد و پس از خشک شدن فرم اولیه خود را حفظ می‌کند و پس از پخت، سختی سنگ را به خود می‌گیرد. این تعریف به روشنی بیان‌کننده خواص فیزیکی اغلب رسهاست، اما انواع غیر پلاستیکی و سنگی رس‌ها را که به نحو گسترده‌ای در تولید محصولات دیرگداز به کار می‌روند، در برنمی‌گیرد.

رس‌ها سنگ‌های دانه‌ریزی هستند که از لحاظ ترکیبات شیمیایی و کانی‌شناسی، متفاوت‌اند و بخش اعظم آنها از ذرات رس ورقه‌ای تشکیل شده‌اند (Bates, 1960). رس، یک خاک طبیعی است که از گروه‌های بزرگی از کانی‌های بلورین رسی تشکیل شده است. کانی‌های مذکور آلومینو سیلیکات‌های آبداری هستند که اساساً از سیلیس، آلومینا و آب تشکیل شده‌اند و مقادیر قابل ملاحظه‌ای از آهن و عناصر آلکالن آنها را همراهی می‌نمایند. استفاده از کلمه رس به عنوان یک شاخص اندازه‌گیری، شامل ذرات کوچکتر از ۴ میکرون بدون در نظر گرفتن ترکیبات شیمیایی می‌باشد (Wentworth, 1922). برخی از مؤلفین این اصطلاح را برای مواد ریز دانه طبیعی، خاکی و یا مواد رس‌دار به کار می‌برند (Grim, 1968). در کانی‌های صنعتی رس‌ها متشکل از چندین کانی تجاری می‌باشند، که تا حدی از نظر متالورژیکی، رخداده زمین‌شناسی و کاربرد با هم متفاوت‌اند (Patterson and Murray, 1983). واحدهای اساسی در سیلیکات‌های لایه‌ای، ورقه‌های سیلیس و ورقه‌های بروسیت و گیبسیت هستند. ورقه بروسیت و گیبسیت شامل دو صفحه یون هیدروکسیل با آرایش اکتاهدرالی بوده که بین یک صفحه یون‌های آلومینیوم یا منیزیم قرار می‌گیرد. این واحد به‌عنوان ورقه اکتاهدرال شناخته شده است (Weaver and Pollard, 1975). کانی‌های رسی از خانواده سیلیکات‌های صفحه‌ای هستند که از صفحه‌های چهار وجهی (تتراهدرال) و هشت وجهی (اکتاهدرال) تشکیل شده‌اند. صفحات چهار وجهی از SiO_4 تشکیل گردیده و هر چهار وجهی آن توسط سه اتم اکسیژن با چهار وجهی‌های مجاور خود پیوند یافته است (Hurlbut and Klein, 1977). صفحات چهار وجهی و صفحات هشت وجهی به یکدیگر متصل شده‌اند. وقتی یک ورقه اکتاهدرال به یک ورقه تتراهدرال متصل شود، یک لایه ۱:۱ شکل می‌گیرد. وقتی یک ورقه اکتاهدرال به دو ورقه تتراهدرال در هر سمت، متصل شود لایه ۲:۱ بوجود می‌آید (Newman, 1987). صفحات هشت وجهی از کاتیون‌های دو و سه ظرفیتی تشکیل شده‌اند. کاتیون‌های دو ظرفیتی نظیر Mg^{2+} و Fe^{2+} دارای آرایش هندسی بروسیت $(\text{Mg}(\text{OH})_2)$ هستند و کانی‌های رسی حاوی کاتیون‌های دو ظرفیتی به تری اکتاهدرال (سه هشت وجهی) شهرت دارند (Hurlbut and Klein, 1977).

نحوه قرار گرفتن صفحات چهار وجهی به دو صورت T-O و T-O-T است. گروه کائولینیت به طور منظم از صفحات چهار وجهی و هشت وجهی ساخته شده است. گروه اسمکتیت و ورمیکولیت حالت T-O-T دارد (Longstaffe, 1981). واحد ساختاری بلورهای مونت‌موریلونیت یک لایه،

گسترده مرکب از یک ورقه آلومینای اکتاهدراال (O) است که در بین ورقه سیلیکای تتراهدراال (T) قرار دارد، و یک واحد (TOT) را تشکیل می‌دهد (Bailey, 1980). از اتصال لایه‌های (TOT)، کریستال‌های مونت‌موریلونیت بوجود می‌آید. کانی با سیستم کائولینیت، یک کانی با اسکلت دو صفحه‌ای و رس با سیستم مونت‌موریلونیت یک کانی با اسکلت سه صفحه‌ای است. در کائولینیت یک صفحه هشت وجهی بوسیله اکسیژن به یک صفحه چهار وجهی متصل می‌گردد و یک کانی رسی از تجمع متعدد این لایه‌ها بر روی یکدیگر ساخته می‌شود.

۱-۲-۲- کانی‌شناسی رس‌ها

کانی‌های رسی معمولی بر اساس تقسیم بندی لانگ استاف (Longstaffe, 1981) به چهار گروه تقسیم می‌شوند که عبارتند از: (۱) گروه کائولینیت، (۲) گروه مونت‌موریلونیت یا اسمکتیت، (۳) گروه ورمیکولیت و (۴) گروه پلی‌گورسکیت. تمامی اعضای این چهار گروه جزو آلومینوسیلیکات‌های لایه ای می‌باشند. در تقسیم بندی ارائه شده توسط گریم (Grim, 1968)، گروه‌های ایلیت و کلریت هم وجود دارند.

۱-۲-۱- گروه کائولینیت یا کاندیت

کانی‌های این گروه عبارتند از کائولینیت (Kaolinite)، دیکیت (Dickite)، ناکریت (Nacrite) و هالووزیت (Halloysite). کائولینیت فراوان‌ترین عضو گروه کائولینیت است و این دسته از کانی‌ها با فرمول $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ نشان داده می‌شوند. در ساختمان بلوری این کانی‌های لایه‌ای اکتائدری که در آن‌ها یون‌های Al توسط O^{2-} و OH^- احاطه شده‌اند، به صورت منظم و متناوب با لایه‌های تترائدری که از سیلیس، تشکیل یافته‌اند، قرار گرفته‌اند. در این ساختمان بلوری امکان جانشینی اندکی برای Al وجود دارد و به طور کلی ظرفیت تبادل یونی پایینی برای کائولینیت در نظر گرفته می‌شود. کائولینیت در سیستم تری‌کلینیک متبلور و دیکیت و ناکریت در سیستم منوکلینیک متبلور می‌شوند. نحوه قرارگیری ورقه‌های کائولینیت در ناکریت بسیار منظم است و بر همین اساس واحد بلورهای آنها بزرگترند. هالووزیت، با داشتن مولکول‌های آب در بین لایه ۱:۱ مورد توجه است و فضای قاعده‌ای در حدود ۱۰ آنگستروم دارد. شکل هالووزیت به خاطر وجود آب مولکولی بین لایه‌های

آلومینوسیلیکاته از کائولینیت و پلی‌مورف‌های دیگر آن، متفاوت است (Bates, 1960). شکل معمول هالوژیت شامل کانال‌های کوتاه و بلندی است که به نظر می‌رسد بوسیله بهم پیچیدن لایه‌های ۱:۱ ساخته شده باشد (Kirkman, 1977).

۱-۲-۲- گروه مونت‌موریلونیت (Montmorillonite) یا اسمکتیت

کانی‌های این گروه عبارتند از: بیدلایت (Beidellite)، پیروفیلایت (Pyrophyllite)، تالک (Talc)، مونت‌موریلونیت (Montmorillonite)، نانترونیت (Nontronite)، ساپونیت (Saponite)، هکتوریت (Hectorite)، ساکونیت (Sauconite)، که کانی مونت‌موریلونیت، فراوان‌ترین کانی گروه مونت-موریلونیت است. واحد سلولی این کانی از لایه‌های اکتائدری آلومینه‌ای تشکیل یافته که بین دو لایه تترائدری قرار گرفته‌اند. فرمول ساختاری ایده‌ال برای مونت‌موریلونیت به صورت زیر است:

$$(Al_{3.15}Mg_{0.85})(Si_8)O_{20}(OH)_4X_{0.85}nH_2O$$

که X، یک کاتیون یک ظرفیتی بین لایه‌ای است. فقط یون‌های Al می‌توانند جایگزین Si در موقعیت تترائدرال احاطه شده توسط یون‌های اکسیژن در شبکه بلوری شوند (Brindley and Brown, 1980). در صورتیکه در مورد لایه‌های اکتاهداری برای جانشینی Mg^{2+} (و تا حدودی Fe^{2+} و Fe^{3+}) به جای Al^{3+} شرایط مناسب‌تری وجود دارد. جانشینی منجر به فراهم شدن بار منفی بزرگی در شبکه می‌گردد. برای تعدیل این بار منفی، کاتیون‌های مناسب و قابل تعویض، در وضعیت‌های بین لایه‌ای سلول‌های واحد، تجمع حاصل می‌کنند.

در این گروه از کانی‌های رسی، به علت وفور پدیده جایگزینی، ظرفیت تبادل یونی بالا می‌باشد و کاتیون‌های مذکور هیدراته بوده و در نتیجه مقدار متغیری از آب در حالت‌های بین لایه‌ای تجمع می‌یابد. هیدراسیون متغیر موجب پدید آمدن ساختمان انبساطی می‌گردد. خاصیت انبساط، مهم‌ترین معیار برای تشخیص مونت‌موریلونیت‌ها از سایر رس‌هایی است که اصلاً منبسط نمی‌شوند و یا قابلیت انبساط محدودی دارند (Newman, 1987).

۱-۲-۳- گروه ایلیت (Illite)

ایلیت را می‌توان به عنوان ترکیب دیگری از موسکویت در نظر گرفت. ساختمان موسکویت به مانند

ساختمان مونت‌موریلونیت، از یک لایه اکتائدری آلومینه‌ای که در بین دو لایه تترائدری محصور گردیده، تشکیل شده است. در موسکویت ایده‌ال در لایه اکتائدری هیچ نوع جانشینی وجود ندارد و در لایه تتراهدری، یکی از چهار یون Si توسط یک یون Al جانشین می‌شود. بار منفی حاصله، توسط یون‌های K^+ تعویض‌ناپذیر و غیرهیدراته، متعادل می‌شود. ایلیت اساساً موسکویت ریزدانه‌ای است که در آن پتاسیم به عنوان یون بین لایه‌ای وجود دارد. به علت وجود تعداد محدودی از محل‌های تعویض بین لایه‌ای، ظرفیت تبادل کاتیونی ایلیت در حد بین کائولینیت و مونت‌موریلونیت قرار دارد (Srodon and Eberl, 1984).

۱-۲-۴- گروه ورمیکولیت (Vermiculite)

کانی ورمیکولیت، شبیه مونت‌موریلونیت است با این تفاوت که در ورمیکولیت بار منفی شبکه عمدتاً در نتیجه جانشینی Al به جای Si در لایه تترائدری بوجود می‌آید. در این کانی، لایه اکتائدری می‌تواند اساساً متشکل از منیزیوم (ورمیکولیت تری اکتائدرال) یا متشکل از آلومینیوم (ورمیکولیت دی اکتائدرال) باشد. ورمیکولیت به صورت کریستال‌های بزرگ با مورفولوژی صفحه‌ای شبیه میکاها، دیده می‌شوند اما نسبت به میکاها نرم‌تر و حاوی آب بین لایه‌ای می‌باشند. درجه هیدراسیون و قابلیت انبساط ورمیکولیت کمتر از مونت‌موریلونیت است و ظرفیت تعویض کاتیونی این کانی معمولاً دامنه گسترده‌ای دارد که به واسطه قابلیت جانشینی وسیع آلومینیوم به جای سیلیس در لایه تترائدری می‌باشد (Newman, 1987).

۱-۲-۵- گروه پالی گورسکیت (Palygorskite)

این گروه شامل کاتیون‌های پالی گورسکیت (Palygorskite)، آتاپولجیت (Atapoljite) و سپیولیت (Sepiolite) می‌باشد. آتاپولجیت و پالی گورسکیت، بافت الیافی و ساختار زنجیری دارند. ساختار پیشنهاد شده توسط برادلی (Newman, 1987)، شامل ساختار لایه‌ای ۲:۱ (یک ورقه اکتائدرال با دو ورقه تترائدرال) با ۵ موقعیت اکتائدرال، چهار موقعیت تترائدر سیلیسی است که در هر سمت ورقه اکتائدرال قرار می‌گیرد و جهت هر کدام از آنها به سمت ورقه اکتائدرال است. قرارگیری متناوب این

واحدهای ساختاری یک سری کانال‌هایی را بین واحدهای ساختاری بر جای می‌گذارد که این کانال‌ها حاوی مولکول‌های آب هستند (Weaver and Pollard, 1975).

سپولیت یک کانی رسی غنی از منیزیم، با ساختاری مشابه آتپولجیت است که فقط از لحاظ جزئیات ساختاری با هم متفاوتند (Nagy and Bradley, 1955; Brauner and Presinger, 1956).

غالباً سپولیت‌ها، اکتاندرال هستند در حالیکه پالی گورسکیت‌ها تمایل به یک ترکیب دی‌اکتاندال دارند. سپولیت در رگه‌ها یا پوسته‌های محصولات دگرسانی سرپانتینیت‌ها و سنگ‌های بازیک دیده می‌شود. پالی گورسکیت همراه با سنگ‌های سینیت یا گرانت هوازده شده یافت می‌شود (Stephen, 1954). کانی‌های این گروه نسبت به کانی‌های سایر گروه‌ها از اهمیت کمتری برخوردارند.

۱-۳- تشکیل کانی‌های رسی

کلیه محیط‌های تشکیل رس‌ها، واکنش آب با سنگ در فصل مشترک لیتوسفر- اتمسفر یا لیتوسفر- هیدروسفر صورت می‌گیرد. این کانی‌ها در دماها و فشارهایی که آب حالت مایع دارد شکل می‌گیرند (Odin, 1985). کانی‌های رسی از دگرسانی سیلیکات‌های آلومینیوم، از طریق هوازدگی و در مراحل درجه حرارت پایین هیدروترمالی تشکیل می‌گردند. سنگ‌های غنی از آلومینیوم نظیر شیل‌ها، ماسه سنگ‌های آرکوزیک غنی از آلکالی فلدسپار، نفلین سینیت‌ها، بازالت‌های آلکالن و کالک آلکالن و گرانت‌ها در شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب در سطح زمین تحت تأثیر هوازدگی شیمیایی قرار گرفته و تغییرات زیادی در ترکیب شیمیایی و کانی‌شناختی آنها ایجاد می‌شود. در شرایط مناسب اکثر کانی‌های این سنگ‌ها به استثنای کوارتز متأثر از هوازدگی شیمیایی شده و به ترکیبات دیگر تغییر می‌یابند. تشکیل کانی‌های رسی به طبیعت سنگ میزبان هم بستگی دارد. به عنوان مثال شیشه‌های آتشفشانی نسبت به سنگ‌های کریستالین سریعتر دگرسان شده و رس‌ها را بوجود می‌آورند. دگرسانی هیدروترمال سنگ‌های نفوذی و آتشفشانی، منجر به تشکیل کائولینیت می‌شود در حالیکه اسمکتیت ممکن است در مناطق سردتر تشکیل شود. کائولینیت زمانی شکل می‌گیرد که هوازدگی شدید بوده و عناصر قلیایی و بخشی از سیلیس شسته شده و حذف می‌شوند. مونت‌موریلونیت توسط دگرسانی مواد آتشفشانی و سنگ‌های بازیک تشکیل می‌شود. مونت‌موریلونیت‌های مشتق شده از سنگ‌های ولکانیکی در محیط‌های دریاچه‌ای، دریایی و خشکی شکل می‌گیرند (Odin, 1985). فلدسپار پتاسیم،

تحت تأثیر محلول‌های گرمابی با pH پایین دگرسان می‌شود. نوع کانی‌های رسی که از دگرسانی فلدسپار حاصل می‌شوند به pH محیط بستگی دارند. در شرایط pH اسیدی و در دمای کمتر از ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد کائولینیت، و در دمای بیش از ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد و در محیط اسیدی، پیروفیلیت تشکیل می‌شود. تشکیل ایلیت یا سیریسیت در محدوده pH بین پایداری فلدسپار پتاسیم و کائولینیت - پیروفیلیت است. مونت موریلونیت در pH قلیایی شکل می‌گیرد. فاکتورهای آب و هوایی نیز در تشکیل انواع کانی‌های رسی تأثیر داشته و از قرار زیرند (Barshad, 1966):

آب و هوای خشک ← اسمکتیت

آب و هوای نیمه مرطوب ← ایلیت

آب و هوای گرم و خشک ← کائولینیت و ورمیکولیت

آب و هوای گرم و خیلی مرطوب ← کائولینیت

۱-۴- تعریف بنتونیت (Bentonite)

بنتونیت یک ماده معدنی از دسته شبه رس‌هاست که عمدتاً از کانی مونت‌موریلونیت و به مقدار کمتر از کانی بیدلیت تشکیل شده است. طبق تعریف زمین‌شناسان، بنتونیت سنگی است که مرکب از رس‌های پلاستیک با کلوئیدهای بالا بوده، که اساساً از مونت‌موریلونیت و اسمکتیت طی فرایند دگرسانی شیمیایی از خاکستر آتشفشانی بوجود می‌آید (Parker, 1988). تبدیل خاکستر برای تشکیل بنتونیت ظاهراً فقط در آب (آب دریا، دریاچه‌های قلیایی و دیگر آب‌های شیرین) در حین یا بعد از نهشته شدن صورت می‌گیرد (Grim, 1968; Patterson and Murray, 1983). اصطلاح بنتونیت برای اولین بار در سال ۱۸۹۸ توسط نایت (Knight, 1898) به خاک رسی که از شیل بتون در آن زمان استخراج می‌گردیده است، اطلاق شده است. نام شیل بتون نیز از کوه فورت بنتون (Fort Benton) که در ۴۰۰ مایلی شمال رودخانه راک (Rock) در آمریکا قرار دارد، گرفته شده است. اوایل قرن بیستم، چندین زمین‌شناس تشخیص دادند که اصولاً بنتونیت در لایه‌های سنگ‌های کرتاسه و ترشیری حضور داشته و از مواد آتشفشانی حمل شده نشأت می‌گیرند.

بنتونیت اساساً سنگی است مرکب از یک شبه رس متبلور که از تغییر حالت شیشه‌ای به حالت بلوری

یک ماده آذرین شیشه‌ای (که معمولاً اغلب توف یا خاکستر آتشفشانی است) در اثر هوازدگی شیمیایی تشکیل شده، و اغلب دارای مقادیر مختلفی از دانه‌های دیگری است که به صورت بلور در شیشه آتشفشان وجود داشته‌اند. این دانه‌های بلورین فلدسپار (معمولاً اورتوکلاز و الیگوکلاز)، بیوتیت، کوارتز، پیروکسن‌ها، زیرکن و انواع دیگر کانی‌های مختلف مخصوص سنگ‌های آذرین هستند. مشخصه کانی شبه رسی دارا بودن شکل میکایی، کلیواژ آسان و بیرفرنژانس بالا با بافت موروثی توف یا خاکستر بوده و معمولاً حاوی مونت‌موریلونیت و یا مقدار اندکی بیدلیت است (Ross and Shannon, 1926).

توصیف فوق برای بنتونیت به عنوان یک کانی صنعتی این مشکل را بوجود می‌آورد که طبق این تعریف و بر اساس خاستگاه تعیین شده، آنرا محدود به خاکستر، توف و ماده اولیه شیشه آتشفشانی می‌کند و کانسارهای مطبق دارای کانی‌های رسی، که بر این تعریف انطباق داشته ولی خاستگاه نامعلوم دارند و یا فاقد مواد شیشه‌ای می‌باشند نمی‌توانند بنتونیت نامیده شوند. شاید بهترین تعریف برای بنتونیت به عنوان یک کانی صنعتی، توصیف ارائه شده توسط گریم شاو (Grimshaw, 1972) باشد. طبق این تعریف، بنتونیت خاک رسی است که ذاتاً از کانی‌های اسمکتیت بدون توجه به خاستگاه آن تشکیل شده است. وقتی بنتونیت با این تعریف و معنی به کار می‌رود جزو سنگ‌های دارای بیش از یک کانی محسوب و در خیلی از موارد تشخیص آن از خاک رنگبر (fullers earth) ممکن نخواهد بود.

۱-۵- طبقه بندی کانسارهای بنتونیت

کانسارهای بنتونیت را به طرق مختلفی چون، براساس ظرفیت تورمی، موقعیت جغرافیایی و کاربرد طبقه‌بندی می‌نمایند. مهم‌ترین این طبقه‌بندی‌ها، تقسیم‌بندی بر مبنای ظرفیت تورمی آنها در حالت تر یا مخلوط با آب است. میزان جذب و تورم مونت‌موریلونیت سدیم دار چندین برابر حجم آن است، به طوری که حالت ژله‌ای، پلاستیکی و چسبندگی به خود می‌گیرد (Nebergall, 1998). ظرفیت تورمی بنتونیت‌هایی که کلسیم قابل تعویض آنها از سایر یونها بیشتر است، کمتر از نوع سدیم دار آن است. بعضی از انواع کلسیم دار کمی بیش از رس‌های معمولی متورم می‌شوند. تورم این نوع متوسط بوده و ژل کم حجمی را نسبت به نوع سدیم دار (با وزن مساوی) تشکیل می‌دهند. پاترسون و موری

(Patterson and Murray, 1983) بتونیت‌ها را به سه دسته تقسیم می‌کنند:

الف) بتونیت‌های با تورم زیاد یا بتونیت سدیم

ب) بتونیت‌های با تورم کم یا بتونیت کلسیم

ج) بتونیت‌های با تورم متوسط

در صنعت به بتونیت‌های با تورم کم و متوسط عنوان ساب بتونیت (subbentonite) اطلاق می‌گردد (Davise, 1940).

در آمریکا بتونیت‌ها را بر حسب محل جغرافیایی کانسار و هم چنین کاربردهای آن تقسیم بندی می‌کنند. به عنوان مثال، بتونیت‌های جنوبی به بتونیت‌های کلسیم با تورم کم واقع در کنار خلیج مکزیک گفته می‌شود. بتونیت‌های وایومینگ یا غربی، به بتونیت‌های سدیم با تورم زیاد واقع در وایومینگ و ایالت‌های نزدیک آن گفته می‌شود. بتونیت‌های گل حفاری، بتونیت‌های چسبنده مصرفی در ماسه ریخته‌گری و بتونیت چسبنده تاکونیتی با توجه به مصرف آنها توسط بازرگانان عنوان می‌شود. سایر عناوین مثل بتونیت با بارآوری پایین و بالا، بتونیت ژل پایین و بالا، بتونیت‌های با مقاومت زیاد و کم، برای تشخیص بتونیت از نظر کیفی در بازار مطرح است. بتونیت‌ها چنان انواع گوناگونی دارند که بعضی از آنها در تقسیم بندی متعارف نمی‌گنجد. یکی از این بتونیت‌ها هکتوریت (Hectorite) است که دارای خاصیت تورمی زیادی بوده و از نوع اسمکتیت لیتیوم دار است که عمدتاً در کالیفرنیا و ایالت‌های همجوار قرار دارد. این بتونیت از انواع سدیم یا کلسیم دار نبوده و ظاهراً بعضی از آنها خاصیت تورمی کم داشته ولی بقیه ظرفیت تورمی نسبتاً بالایی دارند (Patterson and Murray, 1983). بتونیت‌های دیگری نیز وجود دارند که بتونیت‌های پتاسیم (k بتونیت) یا متابتونیت نامیده می‌شوند. این بتونیت‌ها در سنگ‌های پالئوزوئیک نواحی آپالچی و دره می‌سی‌سی‌پی و جاهای دیگر یافت می‌شوند و ظاهراً از خاکسترهای آتشفشانی تشکیل شده‌اند و عموماً دارای ایلیت و مخلوطی از کانی‌های لایه‌ای هستند. پیشوند متا در بتونیت از متامورفیسم می‌آید، چرا که عقیده بر این است که این نوع بتونیت بوسیله عمل دگرگونی با درجه پایین یا دیاژنز پدید آمده است (Gilderseeve, 1946). خاک رنگبر (fullers earth) یا رس رنگ‌زدا یا رس چربی‌زدا، به رس‌ها یا سایر مواد خاکی ریزدانه گفته می‌شود که از نظر کانی‌شناسی شامل هر فرمی از کانی‌های گروه اسمکتیت است (Moorlock and Highley, 1991).

خاک‌رنگبر بواسطه خصوصیات و کاربردهای تجاری تعریف می‌شود نه بر اساس ویژگی‌های کانی‌شناسی و ساختار مولکولی (Grim, 1968; Patterson and Murray, 1983; Ampian, 1985; Adamis and Williams, 2005; Hosterman and Patterson, 1992).

این اصطلاح از کاربرد اولیه رس‌ها برای رنگ‌زدایی، خالص‌سازی و پاک‌کردن پشم مشتق شده‌است. خاک رنگبر یا هر ماده خاکی طبیعی که کانی‌ها یا روغن‌های نباتی را تا اندازه مناسبی رنگ‌زدایی کند، اهمیت اقتصادی دارد (Grim, 1968). با اسید زدن به خاک رنگبر و دیگر رس‌ها خاصیت رنگبری آنها را بهبود می‌بخشند که در این حالت به آن‌ها رس فعال شده می‌گویند (Torko and Thompson, 1972). رس‌های سفید کننده (bleaching clays) به خاک‌های فعال طبیعی یا سایر بتونیت‌ها و رس‌های دیگر اطلاق می‌شود که به وسیله اسید به صورت صنعتی فعال می‌شوند. بتونیت فعال به خاک‌هایی گفته می‌شوند که با یک ماده شیمیایی تغییراتی در آن بوجود آورند. این تغییرات باعث ایجاد خصوصیات جدید یا تقویت خاصیت موجود در آنها می‌گردد. در بیشتر موارد فعال سازی با اسید انجام می‌گردد که به فعال سازی اسیدی مشهور است و محصول بدست آمده را بتونیت فعال اسیدی می‌نامند (حجازی و قربانی، ۱۳۷۳).

۱-۶-۱- کانی‌شناسی بتونیت

بتونیت به گروه مونت‌موریلونیت تعلق داشته و اصولاً از دسته کانی‌های رسی محسوب می‌گردد. از نظر ترکیب شیمیایی بتونیت، سیلیکات آبدار آلومینیوم می‌باشد. بعضی از آنها علاوه بر آلومینیوم، دارای فلزاتی چون آهن و منیزیم بوده و بعضی حتی فاقد آلومینیوم هستند. نسبت سیلیس به آلومینیوم در ترکیب آنها یکسان نبوده و مقدار آب، آهن، منیزیم، کلسیم و دیگر فلزات قلیایی نیز در آنها متفاوت است. اصلی‌ترین کانی رسی در بتونیت، اسمکتیت است. جدول ۱-۱ فرمول شیمیایی بتونیت‌ها و رس‌های وابسته را نشان می‌دهد.

۱-۶-۱-۱- گروه اسمکتیت

رس‌های اسمکتیتی شامل سه لایه بوده که از لحاظ ساختاری مشابه کانی‌های گروه پیروفیلیت و میکا می‌باشند. این رس‌ها شامل یک لایه اکتاندر بوده که در بین لایه‌های تتراندر قرار دارند. ترکیب شیمیایی تئوریک آن عبارت است از: SiO_2 به مقدار ۶۶/۷ درصدوزنی، Al_2O_3 به مقدار ۲۸/۳ درصد