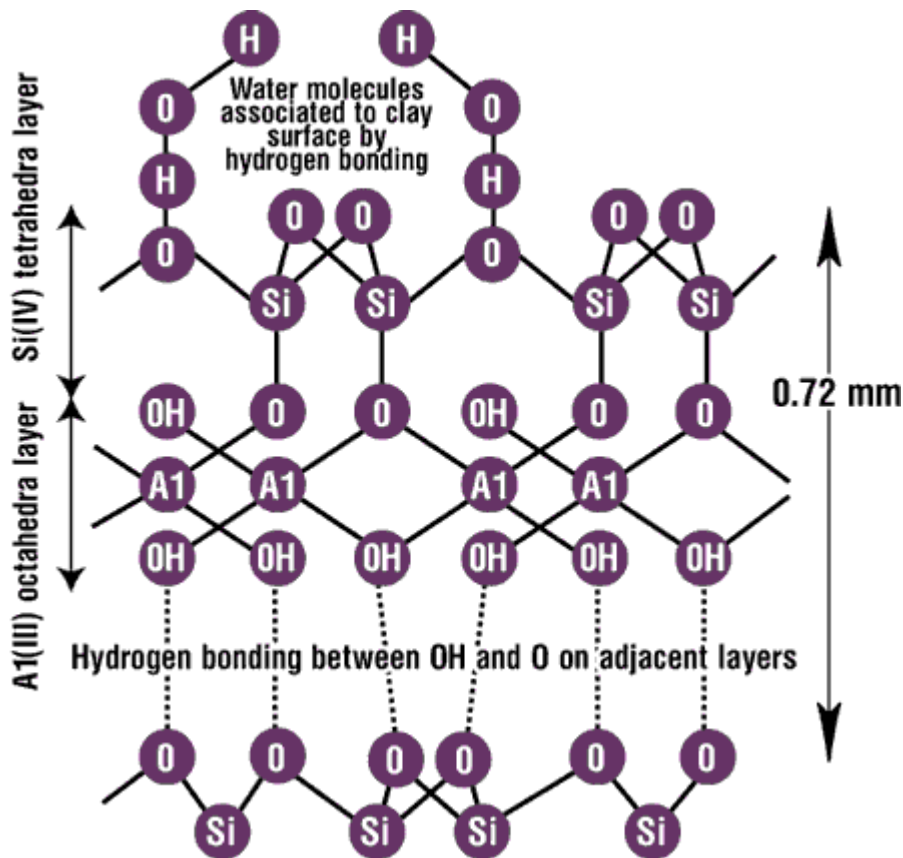


معادن کائولین خراسان

کانیهای رسی

کانیهای رسی از خانواده سیلیکاتهای صفحه‌ای هستند که از صفحه‌های چهاروجهی (تتراهدرال) و هشت‌وجهی (اکتاهدرال) تشکیل شده‌اند. صفحات چهاروجهی از SiO_2 تشکیل گردیده و هر چهاروجهی آن توسط سه اتم اکسیژن با چهاروجهیهای مجاور خود پیوند می‌یابد. کانیهای رسی حاوی هیدروکسیل (OH) اند که در مرکز حلقه شش‌تایی قرار می‌گیرد شکل (۱).

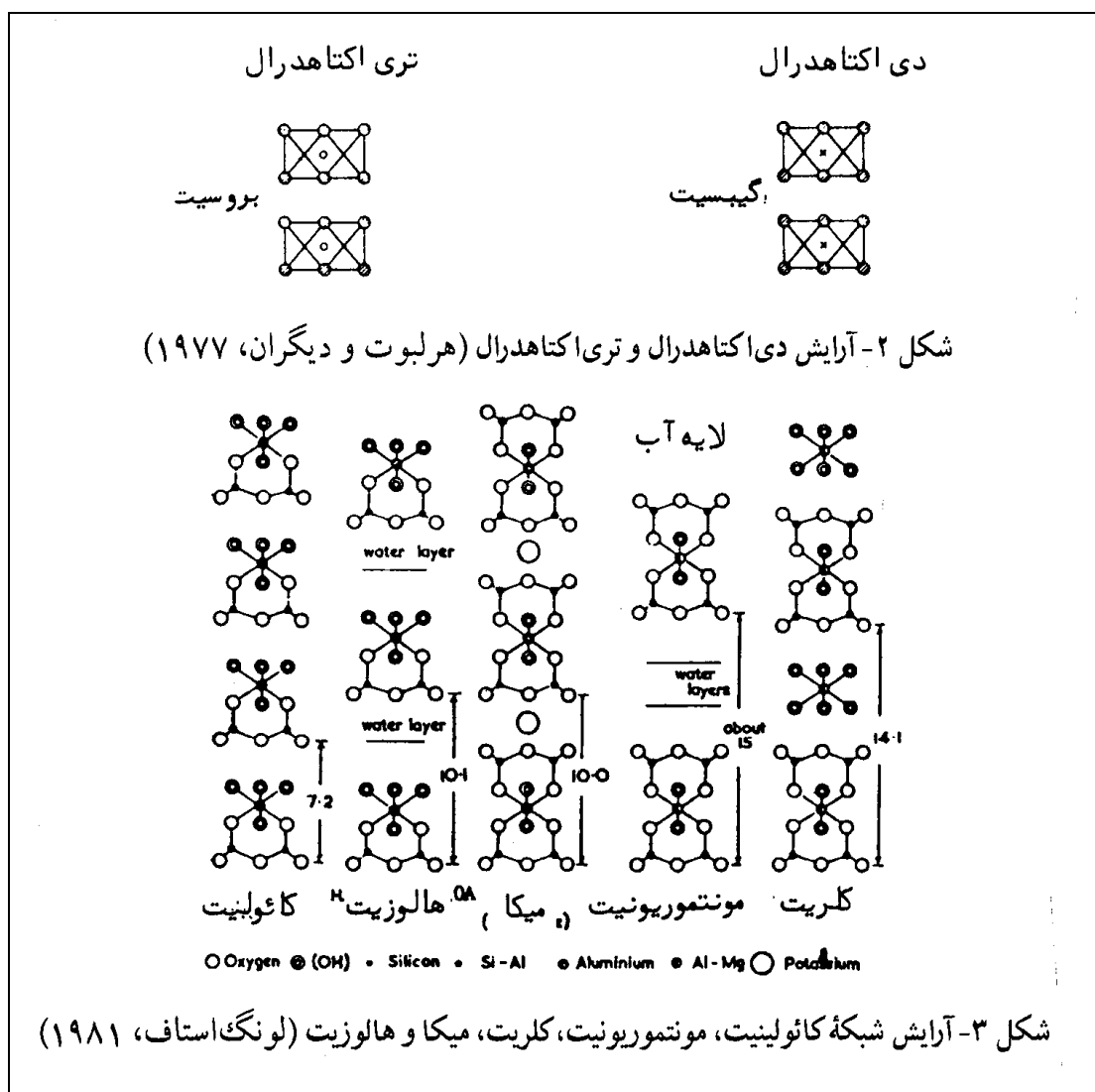


شکل ۱- نمایش ساختمان کائولین

صفحه‌های چهاروجهی توسط صفحات هشت‌وجهی به یکدیگر متصل می‌شوند. صفحات هشت‌وجهی از کاتیونهای دو و سه ظرفیتی تشکیل شده‌اند. کاتیونهای دوظرفیتی نظیر Mg^{2+} و

Fe^{+2} دارای آرایش هندسی بروسیت $Mg(OH)_2$ هستند و کانیهای رسی حاوی کاتیونهای دو ظرفیتی به تری اکتاهدرال (سه هشت وجهی) شهرت دارند شکل (۲).

نحوه قرار گرفتن صفحات چهار و هشت وجهی به دو حالت T-O و T-O-T است. گروه کائولینیت به طور منظم از صفحات چهار و هشت وجهی ساخته شده است. گروه اسمکتیت و ورمیکولیت حالت T-O-T دارد شکل (۳). کانیهای رسی به چهار گروه: کائولینیت، اسمکتیت، سیپولیت - پالیگورسکیت و ورمیکولیت تقسیم می شوند جدول (۱). کانیهای عمده هر گروه نیز در جدول (۱) گزارش شده است.



جدول ۱- رده‌بندی و خصوصیات کانیهای رسی [۱]

گروه	کانیهای مهم	نوع صفحات	دی‌اکتاهدرال تری‌اکتاهدرال
(۱) کائولین	کائولینیت، دیکیت، ناکریت و هالوزیت	۱/۱	دی‌اکتاهدرال
(۲) اسمکتیت	مونتموریونیت، نونترونیت، بیدلایت سایونیت و هکتوریت	۲/۱	دی‌اکتاهدرال تری‌اکتاهدرال
(۳) سیپولیت - پلی‌گورسکیت	سیپولیت و پلی‌گورسکیت (اتاپولزیت)	۲/۱	-
(۴) ورمیکولیت	ورمیکولیت	۲/۱	دی‌اکتاهدرال و تری‌اکتاهدرال

گروه کائولینیت

کانیهای گروه کائولین عبارتند از: کائولینیت، دیکیت، ناکریت و هالوزیت. کائولینیت فراوانترین کانی این گروه بوده و در سیستم تریکلین متبلور می‌شود. دیکیت و ناکریت در سیستم منوکلین متبلور می‌شوند. ترکیب شیمیایی تمامی آنها یکسان و شامل $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ است. هالوزیت به دو حالت آبدار و بدون آب یافت می‌شود. ترکیب نوع آبدار آن مشابه بقیه است، فقط دو ملکول اضافی آب دارد



نحوه قرارگیری ورقه‌های کائولینیت در ناکریت منظم است و بر همین اساس بلورهای آنها بزرگترند. نحوه قرار گرفتن ورقه‌های کائولینیت در ناکریت بسیار منظم و به سمت هالوزیت کاملاً بی‌نظم است (ناکریت - دیکیت - کائولینیت - هالوزیت).

کائولینیت در مقایسه با ناکریت و دیکیت از نظم کمتری برخوردار است و به همین دلیل اندازه بلور و ذرات آن کوچکتر است. اندازه بلور و ذرات هالوزیت در مقایسه با بقیه کوچکتر است. کائولینیت در زونهای هوازده و آلتراسیون تشکیل می‌شود. دیکیت عمدتاً در زونهای آلتراسیون تشکیل می‌شود. هالوزیت در زونهای هوازده ساپروولیت و زونهای آلتراسیون تشکیل می‌شود. ناکریت کمیاب بوده و از محیط آلتراسیون گزارش شده است.

کائولین

واژه کائولین از زبان چینی گرفته شده است. این اصطلاح نام تپه‌ای بوده که در چین از آن خاک کائولین استخراج می‌شده است. مطابق آمار سال ۱۹۹۴ میزان کائولین تولیدی جهان به ۲۲/۸ میلیون تن رسیده است [۲].

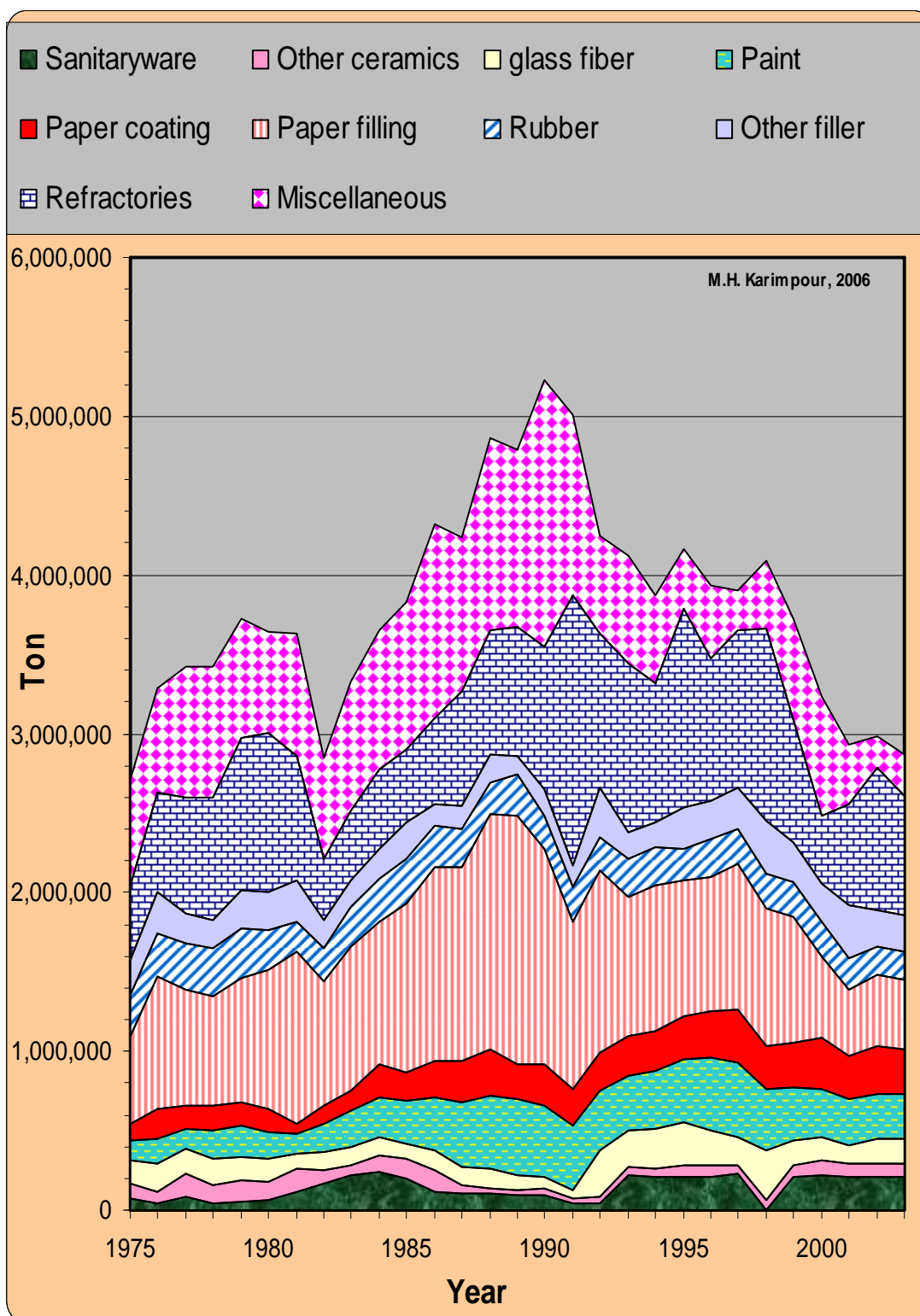
وجود خواص زیر در کائولین امتیازهایی است که مصارف گوناگون آن را سبب می‌شود:

- از نظر شیمیایی در گستره وسیعی از تغییرات pH بدون تغییر می‌ماند؛
- داشتن رنگ سفید که آن را به صورت ماده رنگی قابل استفاده می‌سازد؛
- دارا بودن خاصیت پوششی بسیار خوب؛
- نرمی و غیرسایشی بودن آن؛
- قابلیت اندک هدایت جریان الکتریسیته و گرما؛
- ارزانی قیمت آن.

مصارف مهم کائولین

رنگ‌سازی	سرامیکها ۲۰%	کاغذ سازی ۵۰%	۱۰%
	لاستیک	پلاستیک	دیرگداز
دارویی، حشره‌کشها، جذب‌کننده، مواد پاک‌کننده و مواد غذایی			

میزان مصرف کائولین از سال ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۳ در نمودار (شکل ۴) ترسیم شده است. بخش عمده نی‌کائول در صنعت کاغذ و دیرگداز به مصرف می‌رسد (شکل ۴).



شکل ۴. نمایش میزان مصرف کائولین در طی سال‌های ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۳.

بیشترین بخش کائولین تولید شده پیش از این در صنایع سرامیک به مصرف می‌رسید. اینک در حدود ۵۰ درصد کائولین در صنایع کاغذسازی، ۲۰ درصد در سرامیک و دیرگذاها، ۱۰ درصد در لاستیک‌سازی و ۲۰ درصد در صنایع رنگ و پلاستیک به مصرف می‌رسد. در صنعت کاغذ سازی از کائولین به‌عنوان ماده پرکننده و روکش استفاده می‌شود. در صنعت لاستیک‌سازی نیز کائولین را به عنوان ماده پرکننده به کار می‌برند. از کائولین خالص و نرم در لاستیک‌های نرم نظیر کاشیهای لاستیکی و از کائولین ناخالص در تهیه لاستیک‌های سخت نظیر پاشنه و کف در کفشها و لاستیک خودرو استفاده می‌کنند. در کار تهیه ساخته‌های سرامیکی نیز کائولین مصارف فراوان دارد. در رنگ‌سازی از کائولین مرغوب و خالص به صورت ماده رنگی و پرکننده بهره می‌گیرند. دیگر مصارف کائولین عبارت است از:

تهیه داروهای ضد اسهال، حشره‌کشها، مواد غذایی، جذبکننده‌ها
تهیه کودهای شیمیایی و مواد پاک‌کننده.

رُس توپی

رُس توپی یک نوع سنگ رسوبی است که حاوی کائولینیت و مقدار جزئی ایلیت، کلریت، کوارتز و مونتموریونیت است. ذرات کائولینیت در رُس توپی در مقایسه با سایر منابع رس‌دار کوچکتر است. مقدار کائولینیت رُس توپی ۲۰ تا ۹۵ درصد، کوارتز آن ۱۰ تا ۷۰٪ درصد و ایلیت و کلریت آن ۵ تا ۴۵ درصد است. مواد آلی، مونتموریونیت، ترکیبات آهن، اکسید تیتان و نمک‌های محلول از جمله ناخالصیهای رُس توپی هستند. رُس توپی بیشتر همراه با لایه‌های زغال‌دار است و از آن‌جا که ذرات ریز کانیهای رسی را به همراه دارد، خاصیت شکل‌پذیری آن بسیار خوب است. رنگ رُس توپی قهوه‌ای مایل به سیاه است و مصارف آن عبارتند از: سرامیک‌های بهداشتی، چینبهای الکتریکی، انواع کاشیها، ظروف غذاخوری، صنایع دستی و دیرگذاها.

هالوزیت

هالوزیت نوعی کائولین آبدار است که تشخیص آن به کمک پراش (دیفراکسیون) اشعه ایکس امکان‌پذیر است. هالوزیت بیشتر در زونهای آلتراسیون و بندرت در زونهای هوازده پیدا می‌گردد. عمده مصارف آن در تهیه سیمان پرتلند و تهیه نسوزها و سرامیک □ است.

خاک رس آتسخوار

بیشتر خاک رس آتسخوار از کائولینیت تشکیل گردیده، کائولین در آن به خوبی متبلور می‌شود و نظم مطلوبی در شبکه آن وجود دارد. خاک رس آتسخوار، علاوه بر کائولین حاوی اکسید و هیدروکسیدهای آلومینیوم نیز هست. هر نوع خاکی که دمای بیش از ۱۵۰۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل کند و میزان Al_2O_3 موجود در آن قابل توجه باشد، به خاک رس آتسخوار معروف است. خاک رس آتسخوار به انواع شکل‌پذیر، نیمه شکل‌پذیر و بی‌شکل تقسیم می‌گردد. خاک رس آتسخوار، بیشتر در افق‌های پایین لایه‌های زغال‌دار پیدا می‌شود. مصرف عمده این خاک در تهیه آجرهای آتسخوار است که به شاموت معروفند. دیگر مصارف آن در ساخت قطعات کوره‌ها، دیگهای گرمایی و کاشیهای نسوز است.

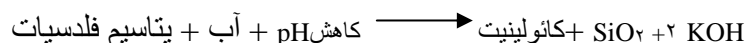
ذخایر کائولین

این ذخایر به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

- ذخایر هوازده
- ذخایر گرمایی
- ذخایر حمل شده
- ذخایر دیانزی

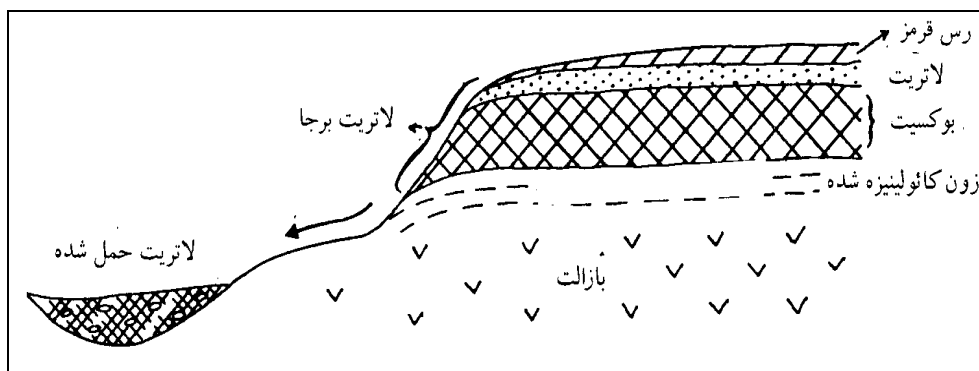
ذخایر هوازده: سنگهای غنی از آلومینیوم نظیر شیلها، آرکوزهای غنی از آلکالی‌فلدسپات، آذرین فلدسپاتوئیددار (نفلین سیانیت)، بازالت کالک آلکان و آلکان، گرانیتهای فوق‌آلومینیوم و ... در شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب در سطح زمین تحت تأثیر هوازدهگی شیمیایی واقع شده و تغییرات زیادی در ترکیب شیمیایی و کانی‌شناختی آنها ایجاد می‌شود. آب کافی و دمای مناسب موجب رویش گیاهان شده و در نتیجه pH آب کاهش می‌یابد. پایداری کانیهای متشکله سنگها متفاوت بوده و نوع تغییرات آنها نیز یکسان نیست. عوامل مهم و مؤثر در تشکیل ذخایر کائولین هوازده عبارتند از: آب و هوای گرم و مرطوب، کاهش pH آب، سنگ مادر غنی از آلومینیوم، بالا بودن خلل و فرج و درزه و شکستگی در سنگ، پایین بودن سطح آبهای زیرزمینی، زمان کافی، بالا بودن میزان آبی که در سنگ جریان داشته است و شست‌وشو و حمل کاتیونها.

در شرایط مناسب یاد شده اکثر کانیهای سنگ به استثنای کوارتز تحت تأثیر هوازدگی شیمیایی واقع شده و به ترکیبات دیگر تغییر می‌کنند. پتاسیم فلدسپات با کاهش pH به کائولینیت و یا ایلیت تبدیل می‌شود:



در صورتی که تمامی KOH شسته شود کائولینیت تشکیل خواهد شد (پایین بودن سطح آبهای زیرزمینی موجب شست‌وشوی کامل بیشتر کاتیونها می‌شود). اگر سطح آب زیرزمینی بالا باشد تمامی K، Na و Ca شسته نخواهد شد و در این حالت ایلیت و اسمکتیت تشکیل می‌شود.

در شکل (۵) افق کائولینیت در مجموعه لاتریت و بوکسیت که در بالای بازالت تشکیل شده‌اند نمایش داده شده است. بزرگترین ذخایر بوکسیت دنیا از نوع هوازده بوده و در ایالت‌های جورجیا و داکوتای جنوبی در امریکا قرار دارند. کائولینیت این مناطق در نتیجه تأثیر هوازدگی در سنگهای گرانیتی کرتاسه تشکیل شده است.



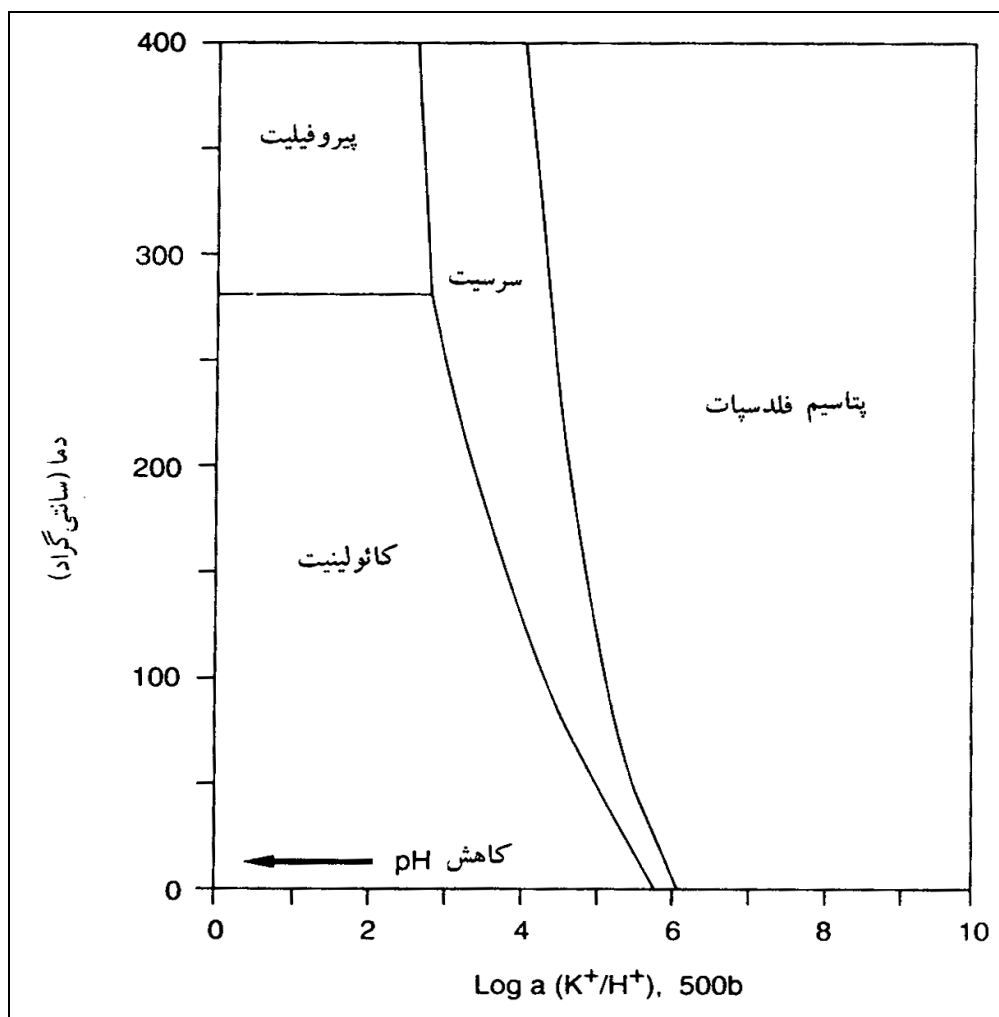
شکل ۵- نمایش نیمرخ زونهای رس قرمز، لاتریت، بوکسیت و کائولینیت تشکیل شده در بالای بازالت.

ذخایر گرمابی: از تأثیر محلولهای گرمابی (که pH آنها اسیدی است) بر سنگهای حاوی کانیهای آلومین سیلیکات (نظیر فلدسپاتها، فلدسپاتوئیدها، میکاها و ...) در شرایط مناسب کائولینیت تشکیل می‌شود.

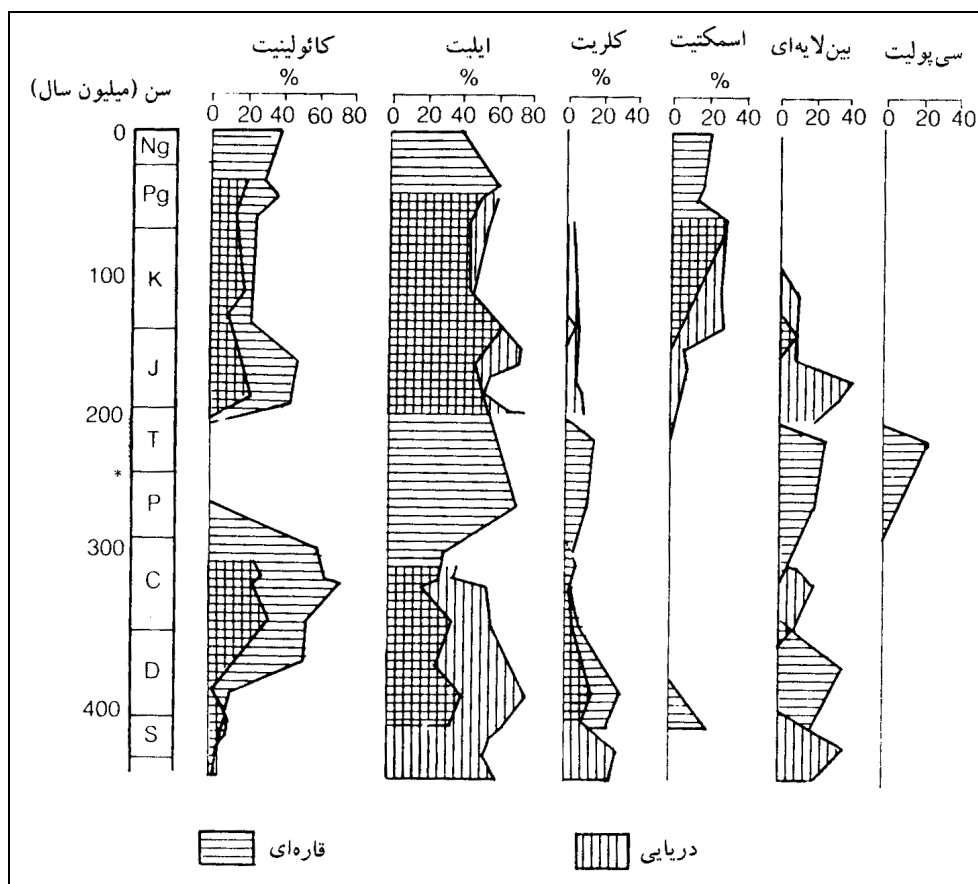
ذخایر کائولینیت گرمابی غالباً در زونهای گسلی قرار دارند، مگر در کانسارهای پورفیری (نوع قلع- مولیبدن و تنگستن) که منطقه گسترده‌ای را شامل می‌شوند. کائولینیت بخشی از زونهای آلتراسیون کانسارهای گرمابی را تشکیل می‌دهد. در اکتشاف کانسارهای گرمابی Au،

Ag ، Sb ، As ، Hg و F ، زون کائولینیت راهنمای مناسبی برای تعیین موقعیت این ذخایر محسوب می‌شود.

شرایط تشکیل کائولینیت، پیروفیلیت و ایلیت در شکل (۶) ترسیم شده است. کانیهای پتاسیم فلدسپات تحت تأثیر محلولهای گرمابی با کاهش pH آتره می‌شوند. نوع کانیهایی که از آتراسیون پتاسیم فلدسپات حاصل می‌شوند به pH و دما بستگی دارد. در شرایط pH اسیدی و در دمای کمتر از ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد کائولینیت و در دمای بیش از ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد و محیط اسیدی پیروفیلیت تشکیل می‌شود. تشکیل سرسیت و یا ایلیت در محدوده pH بین پایداری پتاسیم فلدسپات و کائولینیت - پیروفیلیت است (شکل ۶). سایر کانیها نظیر آلپیت و میکاها در شرایط pH اسیدی می‌توانند به کائولینیت آتره شوند. ذخایر کائولینیت گرمابی چنانچه به دلیل فرسایش در سطح زمین رخنمون پیدا کنند کانیهای سولفیدی در سطح اکسیده شده و با کاهش pH آبهای سطحی مجدداً کائولینیت هوازده همراه با نوع گرمابی می‌تواند تشکیل شود.



(M) اسمکتیت، (K) کائولینیت، (I) ایلیت، (G) گیبسیت، (V) ورمیکولیت [۵]



شکل ۸- نوع و میزان فراوانی کانیهای رسی در طول دورانهای گذشته زمین‌شناسی [۶].

مطالعه و ارزیابی کائولینیت

- **مطالعه کانی‌شناختی:** نوع و درصد کانیهای گروه کائولینیت (کائولین، هالوزیت و دیکیت) و سایر کانیها بایستی مشخص شوند. کانی هالوزیت برای صنایع سرامیک مناسب بوده اما به‌دلیل شکل استوانه‌ای آن در صنعت کاغذ به‌عنوان پوشش مناسب نیست.
- **اندازه‌گیری کیفیت سفیدی رنگ:** معمولاً کائولینیتی که به‌عنوان پرکننده و پوشش استفاده می‌شود میزان سفیدی آن باید به‌ترتیب حداقل ۸۰ و ۸۵ درصد باشد.
- **اندازه ذرات:** اندازه ذرات و توزیع آن معمولاً به روش ته‌نشینی در زمان اندازه‌گیری می‌شود، در شکل (۹) کاربرد کائولین به‌عنوان پرکننده و پوشش براساس اندازه ذرات ترسیم شده است.

• اندازه‌گیری غلظت: در این آزمایش غلظت برشی کم و بالا با دستگاه

اندازه‌گیری می‌شود.

• مواد باقی‌مانده در الک ۳۲۵ مش: مواد باقی‌مانده بالای الک ۳۲۵ مش اگر از

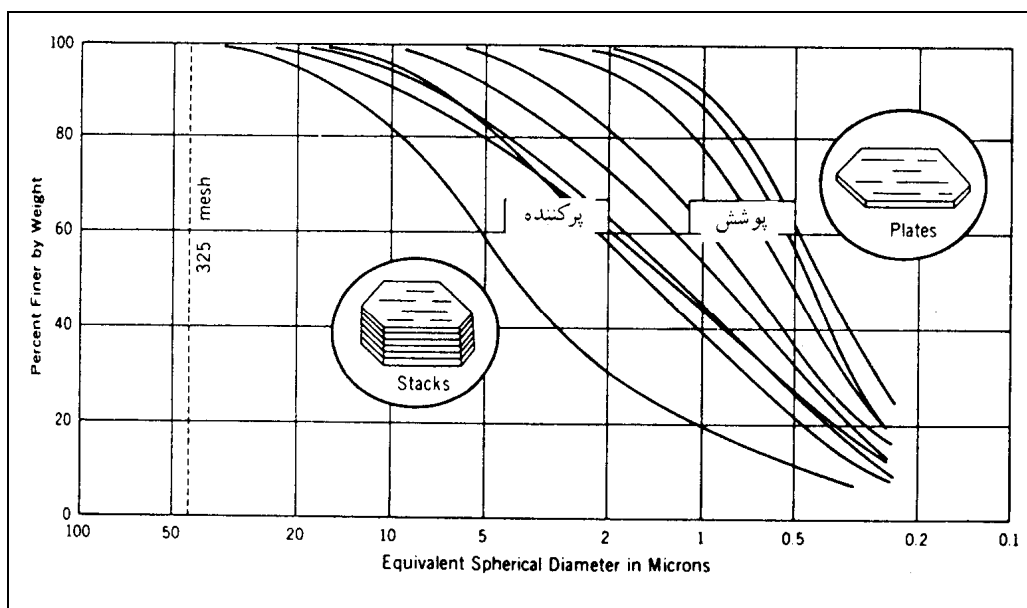
۳۰٪ درصد بیشتر باشد این کائولینیت برای کاغذ و پرکننده معمولاً مناسب نیست.

• آزمایش سختی و سایش

• تعیین میزان اکسیدهای آهن، TiO_2 ، کوارتز و کریستوبالیت: اگر این

مواد از حدی معین تجاوز نمایند نوع مصرف کائولینیت را محدود نموده لذا به

روشهای خاص باید آنها را جدا نمود.



شکل ۹- استفاده از کائولین به عنوان پرکننده و پوشش کاغذ بر اساس اندازه ذرات آن [۳].

در جدول (۲) ترکیب شیمیایی و کانی‌شناسی چند نوع کائولین و رُس توپی محصول یک شرکت

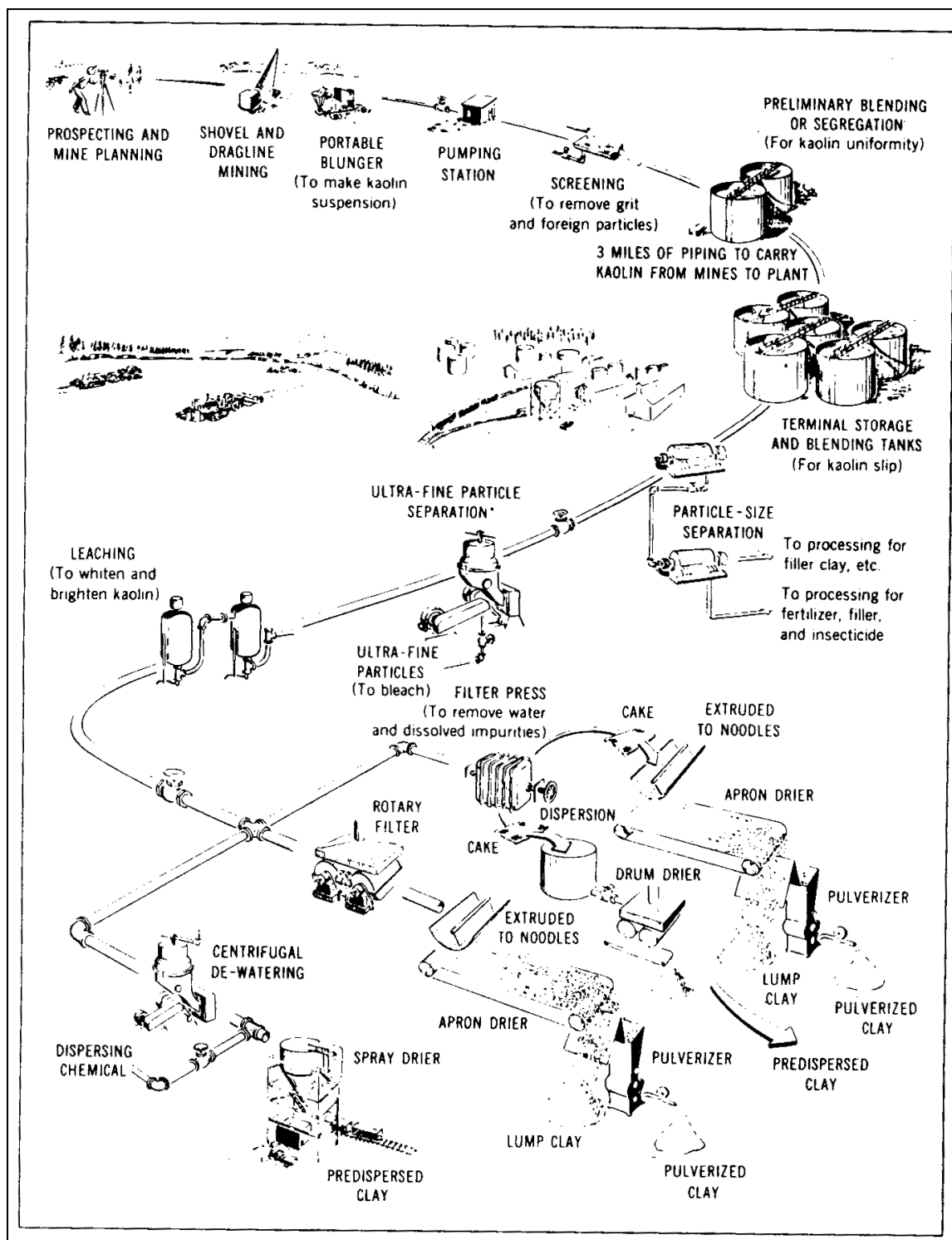
انگلیسی گزارش شده است.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی کانی شناسی و خصوصیات کائولینیت و رُس توپی [۷].

ترکیب	پوشش کاغذ	پرکننده	سرامیک	بالکلی
SiO _۲	۴۷/۲	۴۷/۲	۴۷/۹	۴۸
TiO _۲	۰/۰۴	۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۹
Al _۲ O _۳	۳۷/۶	۳۷/۴	۳۷/۲	۳۴
Fe _۲ O _۳	۰/۶۸	۰/۹۶	۰/۶۸	۱
CaO	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۲
MgO	۰/۲	۰/۱۸	۰/۲۷	۰/۳
K _۲ O	۱/۳۹	۱/۴۱	۱/۵۹	۱/۶
Na _۲ O	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۲
L.O.I	۱۲/۷	۱۲/۵	۱۲/۳	۱۳/۸
جمع	۹۹/۹۷	۹۹/۹۷	۱۰۰/۱۲	۱۰۰
کائولینیت	۹۳	۹۰	۸۸	۷۰
میکا	۷	۹	۹	۱۶
کوارتز	-	۱	۱	۸
فلدسپات	-	-	۱	-
موادآلی	-	-	-	۳/۵
میکرون <۱۰	-	۵/۴	۲/۲	-
میکرون >۲	۷۸	۵۰	۷۰	۹۰-۷۸
میکرون >۰/۲	-	-	-	۲۶-۱۶
درخشندگی سفید	۸۵/۶	۸۱	-	-

کانه‌آرایی کائولین

مراحل کانه‌آرایی و شستشوی کائولین در نمودار زیر ترسیم شده است [۳].



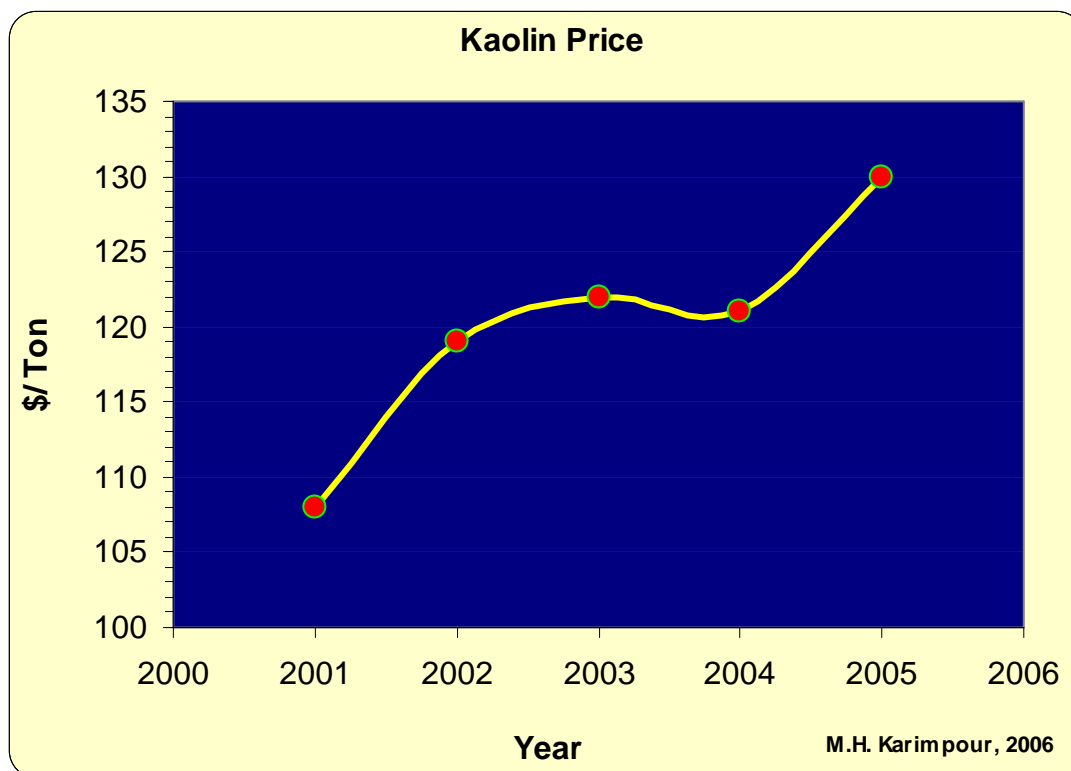
قیمت کائولین

تغییرات قیمت کائولین از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۵ در جدول (۳) گزارش شده است.

جدول ۳. تغییرات قیمت کائولین در طی سالهای ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۵.

Year	۲۰۰۱	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵
Price \$/ Ton	۱۰۸	۱۱۹	۱۲۲	۱۲۱	۱۳۰

قیمت کائولین از ۱۰۸ دلار در تن در سال ۲۰۰۱ به ۱۳۰ دلار در تن در سال ۲۰۰۵ افزایش یافته است (شکل ۱۱).



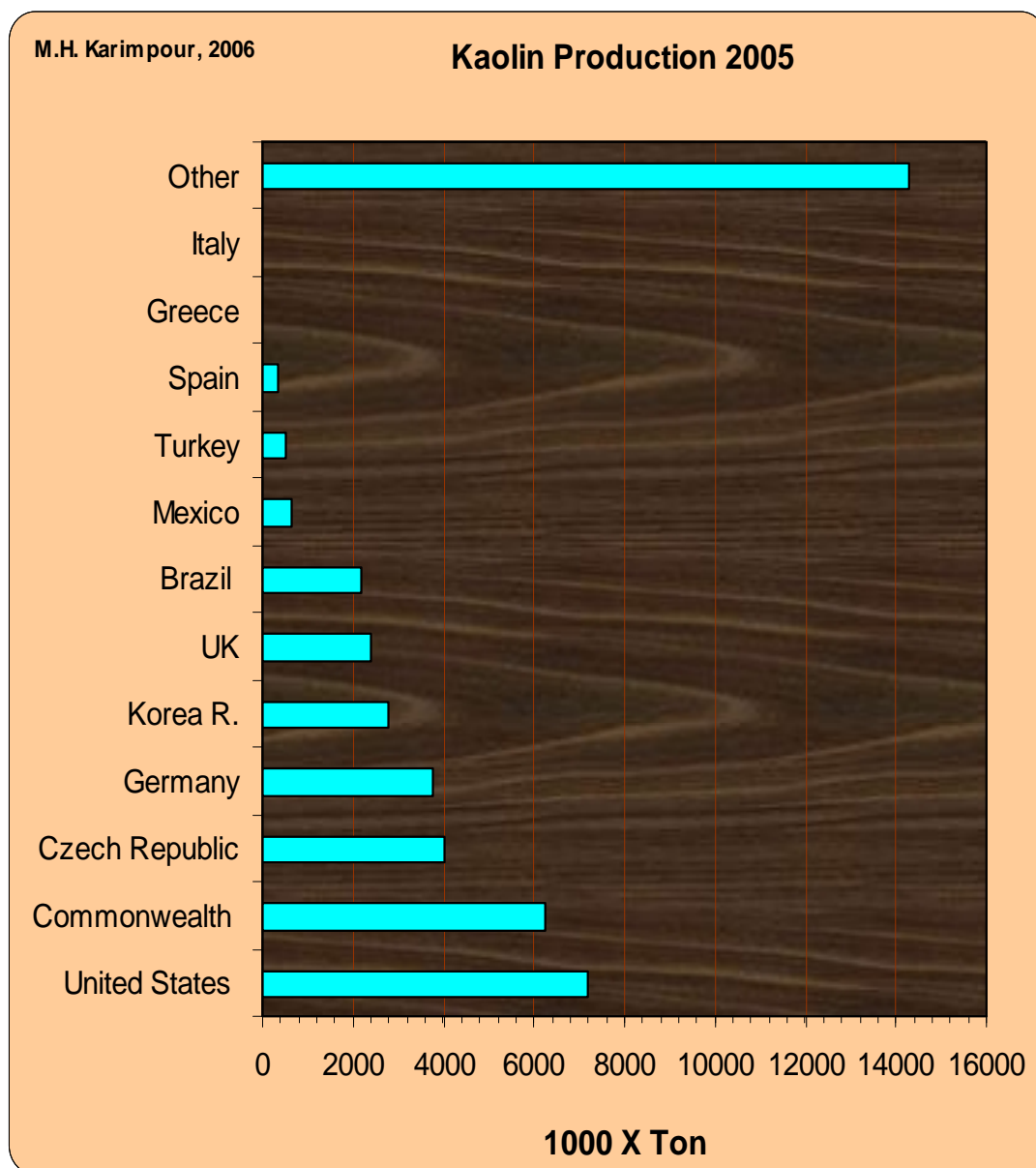
شکل ۱۱. نمایش نوسانات قیمت کائولین از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۵.

میزان تولید کائولین

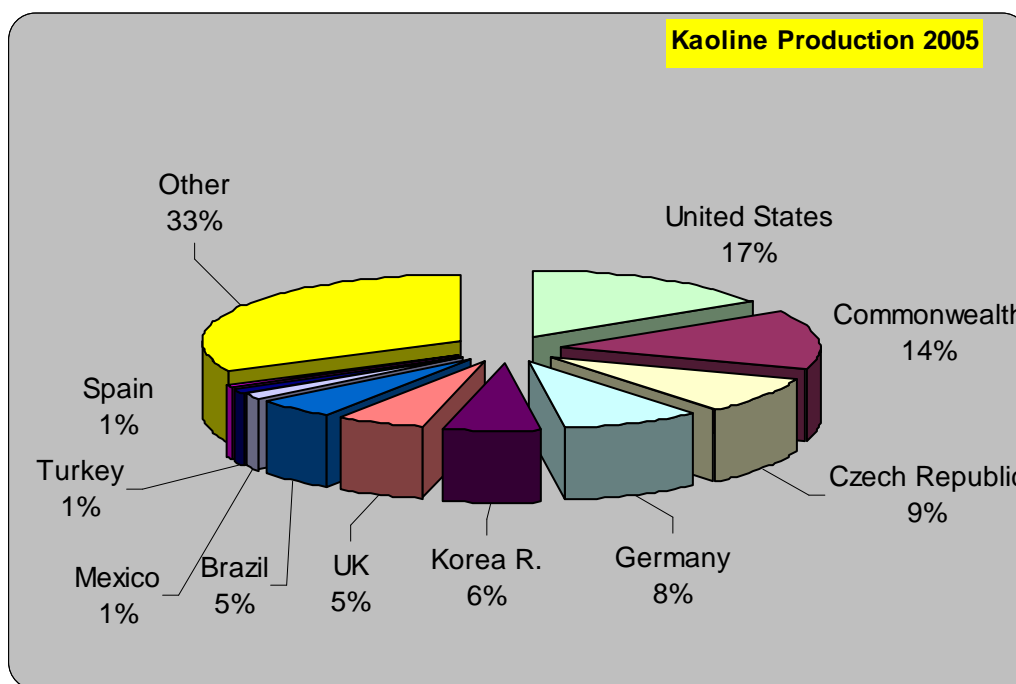
میزان کائولین تولیدی جهان در سال ۲۰۰۵ بالغ بر ۴۴/۵ میلیون تن گزارش گردیده است (جدول ۴ و شکل ۱۲). که از این تعداد، ۱۷ درصد در ایالت متحده امریکا، ۱۴ درصد در کشورهای Commonwealth، ۹ درصد در چک و ۸ درصد در آلمان تولید شده است (شکل ۱۳).

جدول ۴. تولید کائولین جهانی (واحد $\times 1000$ تن)

Kaolin Production ($1000 \times \text{Ton}$)		
Year	۲۰۰۴	۲۰۰۵
United States	۷۷۶۰	۷۲۰۰
Brazil	۲۱۰۰	۲۲۰۰
Commonwealth	۶۲۴۰	۶۲۵۰
Czech Republic	۴۰۰۰	۴۰۰۰
Germany	۳۷۵۰	۳۷۵۰
Greece	۶۰	۶۰
Italy	۱۰	۱۰
Korea R.	۲۷۸۰	۲۸۰۰
Mexico	۸۰۰	۶۵۵
Spain	۳۵۰	۳۵۰
Turkey	۴۰۰	۵۰۰
UK	۲۴۰۰	۲۴۰۰
Other countries	۱۳۸۰۰	۱۴۳۰۰
World Total	۴۴۵۰۰	۴۴۵۰۰



شکل ۱۲. نمایش میزان کائولین تولیدی در سال ۲۰۰۵.

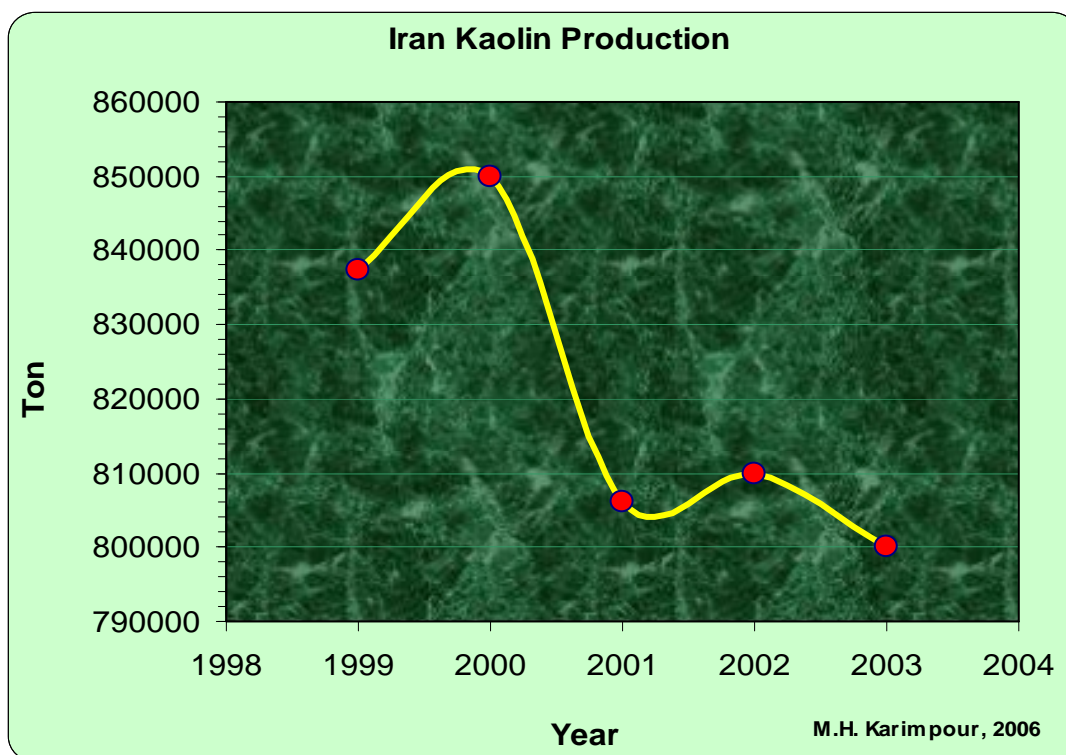


شکل ۱۳. نمایش میزان درصد سهم کائولین تولیدی کشورهای مهم دنیا در سال ۲۰۰۵.

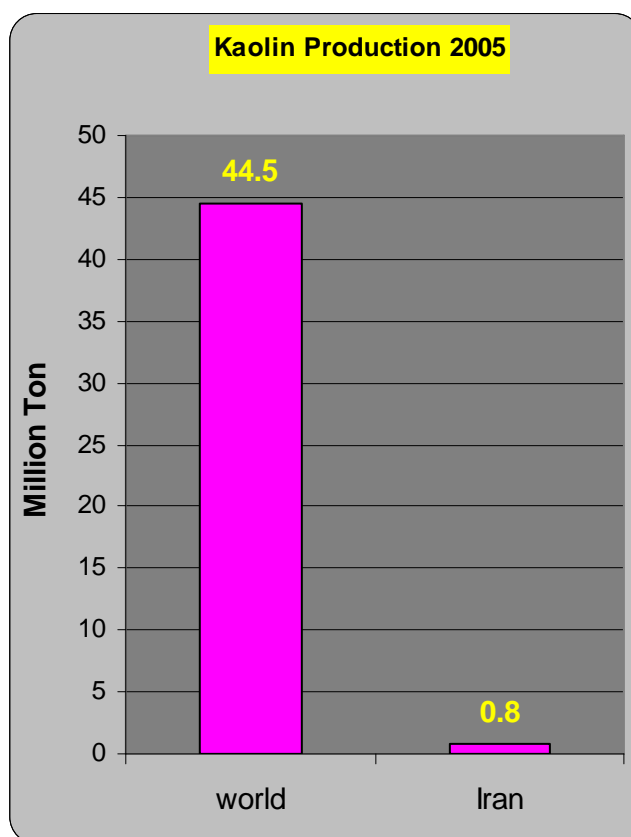
میزان تولیدی و ذخایر کائولین ایران و دنیا

میزان کائولین تولیدی ایران در طی سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۴ در شکل (۱۴) ترسیم شده است. میزان تولید در سال ۱۹۹۸ بالغ بر ۸۳۷۲۷۷ تن و در سال ۲۰۰۴ به ۸۰۰۰۰۰ تن کاهش یافته است (شکل ۱۴).

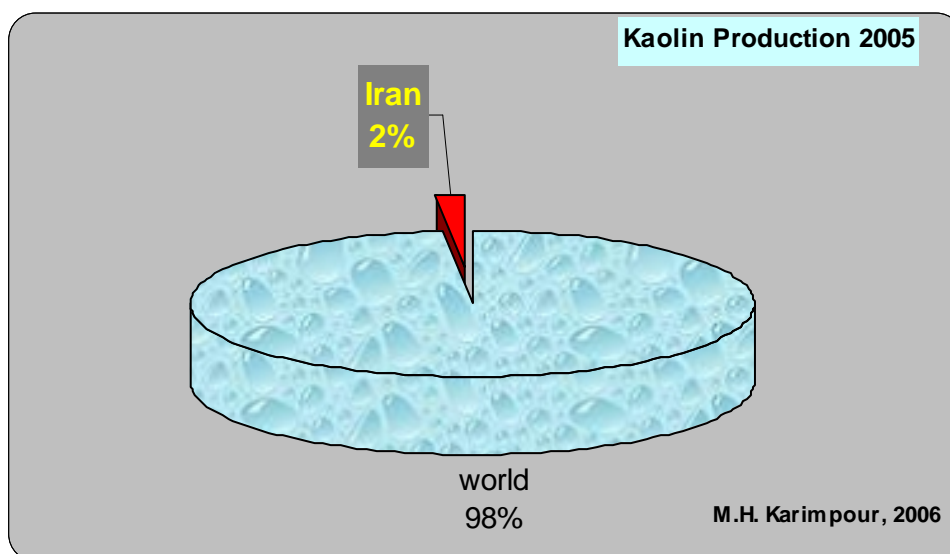
میزان کائولین تولیدی دنیا در سال ۱۳۸۴ معادل ۴۴/۵ میلیون تن و ایران ۸۰۰۰۰۰ تن بوده است شکل (۱۵). حدود ۲ درصد کائولین دنیا در سال ۱۳۸۴ از معادن ایران استخراج شده است شکل (۱۶).



شکل ۱۴. نمایش میزان کائولین تولید ایران در طول سالهای ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۳.



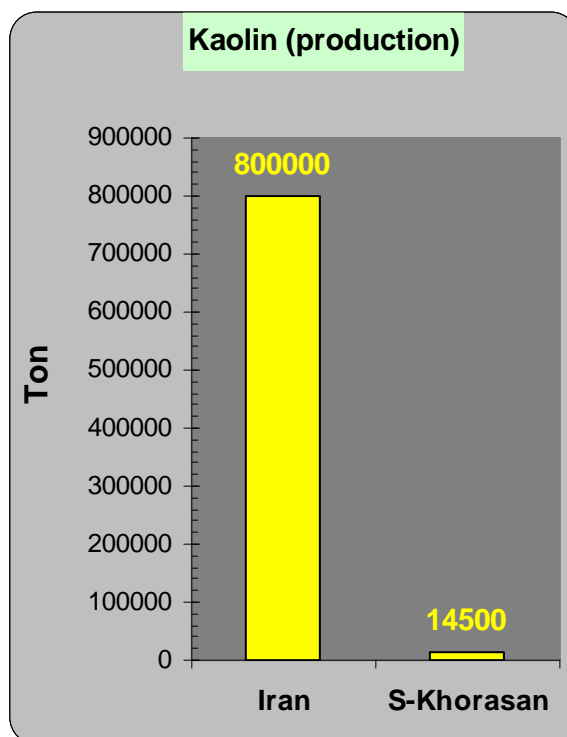
شکل ۱۵. نمودار میزان کائولین بهره برداری شده از معادن ایران و دنیا در سال ۱۳۸۴.



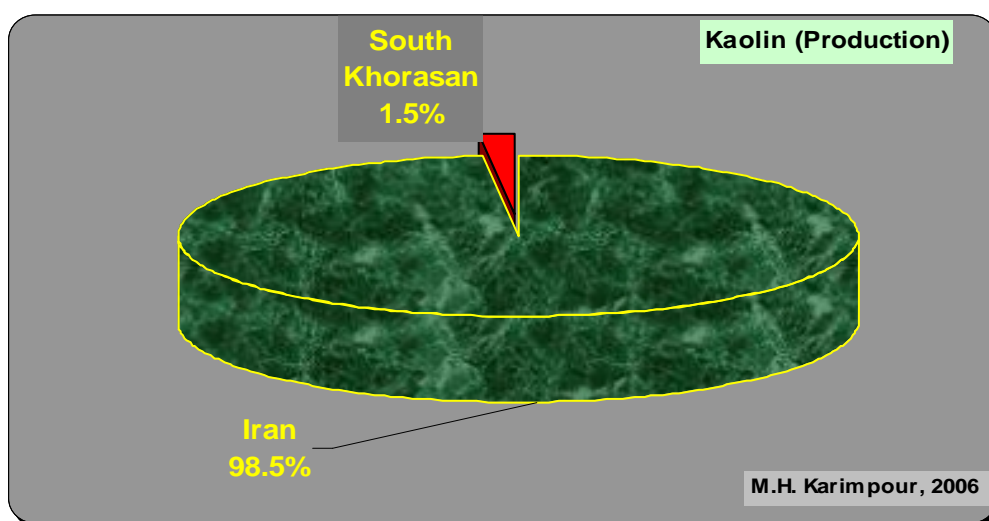
شکل ۱۶ نمودار نمایش درصد سهم کائولین بهره برداری شده از معادن ایران در سال ۱۳۸۴.

میزان کائولین تولیدی خراسان جنوبی و ایران

میزان کائولین تولیدی خراسان جنوبی و ایران در سال ۱۳۸۴ به ترتیب شامل ۱۴۵۰۰ تن و ۸۰۰۰۰۰ تن بوده است شکل (۱۷) [۸ و ۹]. حدود ۱/۵ درصد کائولین ایران در سال ۱۳۸۴ از معادن خراسان جنوبی بهره برداری شده است شکل (۱۸).



شکل ۱۷ نمودار میزان کائولین بهره برداری شده از معادن خراسان جنوبی و ایران در سال ۱۳۸۴.



شکل ۱۸ نمودار نمایش درصد سهم کائولین بهره برداری شده از معادن خراسان جنوبی در سال ۱۳۸۴.

معادن کائولین خراسان جنوبی

معادن کائولین سرایان				
استخراج سالانه (تن)	ذخیره (تن)	نام بهره بردار	نام معدن	
۸۰۰۰	۱۵۵،۰۰۰	ناهید غلامرضانژاد	چاه گنبد	کائولین
۳۵۰۰	۳۹۴،۱۰۰	اسد... غلامرضانژاد	نادر فردوس	کائولین

معادن بیرجند				
استخراج سالانه (تن)	ذخیره (تن)	نام بهره بردار	نام معدن	
۳۰۰۰	۶۵۰،۰۰۰	صنایع کاشی نیلوفر	زیراچ	خاک صنعتی

کائولین نادار فردوس

موقعیت جغرافیایی: از فردوس به سمت جنوب غربی پس از طی مسافت ۵۰ کیلومتر و عبور از دو راهی بشرویه- دیهوک، در مسیر جاده دیهوک ادامه راه داده و پس از طی ۱۸ کیلومتر در جاده آسفالت، به سمت شرق وارد جاده خاکی شده و پس از گذراندن مسافت ۲۱ کیلومتر در جاده

خاکی درجه ۳ به محدوده معدن می‌رسیم، کلاً در این ناحیه دو محدوده تحت عنوان نادار ۱ و نادار ۲ می‌باشد، که معدن دوم حدود ۵ تا ۷ کیلومتر در مسیر شمال شرقی محدوده اول می‌باشد. زمین‌شناسی: تشکیلات موجود در این ناحیه به دوران سوم زمین‌شناسی و پالئوژن نسبت داده شده و واحدهای سنگی منطقه عبارتند از: توف سبز، داسیت و ریولیت.

کانسنگ معدن نادار ۱ دارای بافت نرم و سست و همراه با سیلیس آزاد و آمورف و مقداری کوارتز و کانیهای فرومنیزین است، رنگ کلی، سفید رنگ ولی ناخالصی‌های رنگی کاملاً مشهود و بعضاً حالت متمایل به خاکستری بخود می‌گیرد. دارای چربی خاصی است و جذب آب نسبتاً بالا و سختی پائین دارد که به راحتی با بلدوزر استخراج می‌شود. وجود گچ به مقدار کم در محل کانسنگ مشهود می‌باشد.

این محدوده از نظر زمین‌شناسی فقط شامل توف سبز و داسیت می‌باشد که بیشتر حالت ماسیو دارد. سنگ مادر اولیه داسیت تا حدودی بافت خود را حفظ نموده است. در بررسی نمونه دستی آندزین، کوارتز اتومورف و کانیهای فرومنیزین دیده شده است.

کانسنگ معدن نادار ۲ (جلودار) دارای بافت آفانتیک است و فنوکرسیت کوارتز کمتر به چشم می‌خورد و سختی این کانسنگ نسبتاً بالا است. رنگ کلی سفید است و در قسمت رو که در معرض فرسایش بوده یک لایه نازک قرمز رنگ دیده می‌شود. جذب آب در حد خانواده کائولینیت می‌باشد. لمس زبر و قدری خشن است. وجود مقداری نمک با طعم شور کاملاً مشهود است.

در این محدوده عمدتاً داسیت و ریولیت وجود دارد. و نوعی لایه‌بندی با ضخامت ۲۰-۳۰ سانتیمتر در کانسار دیده می‌شود. در این منطقه کائولینیت بیشتر از نوع ناکریت و دیکیت می‌باشد.

استخراج سالپانه (تن)	ذخیره (تن)	نام بهره بردار	نام معدن	
۳۵۰۰	۳۹۴،۱۰۰	اسد... غلامرضائزاد	نادر فردوس	کائولین

کانی شناسی

نادار ۲: کوارتز، کائولینیت، آلونیت

نادار ۱: ایلیت، دولومیت

IX ۱۵۳ و XII ۱۵۴ : هالوئیت، ایلیت، موسکویت، کلسیت، کرسنوم

آنالیز شیمیائی

نمونه	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TFeO	CaO	MnO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₂	L.O.I
نادار ۱	۴۶/۸۵	۳۷/۰۴	۱/۰۷	ناچیز	--	ناچیز	۰/۵۸	۲/۹۹	--	--	۱۰/۹
نادار ۲	۵۹/۷۶	۲۷/۹۹	۰/۴۳	ناچیز	--	ناچیز	۰/۴۲	۰/۱۷	--	--	۱۰/۴۲
نادار ۱	۴۸/۳۵	۳۵/۷۷	۲/۱۲	۰/۱۷	<۰/۱	--	۰/۲۱	۳/۰۷	<۰/۱	۰/۳	۹/۲۹
نادار ۲	۵۷/۸	۳۴/۴۶	۴/۰۵	۰/۳۶	<۰/۱	--	۰/۱۱	۰/۰۶	<۰/۱	۰/۴۱	۱۰/۶۸
I ۱۵۵	۴۷/۶۶	۳۴/۸۶	۰/۰۳	۸/۲۴	--	--	۸/۲۴	۸/۲۴	--	--	--
III ۱۵۲ و II	۶۹/۲۳	۲۰/۰۸	۰/۳۴	۴	--	--	۴	۴	--	--	--
IV ۱۲۲۲	۶۶/۷۵	۱۳/۸۱	۰/۹۱	۱۱/۲۴	--	۱۱/۲۴	۱۱/۲۴	۱۱/۲۴	--	--	--
V ۱۲۲۳	--	۲۷/۹۹	۰/۴۳	۰/۵۹	--	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	--	--	--
XIII ۱۵۴	۷۲/۳۵	۱۵/۷۵	۰/۰۱	۴/۵۷	--	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	--	--	--
IX ۱۵۳	۸۰/۶۵	۱۱/۷۳	۰/۲	۱/۱۵	--	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	--	--	--
VI ۱۲۲۴	۳۶/۸۵	۳۷/۰۴	۱/۰۷	۳/۵۷	--	۳/۵۷	۳/۵۷	۳/۵۷	--	--	--
۱۲۲۴	۴۶/۸۵	۳۷/۰۴	۱/۰۷	ناچیز	۲/۹۹	ناچیز	--	--	۰/۵۸	۱۰/۹	--
A ۴	۴۷/۶۶	۳۴/۸۶	۰/۳	۰/۸۵	--	۰/۶۱	۰/۴	۶/۹۹	۰/۵۱	۰/۰۹	۶/۸۱
A ۱	۶۹/۲۳	۲۰/۰۸	۰/۳۴	۱/۳۲	--	۰/۱۶	۰/۵	۰/۰۶	۰/۰۴	--	۸
A ۲	۸۰/۶۵	۱۱/۷۳	۰/۲	۰/۶۲	--	۰/۴۴	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۳۶	--	۴/۲۷
A ۳	۷۲/۳۵	۱۵/۷۵	۰/۰۱	۰/۷۹	--	۰/۶۷	۰/۳۷	۲/۷۴	۰/۴۴	۰/۰۸	۴/۱۷

کائولین چاه گنبد

معادن کائولین چاه گنبد در ۸۰ کیلومتری جنوب فردوس واقع شده است. میزان ذخیره این معدن ۱۵۵،۰۰۰ تن و میزان استخراج سالانه ۸۰۰۰ تن گزارش شده است. زمین شناسی: در جنوب معدن که دارای توپوگرافی مرتفع تری نسبت به سایر محدوده است تپه ماهورهای قرار دارد که سنگهای ولکانیکی پالئوژن است که در وسعت گسترده به سمت جنوب و جنوب شرق تا جنوب غربی بیرجند (منطقه خور و جنوب غربی خور) ادامه دارد. مجموعه سنگهای ولکانیکی اسیدی تا حد واسط مانند ریولیت ، داسیت ، و خصوصاً آندزیت است که با مرفولوژی خاص ولکانیکها در منطقه دیده می شود. در مرکز محدوده و نیز شمال غربی و شرق محدوده آثار کانی سازی خاکهای صنعتی دیده می شود و بر مبنای شواهد زمین شناسی خاکهای صنعتی متشکله از نوع درجازا بوده و به نظر نمی رسد که از نقاط دیگر به محل حمل شده باشند.

نام معدن	نام بهره بردار	ذخیره (تن)	استخراج سالیانه (تن)
کائولین چاه گنبد	ناهید غلامرضانژاد	۱۵۵،۰۰۰	۸۰۰۰

خاک صنعتی زیر اچ:

ترکیبات کانی شناسی: مونت موریونیت و کوارتز
زمین شناسی: در شمال شهر بیرجند بیرون زدگیهایی از سنگهای رسوبی و ولکانیکی وجود دارد. سنگهای رسوبی عمدتاً ماسه سنگ، شیل، سنگ آهک نومولیت دار و کنگلومرا بوده و سنگهای ولکانیکی شامل داسیت ، توف داسیتی ، بازالت و آندزیت بازالت می باشد.

نام معدن	نام بهره بردار	ذخیره (تن)	استخراج سالیانه (تن)
خاک صنعتی زیر اچ	صنایع کاشی نیلوفر	۶۵۰،۰۰۰	۳۰۰۰

منابع

- [۸] سازمان صنایع و معادن استان خراسان جنوبی، آمار معادن استان خراسان جنوبی، (۱۳۸۴).
- [۹] وزارت معادن و فلزات، آمار معادن فعال ایران، (۱۳۸۱).
- [۱] Longstaffe, F.J (۱۹۸۱) Short course in clays and resource geologist: Mine. Ass. Of Canada ۱۹۹ p.
- [۲] Evans, A. M., ۱۹۹۷, An Introduction to Economic Geology and its Environmental Impacts: Blackwell Science, ۳۶۴p.
- [۳] Patterson, S.H., Murray, H.H (۱۹۸۳) Clays: Industrial minerals and rocks by Lefond p. ۵۸۵-۵۱
- [۴] Brown, T.H., Berman, R.G., and Perkins (۱۹۸۸) GEOCALC II: PTASYSYSTEM: Software for the Calculation and Display of Pressure-Temperature-Activity Phase Diagrams, University of British Columbia, Dept. Geol. Sci. Vancouver, British Columbia.
- [۵] Barshad, I (۱۹۶۶) The effect of a variation in precipitation on the nature of clay mineral formation in soils from acid and basic igneous rocks: Proceedings International Clay Conference, v. ۱, pp. ۱۶۷-۱۷۳.
- [۶] Ridgway, J.M (۹۸۲) Common clay and shale: Mineral Dossier No. ۲۲ London, ۱۶۴p. Hurlbut, Corneline S., and Klein, C (۱۹۷۷) Manual of Mineralogy: John Wiley and Sons New York pp. ۳۸۸-۴۰۲.
- [۷] Manning, D.A.C (۹۹۵) Introduction to Industrial minerals: Chapman & Hall London ۲۷۹p.
- [۸] Mineral commodity summaries (۲۰۰۶) U.S Geological survey Department of interior.