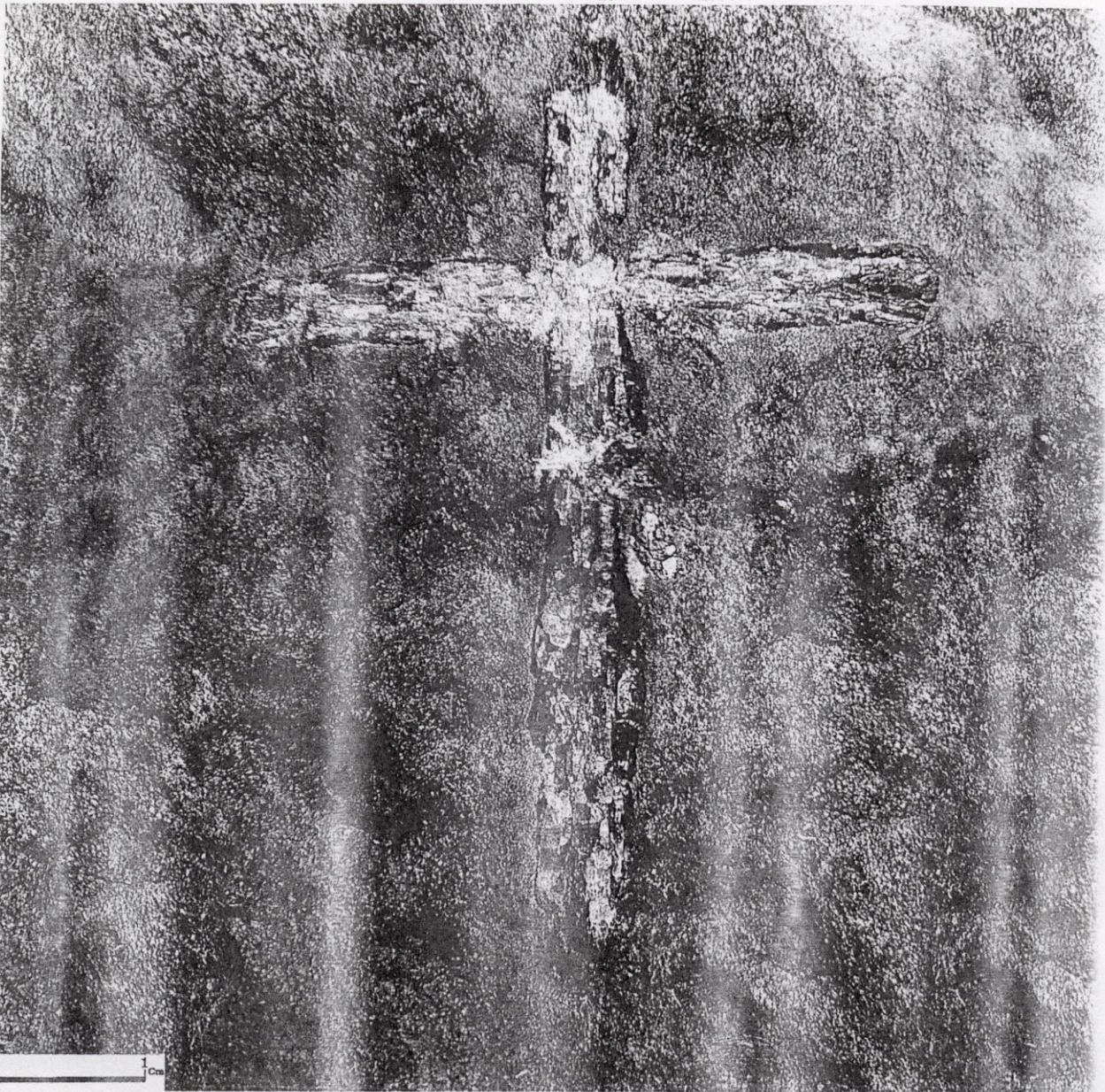


اکتشاف مقدماتی آندالوزیت شرق فریمان

کانی شناس، ژئوشیمی و فرآوردی ماده معدنی بانگرس ویژه بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و صنعتی آندالوزیت

به منظور تهیه فرآورده های دیر گذار اسیدی

طرح مشترک پژوهشی اداره کل معادن فلزات خراسان و دانشگاه فردوسی مشهد





... در هر حرفه ای که هستید نا اجازه دهید که به بدبینیهای بی حاصل آلوده شوید و نه بگذارید که بعضی لحظات تأسف بار، که برای هر ملتی پیش می آید، شما را به یأس و ناامیدی بکشاند. در آرامش حاکم بر آزمایشگاهها و کتابخانه هایتان زندگی کنید. نخست از خود بپرسید:

برای یادگیری و خود آموزی چه کرده ام؟ سپس همچنان که پیشتر می روید، بپرسید من برای کشورم، چه کرده ام و این پرسش را آنقدر ادامه دهید تا به این احساس شادبخش و هیجان انگیز برسید که شاید سهم کوچکی در پیشرفت و اعتلای بشریت داشته اید. اما هر پاداشه که زندگی با تلاش هایمان بدهد، یا ندهد هنگامی که به پایان تلاشهایمان نزدیک می شویم هر کدامان باید حق آن را داشته باشیم که با صدای بلند بگوییم "من آنچه در توان داشته ام انجام داده ام".

لوئی پاستور (1898-1922)

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار	1
مقدمه	2
فصل اول: پلیمرهای آندالوزیت - سیلیمانیت - کیانیت	4
1-1 کلیات	4
1-2 آندالوزیت	6
1-2-1 نام گذاری	6
1-2-2 ترکیب شیمیایی	6
1-2-3 سیستم کریستالین و ساختمان داخلی آندالوزیت	7
1-2-4 خواص فیزیکی	8
1-2-5 تجزیه	8
1-2-6 نحوه و محل های پیدایش	9
فصل دوم: دیرگذاها	11
2-1 ویژگیها و خواص مهم مواد دیرگذاز	12
2-1-1 دیر گذاری	12
2-1-2 مقاومت شیمیایی	12
2-1-3 مقاومت در برابر شوک های حرارتی	12
2-1-4 مقاومت سایشی	12
2-1-5 پایداری در برابر فشار در درجه حرارت اطاق (سرد)	13

- 13 2-1-6) پایداری فشارشی در درجه حرارت های بالا
- 13 2-1-7) پایداری حجمی
- 14 2-1-8) انبساط حرارتی
- 16 2-1-9) هدایت حرارتی
- 16 2-1-10) تخلخل
- 17 2-1-11) مقاومت در برابر ضربه
- 17 2-1-12) خزش
- 18 2-2) طبقه بندی دیر گدازها
- 18 2-2-1) طبقه بندی دیر گدازها بر حسب شرایط شیمیایی محیط عمل
- 18 2-2-1-1) دیر گدازه ها اسیدی
- 19 2-2-1-2) دیر گدازهای خثی
- 19 2-2-1-3) دیر گدازهای قلیایی
- 19 2-2-2) تقسیم بندی دیر گدازها بر اساس مواد اولیه
- 20 2-2-3) تقسیم بندی دیر گدازها بر اساس پایداری
- 20 2-2-4) تقسیم بندی دیر گدازها بر اساس روش تولید

30 فصل سوم: دیر گدازهای آلومینیوم سیلیکاته

- 30 3-1) تقسیم بندی استاندارد
- 30 3-1-1) آجرهای شاموتی
- 30 3-1-2) آجرهای فوق آلومینیوم
- 31 3-2) تقسیم بندی ویژه
- 31 3-1-1) مواد اولیه

32	3-3) ساخت آجرهای نسوز آندالوزیتی - سیلیمانیتی
33	3-4) خواص آجرهای آندالوزیتی و سیلیمانیتی
33	3-4-1) (3-4-1)
33	3-4-2) استحکام فشاری سرد
33	3-4-3) تغییرات طولی پایدار
34	3-4-4) تغییرات طولی پایدار
34	3-4-5) مقاومت در برابر شوک های حرارتی
34	3-4-6) آنالیز شیمیایی
34	3-5) موارد استفاده از آجرهای آندالوزیتی و سیلیمانیتی
36	3-6) آجرهای مولیتی
37	3-6-1) تولید آجرهای مولیتی
38	3-6-2) خواص آجرهای مولیتی
38	3-6-2-1) تخلخل و وزن مخصوص
38	3-6-2-2) استحکام فشاری سرد
38	3-6-2-3) تغییرات طولی پایدار
39	3-6-2-4) دیر گدازی و دیر گدازی تحت فشار
39	3-6-2-5) مقاومت در برابر شوک های حرارتی
39	3-6-2-6) آنالیز شیمیایی
42	3-5-3) مواد استفاده از آجرهای مولیتی
43	فصل چهارم: ذخایر معدنی آندالوزیت ایران
44	4-1) مهمترین ذخایر آندالوزیت دنیا
44	4-2) بازار جهانی آندالوزیت

46	فصل پنجم: جغرافیا و زمین شناسی منطقه مورد مطالعه
46	5-1) موقعیت جغرافیایی
47	5-2) زمین شناسی عمومی منطقه
50	5-3) زمین شناسی بینالود
51	5-4) خلاصه چینه شناسی منطقه فریمان
54	5-5) تکنونیک و زمین شناسی ساختمانی منطقه
56	فصل ششم: مراحل انجام پروژه مطالعه شیستهای آندالوزیت دار فریمان
56	6-1) چگونگی انجام عملیات صحرایی و نحوه نمونه برداری
57	6-2) تهیه نقشه زمین شناسی ناحیه اکتشافی
57	6-3) انجام عملیات آزمایشگاهی
58	6-3-1) انجام عملیات عیارسنجی بر روی نمونه های سری T، UP و E به تعداد 29 نمونه
59	6-3-2) تهیه مقاطع نازک و بلوک های صیقلی
59	6-3-3) مطالعات کانی شناسی به روش XRD نمونه های آندالوزیت شیست و آندالوزیت جدا شده ..
60	6-3-4) انجام آنالیز شیمیایی XRF
60	6-4) زمین شناسی ناحیه اکتشافی و زون آندالوزیت دار
75	فصل هفتم: کانی شناسی، ژئوشیمی و فرآوری آندالوزیت شیست فریمان
75	7-1) مطالعه مقاطع نازک
76	7-2) مشخصات نوری کانیهای موجود در مقاطع مورد مطالعه
76	7-2-1) آندالوزیت
76	7-2-2) سیلیمانیت

77	..... کوارتز (7-2-3)
78	..... بیوتیت (7-2-4)
79	..... موسکویت (7-2-5)
80	..... مطالعه مقطع شماره R-36 (7-3)
80	..... کانیه‌های تشکیل دهنده مقطع (7-3-1)
80	..... آندالوزیت (7-3-1-1)
80	..... سیلیمانیت (7-3-1-2)
81	..... بیوتیت (7-3-1-3)
81	..... موسکویت (7-3-1-4)
81	..... کوارتز (7-3-1-5)
81	..... فلدسپات (7-3-1-6)
85	..... مقطع شماره US-5 (7-4)
85	..... کانیه‌های تشکیل دهنده مقطع (7-4-1)
85	..... آندالوزیت (7-4-1-1)
85	..... سیلیمانیت (7-4-1-2)
85	..... بیوتیت (7-4-1-3)
86	..... موسکویت (7-4-1-4)
86	..... کوارتز (7-4-1-5)
86	..... فلدسپات (7-4-1-6)
90	..... مقطع شماره T-8 (7-5)
90	..... کانیه‌های تشکیل دهنده مقطع (7-5-1)
90	..... آندالوزیت (7-5-1-1)

90	..... سیلیمانیت (7-5-1-2)
90	..... بیوتیت (7-5-1-3)
91	..... موسکویت (7-5-1-4)
91	..... کوارتز (7-5-1-5)
91	..... فلدسپات (7-5-1-6)
91	..... مقطعه شماره T-6
94	..... کانیه‌های تشکیل دهنده مقطع (7-6-)
94	..... سیلیمانیت (7-6-1-1)
94	..... بیوتیت (7-6-1-2)
94	..... موسکویت (7-6-1-3)
95	..... کوارتز (7-6-1-4)
95	..... فلدسپات (7-6-1-5)
97	..... مقطع شماره M-1
97	..... کانیه‌های تشکیل دهنده مقطع (7-7-1)
97	..... کوارتز (7-7-1-1)
97	..... بیوتیت (7-7-1-2)
97	..... موسکویت (7-7-1-3)
98	..... فلدسپات (7-7-1-4)
100	..... کانی شناسی (7-8)
100	..... آنالیز کانی شناسی به روش XRD نمونه Bulk (7-8-1)
100	..... آنالیز کانی شناسی به روش XRD نمونه Crystal (7-8-2)
102	..... عیار سنجی (7-9)

105	.....	ژئوشیمی (7-10)
105	.....	انجام آنالیز شیمیایی (7-10-1)
108	.....	فرآوری (7-11)
108	.....	مقدمه (7-11-1)
110	.....	فرآوری آندالوزیت فریمان (7-11-2)
114	.....	فصل هشتم: خلاصه و نتیجه گیری
117	.....	منابع و مراجع

فهرست تصاویر

- تصویر 6-1 مرز شمالی آندالوزیت شیست قندآب با کنگومرای پالئوسن - ائوسن 62
- تصویر 6-2 مرز شمالی آندالوزیت شیست قند آب با کنگلومرای پالئوسن - ائوسن 62
- تصویر 6-3 رخنمون مرز شرقی آندالوزیت قند آب با کنگرمرای پالئوسن - ائوسن 63
- تصویر 6-4 رخنمون آندازیت شیست در شرق منطقه در مجاورات کال بردو 63
- تصویر 6-5 مرز جنوبی آندالوزیت شیست های با آهنگ کریستالین کرتاسه 64
- تصویر 6-6 مرز جنوبی آندالوزیت شیست ها با آهک کریستالین کرتاسه 64
- تصویر 6-7 لایه های آرفتی دوران چهار ن (کواترنر) قرار گرفته بر روی آندالوزیت شیست 67
- تصویر 6-8 نگاهی نزدیکتر به لایه های آبرفتی دوران چهارم 67
- تصویر 6-9 میان لایه های آهکی در اندالوزیت شیست ها در منطقه شمال غربی منطقه 68
- تصویر 6-10 میان لایه های متاکواتزیتی موجود در آندالوزیت شیست ها 68
- تصویر 6-11 نمای کلی از عرض منطقه کانی سازی به همراه مرز شمالی و مرز جنوبی شیست های آندالوزیت دار 69
- تصویر 6-12 نمای کلی از عرض منطقه کلنی سازی شده در حوالی روستای قند آب 70
- تصویر 6-13 الف و ب میان لایه های متاکواتزیتی همراه با رگه های سیلیسی در مجاورت اندالوزیت شیست ها 71
- تصویر 6-14 الف و ب اختلاف لیتولوژیکی در سنگ های منطقه و عدم وجود آندالوزیت در میان لایه های متاکواترنریتی 72
- تصویر 6-15 بلورهای درشت آندالوزیت در شیست های جنوبی روستای قند آب 73

73.....	تک بلور درشت آندالوزیت در شیست های جنوبی روستای قند آب	تصویر 6-16
74	تراکم بلورهای آندالوزیت در شیست های آندالوزیت دار، شمال غربی روستای قند آب	تصویر 6-17
74..	تراکم بلورهای آندالوزیت در شیست های آندالوزیت دار، شمال غربی روستای قند آب	تصویر 6-18
83.....	مقطع R-36 نور PPL، بزرگ نمایی X50	تصویر 7-1
83.....	مقطع R-36 نور XPL، بزرگ نمایی X50	تصویر 7-2
84.....	مقطع R-36 نور PPL، بزرگ نمایی X50	تصویر 7-3
84.....	مقطع R-36 نور XPL، بزرگ نمایی X50	تصویر 7-4
88.....	مقطع US-5 نور PPL، بزرگ نمایی X50	تصویر 7-5
88.....	مقطعی US-5 نور XPL، بزرگ نمایی X50	تصویر 7-6
89.....	مقطع US-5 نور PPL، بزرگ نمایی X50	تصویر 7-7
89.....	مقطع US-5 نور XPL، بزرگ نمایی X50	تصویر 7-8
93.....	مقطع T8 نور PPL، بزرگ نمایی X50	تصویر 7-9
93.....	مقطع T8 نور XPL بزرگ نمایی X50	تصویر 7-10
96.....	مقطع T6 نور PPL بزرگ نمایی X50	تصویر 7-11
96.....	مقطع T6 نور XPL بزرگ نمایی X50	تصویر 7-12
99.....	مقطع M-1 نور PPL بزرگ نمایی X50	تصویر 7-13
99.....	مقطع M-1 نور XPL، بزرگ نمایی X50	تصویر 7-14

فهرست جداول

جدول 1-1	خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و نحوه پیدایش کانیهای خانواده کینایت	4
جدول 2-1	آنالیز شیمیایی نمونه ایده آل کانی آندالوزیت	7
جدول 1-2	انبساط گرمایی خطی ویژه برای چند ماده دیر گداز	16
جدول 2-2	درجه ذوب تعدادی از عناصر با خصوصیت دیر گدازی به همراه اکسیدهای آنها	22
جدول 3-2	تقسیم بندی انواع دیر گدازها بر اساس شرایط شیمیایی محیط عمل و دمای پایداری آنها	23
جدول 4-2	طبقه بندی محصولات نسوز بر اساس استاندارد ISO1109	24
جدول 5-2	خواص فیزیکوشیمیایی مواد اصلی دیر گداز (بدون تخلخل)	25
جدول 6-2	مواد اولیه، ترکیب و کاربرد دیر گدازها	26
جدول 7-2	خصوصیات مهم دیر گدازها	27
جدول 8-2	مصرف مواد دیر گداز در بخش های مختلف صنایع آهن و فولاد اروپا (1993)	28
جدول 9-2	ضریب مصرف جهانی مواد دیر گداز در صنایع ریخته گری	28
جدول 10-2	مصرف کنندگان محصولات دیر گداز و ضریب ویژه مصرف مواد دیر گداز	29
جدول 11-2	میزان تولید محصولات دیر گداز	29
جدول 1-3	خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آجرهای نسوز آندالوزیتی و سیلیمانیتی	35
جدول 2-3	کاربردهای آجر های آندالوزیتی و سیلیمانیتی	36
جدول 3-3	مواد اولیه برای ساخت آجرهای مولیتی	38
جدول 4-3	مهمترین خواص فیزیکی و شیمیایی آجرهای نسوز مولیتی	40
جدول 5-3	مقایسه ترکیب شیمیایی آجرهای نسوز مولیتی و سیتتری	41
جدول 6-3	مقایسه خصوصیات فیزیکی آجرهای نسوز مولیتی و سیتتری	41

جدول 3-7	مهمترین موارد استفاده از دیر گدازهای مولتی	42.....
جدول 1-7	کانی شناسی میانگین 10 نمونه آندالوزیت شیست فریمان	100.....
جدول 2-7	درصد عیار آندالوزیت موجود در کانسنگ آندالوزیت شیست فریمان	104.....
جدول 3-7	مقایسه آنالیز شیمیایی آندالوزیت شرق فریمان با نمونه های نهبندان، آمریکا و آفریقای جنوبی	106.....
جدول 4-7	ترکیب شیمیایی و درجه نسوزندگی آندالوزیت چین	109.....
جدول 5-7	نتایج تجزیه سرندی نمونه آندالوزیت فریمان	112.....
جدول 5-7	نتایج جدایش مایع سنگین	112.....

فهرست اشکال

- شکل 1-2 15 منحنی انبساط گرمایی حاصل از سنجش انبساط گرمایی
- شکل 2-2 15 تصویر برش از انبساط سنج مکانیکی بر اساس جابجایی میله
- شکل 1-5 47 کروکی و وضعیت راهنمای منطقه مورد مطالعه
- شکل 2-5 48 واحدهای ساختمانی، رسوبی ایران، م. ح. نبوی، (1355)
- شکل 3-5 49 حدود البرز و کپه داغ و رسوبات پلیو، کواترنز خزر (مجیدی 1978)
- شکل 1-7 101 نمونه ای از گرافهای XRD
- شکل 2-7 104 هیستوگرام عیار فراوانی آندالوزیت
- شکل 3-7 107 نمودارهای مربوط به همبستگی اکسیدهای اصلی آنالیزهای شیمیایی
- شکل 4-7 113 توزیع دانه بندی نمونه های خرد شده آندالوزیت فریمان

پیش گفتار:

با یاری خداوند بزرگ و در اجرای قرارداد 11262 مورخ 1378/9/14 بررسی. تحقیقات لازم در خصوص ذخیره معدنی آندالوزیت شرق فریمان در چهار چوب شرح خدمات تعیین شده با همکاری اداره کل معادن و فلزات استان خراسان و دانشگاه فردوسی مشهد صورت پذیرفت که نتایج آن در قالب گزارش حاضر تنظیم و جهت بررسی و اتخاذ تصمیمات بعدی ارائه می گردد.

لازم است مراتب تشکر و سپاس خود را از همکاری صمیمانه جناب آقای مهندس اقبالی مدیر کل محترم معادن و فلزات خراسان، جناب آقای مهندس خزاعی، جناب آقای مهندس باقری، جناب آقای مهندس موسوی، جناب آقای مهندس عباس نیا و کلیه همکاران محترم معادن و فلزات خراسان به خاطر مساعدت در مراحل مختلف اجرای پروژه ابراز نمایم همچنین از ریاست محترم دانشگاه فردوسی مشهد جناب آقای دکتر باقری، معاونت محترم پژوهشی دانشگاه جناب آقای دکتر حائریان، مدیریت محترم دفتر ارتباط با صنعت جناب آقای مهندس اشرف، جناب آقای اعلم و جناب آقای مهندس عمرانی و دیگر همکاران محترم حوزه معاونت پژوهشی سپاسگزاری می نمایم. از کلیه همکاران مرکز تحقیقات فرآورده های نسوز آذر مخصوصاً جناب آقای دکتر پایدار، که در انجام آنالیزهای کانی شناسی، شیمیایی تست های صنعتی همکاری نمودند سپاسگزاری می گردد. از جناب آقای دکتر اولیا زاده و همکاران محترم شان در دانشکده فنی دانشگاه تهران که دز فرآوری ماده معدنی آندالوزیت همکاری نموده اند نهایت تشکر و قدردانی می گردد و در خاتمه وظیفه خود می دانم از همکاری صادقانه و نزدیک دانشجویان محترم کارشناسی ارشد و کارشناسی دانشگاه فردوسی مشهد و دانشگاه آزاد تهران، آقایان بهمن شیرزاده، رضا شرقی، حمید امیر خانی و خانم ها اکرم ضیائی، آزاده ملک زاده، شیوا کاهنی و زهره فیاضی که در انجام کلیه عملیات صحرائی، نمونه برداری، آنالیز و گرد آوری مطالب نقش فعالی را به عهده داشته اند تشکر و قدردانی می نمایم. در خاتمه وظیفه خود می دانم که از همکاری کلیه افرادی که به هرنحو در انجام عملیات این پروژه همکاری داشته اند تشکر نمایم

خسرو ابراهیمی

مقدمه

گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی

مقدمه:

ذخایر معدنی به عنوان یکی از مهمترین منابع طبیعی، پایه و زیر بنای فعالیتهای صنعتی، حمل و نقل، تجارت و در مجموع رونق اقتصادی به شمار می رود. در کنار جنبه های فوق، امکان بالقوه صدور مواد معدنی، خود به معنای ایجاد درآمدهای ارزی قابل توجه در بخش اقتصاد خارجی است. بررسی ها نشان میدهد که استان پهناور خراسان، از زمره استانهایی است که بیشترین ترمز فعالیتهای معدنی را در سطح ایران به خود اختصاص داده است. لیکن شمار معادن فعالی، روشهای مورد بهره برداری و حجم عملیات و ارزش افزوده حاصل از فعالیتهای معدنی و نیز ضایعاتی که در جریان استخراج مواد در برخی از معادن به ذخایر موجود وارد می گردد و گاهاً کاربردهای صنعتی غیر اصول از مواد معدنی همه نشان از آن دارد که در این بخش نیاز به پژوهش علمی و صنعتی وجود دارد. در سالهای اخیر فعالیتهای معدنی در سطح استان همواره در حال گسترش بوده و تلاشهای بسیار مثبتی در جهت ارتقاء روشهای اکتشاف، استخراج، فرآوری و استفاده بهینه از مواد معدنی صورت گرفته است، ولی تا رسیدن به حد مطلوب که همانا جایگزینی منابع معدنی به جای نفت و عدم وابستگی شدید کشور به صادرات نفت است، راه زیادی در پیش است که می بایست با افزایش توان علمی و فنی معدنکاری، با شتاب بیشتری در رفع نواقص کوشید و برای استفاده مطلوب از مواد معدنی حلقه ضعیف صنعت و معدن را بیش از پیش تقویت نمود.

با درک چنین ضرورتی اداره کل معادن و فلزات خراسان اقدام به شناسایی و ارزیابی پتانسیل ها، صدور مجوز احداث کارخانه های جدید و فراهم نمودن زمینه برای فعال نمودن صنایع معدنی نموده است.

آندالوزیت (Al_2SiO_5) از کانیهای خانواده کیانیت است که به علت خاصیت دیر گدازی، مقاومت زیاد در حرارتهای بالا و ضریب انبساط حرارتی کم از جایگاه ویژه ای در مواد دیر گداز برخوردار است و به همین خاطر مصرف آن در صنایع تولید آهن، شیشه، سرامیک و فلزات غیر آهنی روز به روز افزایش یافته است. بزرگترین تولید کنندگان آندالوزیت در دنیا، آفریقای جنوبی با حدود 83٪ و فرانسه با حدود 15٪ تولید جهانی هستند.

با وجودیکه بهای هر تن آندالوزیت با توجه به ترکیب شیمیایی 200 تا 300 دلار می باشد و در ایران نیز ذخایر

مقدمه :ارد ولی تاکنون فرآورده هیا دیر گداز آندالوزیتی که نیاز مبرم صنایع آهن و فلزات غیر آهنی

است در کشور تولید نشده است. گزارش حاضر به منظور شناخت مقدماتی از وضعیت موجود ذخیره آندالوزیت شرق فریمان تنظیم شده است و با هدف نهایی بررسی امکان فرآوری و تولید آجرهای نسوز آندالوزیتی است که با خود اشتغال زایی، کاهش محرومیت و رونق اقتصادی را به همراه خواهد داشت.

فصل اول این گزارش به ارائه کلیاتی در مورد پلی مورف های آندالوزیت، سیلیمانیت، کیانیت و خصوصیات فیزیکی شیمیایی و نحوه پیدایش آنها می پردازد.

در فصل دوم به طور بسیار خلاصه و جداول وار اطلاعاتی در خصوص مواد دیر گداز، انواع طبقه بندی و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و صنعتی آنها ارائه می گردد.

فصل سوم با نگرش ویژه به دیر گدازهای آلومینیم سیلیکاته می پردازد، نحوه ساخت آجرهای نسوز آندالوزیتی سیلیمانیتی و مولیتی، خواص فیزیکی شیمیایی و مواد استفاده آنها مورد بحث و بررسی قرار می گیرد.

فصل چهارم خلاصه ای از ذخایر معدنی آندالوزیت در ایران، مهمترین ذخایر آندالوزیت دنیا و بازار جهانی آن را شرح می دهد.

در فصل پنجم جغرافیا و زمین شناسی منطقه مورد مطالعه مورد بحث و بررسی قرار می گیرد.

در فصل ششم مراحل انجام پروژه اکتشاف مقدماتی آندالوزیت شرق فریمان از تهیه نقشه زمین شناسی تا نمونه برداری و انجام آنالیزهای کانی شناسی، ژئوشیمیایی و عیار سنجی تشریح می گردد.

فصل هفتم به ارائه به ارائه آزمایشا کانی شناسی، تعیین عیار، ژئوشیمی و فرآوری آندالوزیت شرق فریمان می پردازد.

و بالاخره فصل هشتم به بان خلاصه، نتیجه گیری و پیشنهاد اختصاص یافته است.

امید است نتایج حاضر از این گزارش مقدماتی، به سهم خود در کنار دیگر برری های انجام شده، مسولین محترم را در استفاده از مواد معدنی کشور ونهایتاً توسعه و عمران بیش از پیش این مرز و بوم یاری دهد.

انشاء...

فصل اول: پلیمرهای آندالوزیت - سیلیمانیت - کیانیت

1-1 کلیات:

کانی های گروه کیانیت از جمله کانیهای با ارزش اقتصادی مورد نیاز صنایع دیر گداز میباشد. این گروه شامل کانیهایی با ترکیب شیمیایی یکسان ($Al_2O_3 \cdot SiO_2$)، اما سیستم تبلور و خواص فیزیکی متفاوتی هستند که به دلیل برخورداری از درصد آلومین بالا (Al_2O_3) در تهیه نسوزهای آلومینو سیلیکاته مورد استفاده قرار می گیرند. این کانیها در اکثر صنایعی که در مراحل تولید، نیاز به انجام فرآیندهایی در دمای بالا دارند، به خصوص در صنایع فولاد کاربرد وسیعی دارند. کانیهای این گروه شامل آندالوزیت، سیلیمانیت و کیانیت هستند. که معمولاً پس از طی مراحل خردایش، آماده ساز یو پخت به مولیت که دیر گدازی با کیفیت عالی مقاومت در مقابل دمای کوره های و اثر خوردندگی اسیدها است. تبدیل و مورد استفاده قرار می گیرند.

آندالوزیت	سیلیمانیت	کیانیت	کانی
$Al_2O_3 \cdot SiO_2$	$Al_2O_3 \cdot SiO_2$	$Al_2O_3 \cdot SiO_2$	فرمول شیمیایی
6.5-7.5	6-7	4.5-6-7	سختی
3.16 – 3.2	3.23- 3.27	3.7 – 3.6	وزن مخصوص
ارتورمبیک	ارتورمبیک	تری کلین	سیستم تبلور
در شرایط حرارتی فشار کم و متوسط در گرگونی ناحیه ای و در شرایط دگرگونی مجاورتی	در شرایط دگرگونی ناحیه ای و مجاورتی با حرارت و فشار زیاد در میکاشیست ها	در اثر دگرگونی مواد اولیه سیلیکاته آلومنیوم دار در شرایط فشار بالا	نحوه پیدایش

جداول 1-1 خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و نحوه پیدایش کانی های خانواده کیانیت

در این پروژه تحقیقاتی و اکتشافی بطور ویژه‌های راجع به کانی آندالوزیت بحث خواهد شد و به طور گسترده‌ای خواص فیزیکی، شیمیایی، صنعتی و کاربرد آن در تولید فرآورده‌های دیر گداز اسیدی مورد بررسی قرار خواهد گرفت ولی از آنجائیکه سه پلی مورف آندالوزیت، سیلیمانیت و کیانیت دارای خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و صنعتی یکسان بوده لذا نتایج بدست آمده در این تحقیق می‌توان در مورد هر سه کانی صدق نماید.

کانی آندالوزیت به دلیل ویژگیهای خاص در صنایع فولاد نقش مهمی داشته و از سایر کانیهای این گروه به دلیل عدم نیاز به پخت اولیه و امکان استفاده به صورت خام متمایز است. از ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و صنعتی عمده کانی آندالوزیت می‌توان به مواد زیر اشاره نمود:

1- مقاومت در برابر شوک های حرارتی

2- ظرفیت ذخیره حرارتی بالا

3- تغییر حجم ناچیز در مقابل حرارت کوره

4- مقاومت خزشی بالا

5- مقاومت در برابر خوردگی سرباره ها

6- ظرفیت جذب حرارتی

7- مقاومت در برابر نفوذ سرباره ها و ...

خصوصیات فوق الذکرکانی آندالوزیت را به صورت ماده ای نسوز باترکیب اسیدی ایده آل در صنایع ذوب فلزات آهنی در آورده است.

(1-2) آندالوزیت (Andalusite)

1-2-1) نام گذاری: این کانی برای اولین بار در ناحیه آندلس (andalaseia) اسپانیا پیدا شده و به همین علت آنرا آندالوزیت نامیده اند.

1-2-2) ترکیب شیمیایی (Chemical Composition): آندالوزیت در حالت ایده آل و کاملاً خالص از 63.1 درصد اکسید آلومینیوم (Al_2O_3) و 36.9 درصد اکسید سیلیسیم (SiO_2) تشکیل شده است. مهمترین ناخالصی های موجود در آن می توان داکسید کروم، اکسید آهن سه ظرفیتی، اکسید تیتانیم، اکسید آهن دو ظرفیتی، اکسید کلسیم و اکسید منیزیم باشد ولی یونهای قابل توجه مخوجود در این کانی اکسید آهن سه ظرفیتی و اکسید منگنز است. جانشینی AL به وسیله Fe معمولاً کم و در اغلب آندالوزیتها مقدار Fe_2O_3 آنها از 2 درصد کمتر می باشد و مقدار Mn در بعضی موارد زیاد و تا حدود 7 درصد Mn_2O_3 دیده می شود.

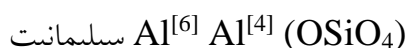
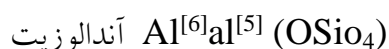
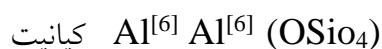
ویریدین (viridine) یا منگانوآندالوزیت (Manganoandalusit) نوع سبز رنگ کانی مورد بحث بوده اکه دارای مقدار قابل ملاحظه ای آهن فریک و اکسید منگنز است (در بعضی از نمونه های تا 9.6 درصد Fe_2O_3 و 7.6 درصد Mn_2O_3 دیده شده است). آندالوزیت را به طور مصنوعی (synthese) از کائولینیت یا مخلوط $Al_2O_3 + SiO_2$ در درجه حررت 450-650 درجه سانتیگراد و فشار بخار آب 1000-30000 پوند بر اینچ مربع نیر تهیه نموده اند در جداول شماره‌ی 1-2 تجزیه شیمیایی نمونه ای تیبیک از آندالوزیت ارائه می گردد.

اکسیدها	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
درصد	36.74	0.01	62.7	0.36	0.05	0.03	0.02	-	0.07

جداول 1-2 آنالیز شیمیایی نمونه ایده آل کانی آندالوزیت

3-2-1) سیستم کریسالتین و ساختمان داخلی آندالوزیت (Crystallography & Structure):

سیستم تبلور ارتومبیک، کلاسه بی پیرامیدال و ترکیب شیمیایی $Al_2O_3 \cdot SiO_4$ در هر سه تری مورف کیانیت، آندالوزیت و سیلیمانیت یکسان می باشد این پلی مورفی بطور گسترده و کلی بستگی به عدد کتوردینانسیون 6 و 5 و 4 به ترتیب دارای عدد کتوردینانسیون 6 هستند.



آندالوزیت جزو سیلیکاتهای جزایره ای (Nesosilicates) است که در ساختمان خود، علاوه بر اکسیژن های سازه تتراهد رهای SiO_4 ، یونهای اکسیژن دیگری نیز دارد. از این رو فرمول آنها به صورتی نوشته می شود.

که دو رقم اکسیژن از هم مشخص و متمایز باشد $(Al_2O_3 \cdot SiO_4)$.

آندالوزیت سیلیکات آلو مینیوم می باشد که از نظر ترکیب شیمیایی نظیر سیلیمانیت و کیانیت است ولی در شرایط زمین شناسی با دمای کمتری تشکیل می گردد. در ساختمان آندالوزیت گروه های اکتائدری آلومینیم. اکسیژن به صورت زنجیره هایی به موازات محور C بلور شناسی قرار گرفته است. هریک از اکتائدرها بوسیله یالهای خود به اکتائدرهای مجاورش متصل می باشد.

4-2-1) خواص فیزیکی (Physical Properties):

آندالوزیت بندرت شفاف ولی اکثراً نیمه شفاف تا او پاک بوده و دارای کلیواژ آسان به موازات سطوح منشوری [110] و کلیواژ ناقص به موازات [100] است. زنگ آن در نمونه های غیر آلتزه و تجزیه نشده معمولاً صورت می باشد ولی در بعضی موارد به رنگ سفید الوان یا قرمز گلی نیز دیده می شود. نمونه هائیکه تحت تأثیر تجزیه قرار گرفته اند سیاه یا قهوه ای تیره و نمونه های حاوی انکلوزیون برنگ های خاکستری بنفش، زرد، سبز و یا ابری است. آندالوزیت دارای جلای شیشه ای بوده، سختی آن بین 7.5-6.5 و وزن مخصوص آن بین 3.20-3.16 گرم بر سانتی متر مکعب در تغییر می باشد. دارای سطح شکست ناصاف و همچنین ترد و شکننده است، در اسید حل نمی شود و در اثر حرارت به مولیت تبدیل میگردد. کياستولیت یا شياستولیت (chiastolite) نوعی آندالوزیت با سختی 5.5 می باشد که در آن ناخالصی های کربین به صورت انکلوزیون در وسط و همچنین در چهار گوشه (محل یالها) بلور بصورت منظم قرار گرفته است. هر چه از دو انتهای بلور به قسمت میانی آن نزدیک تر شویم مقدار مواد کربنی کمتر می گردد. در بعضی از موارد ناخالصیهای کربنی مزبور فقط در مرکز بلور تجمع می یابند.

4-2-1) تجزیه (Alteration):

تجزیه آندالوزیت بیشتر به صورت سریسیتی شدن است که مخصوصاً در امتداد رخیهای آن صورت می گیرد. در نوع کياستولیت تجزیه مزبور علاوه بر متداد رخ ها در امتداد خطوط مربوط به انکلوزیونها کربنی نیز انجام می گیرد. از تجزیه های دیگر کانی مورد بحث تبدیل آن به سیلیمانیت و کيانیت را می توان نام برد (در اثر بالا رفتن حرارت و فشار). بطور مثال در بعض از نواحی کياستولیت های موجود در هورنفلس ها به مخلوطی از ذرات

کیانیت و یا به مجموعه ای از بلورهای کیانیت و ذرات در همی از پینیت (Pinite)، کزندوم، اسپنیل و فلدسپات تبدیل می گردند.

6-2-1) نحوه و محل های پیدایش (Occurrences) :

هر سه کانی کیانیت، آندالوزیت و سیلیمانیت معمولاً در شیست ها و گنایس ها با مقادیر کمتر از 1% و گاه تا 20 الی 30 درصد پیدا می شوند. در بیشتر مواقع این سه پل مورف در لایه های مختلفی وجود دارند که بازتاب تغییرات درجه حرارت برای تشکیل آنهاست و ممکن است از آنها برای رسم رخساره های دگرگونی استفاده شوند. آندالوزیت مخصوصاً در سنگهای دگرگونی رسی و پلیتی موجود در هاله اطراف توده های آذرین درونی دیده می شو و در بیشتر موارد با کوردیریت (cordiorite) همراه می باشد. در درجات دگرگونی بالاتر، بلورها حالت منشوری به خود گرفته مواد خارجی را کم کم کنار می زنند و به صورت کیاستولیت در می آیند. بالاخره در درجه دگرگونی قویتر آندالوزیت بدون آنکلوزیون تشکیل می گردد. در شرایط حرارت و فشار بیشتر کانی مورد بحث ممکن است ناپایدار شده و به سیلیمانیت و یا کیانیت تبدیل گردد که هر یک از این دو کانی در شرایط خاصی از نظر دما و فشار پایدار می باشند. بطور کلی در هاله های دگرگونی مجاورتی کیاستولیت در شیست های لکه دار و آندالوزیت معمولی در هورنفلسها یافت می گردد. در هورنفلکس های میکادار، آندالوزیت ممکن است دارای آنکلوزیونهای کوارتز، کورد یوزیت و میکا باشد.

شیست های آندالوزیت و کوردیریت دار بطور اتفاقی در تشکیلات دگرگونی ناحیه ای دیده می شوند و چنین بنظر میرسد که در تشکیلات مزبور کمبود کشش وجود داشته است. (زیرا چنانچه کشش به اندازه کافی باشد کیانیت و یا احیاناً سیلیمانیت تشکیل می شود) از نمونه شیست های آندالوزیت دار با پتانسیل اقتصادی می توان به شیست های آندالوزیت و گارانت دار همدان در حوالی زمان (جاده همدان - ملایر)، شیست های آندالوزیت دار فریمان و شیست های آندالوزیت دار نهبندان اشاره نمود. در سنگ های دگرگونی ناحیه ای، آندالوزیت اصولاً در مناطقی دیده می شود که فشار و حرارت پائینی را تحمل نموده است. در برخی موارد آندالوزیت با سیلیمانیت و یا

کیانیت و یا اینکه با هر دو کانی مزبور همراه است. بعضی از زمین شناسان بر این عقیده اند که اجتماع آندالوزیت و سیلیمانیت ناپایدار بوده و در مراحل بعدی با افزایش درجه دگرگونی، آندالوزیت نیز به سیلیمانیت تبدیل می شود. اجتماع آندالوزیت و استارولیت در سنگ ها کمتر اتفاق می افتد زیر کانی استارولیت آهن دار بوده و به همین دلیل تجمع آن با آندالوزیت کمتر صورت می گیرد.

آندالوزیت بندرت در گرانیت ها نیز دیده می شود و احتمالاً در این شرایط در اثر آغشته شدن مواد گرانیتی به مواد رسی و پلیتی تشکیل می گردد. بطور مثال در بعضی از رخساره های حاشیه ای توده گرانیتی الوند (در حوالی دره مرادبک نزدیک همدان) بلورهای اتومورف و صورتی رنگ آندالوزیت با چشم غیر مسلح به خوبی قابل تشخیص می باشد. همچنین در توده گرانیتی شمال، شمال شرقی الیگودرز بلورهای آندالوزیت که غالباً در اثر درگرسانی رنگ آنها به خاکستری مایل به سیاه تبدیل گردیده است بطور فراوان مشاهده می گردد. کانی آندالوزیت در بعضی از پگماتیت ها نیز یافت می شود. اگر چه هنگامیکه در رگه های کوارتز موجود در پگماتیت ها وجود دارد، برای آن منشا پگماتیتی و هیدروترمالی در نظر می گیرند ولی در بعضی مکانها تشکیل آن به دلیل فعل و انفعال مواد مذاب درونی باسنگ های دیواره رگه های پگماتیتی می باشد. آندالوزیت در سنگ های آتشفشانی کمیاب می باشد و بندرت دیده می شو. در تشکیلات رسوبی کانی آندالوزیت بعنوان تخریبی در بعضی ماسه سنگ ها و رسوبات مربوطه فراوان می باشد.

فصل دوم:

دیر گدازها

دیر گدازها (Refractories) به موادی اطلاق می شود که در دماهای بیش از 1000°C دارای مقاومت حرارتی، مکانیکی، شیمیایی و سایشی مناسب باشند. همچنین نقطه خمیری شدن آنها بالاتر از 1520°C باشد. از نظر ساختمان کانی شناسی گوناگون میباشند که به همراه این دو فاز مقدار ی تخلخل نیز وجود دارد. عناصر دارای خاصیت دیر گدازی عبارتند از: آلومینیوم (AL)، سیلسیم (Si)، منیزیم (Mg)، کلسیم (Ca)، کروم (Cr)، زیر کونیم (Zr)، بریلیم (Be)، سزیم (Ce)، تانتانیم (Ta)، لانتانیم (La) و توریم (Th). مواد فوق الذکر به صورت ترکیب در ساختمان کانیها یافت می شوند. به عنوان مثال عنصر آلومینیوم در کانیهای کربنوم، بوهمیت، گیبسیت، آندالوزیت، سیلیمانیت، کائولینیت و ... یافت می گردد. تمامی صنایعی که با حرارت بالا تر از 1000°C سرو کار دارند به مواد دیر گداز نیاز دارند. از این میان صنایع ذوب آهن، فولاد، کانسنگ های فلزی سیمان، آهک، پتروشیمی، سرامیک، شیشه سازی، ریخته گری را می توان نام برد. که مهمترین و بزرگترین مصرف کننده دیرگدازها صنایع فولاد است. از این رو می توان گفت که مواد دیر گداز از جمله مواد راهبردی میباشند که استفاده از آنها در صنایع امروزی امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. نقش مواد دیر گداز عبارت است از :

1- محافظت از بدنه کوره ها، مجازی تصفیه ای و مخازن شیشه از تأثیر شعله و یا مواد مذاب

2- کاهش میزان و مقدار انتقال حرارت به خارج از کوره

3- جذب حرارت و انتقال آن به مواد مذاب

1-2) ویژگیها و خواص مهم مواد دیر گداز:

1-1-2) دیر گدازی: مقاومت حرارتی مواد دیر گداز به ترکیب شیمیایی و ساختمان کریستالین آن بستگی دارد. برای مثال پایداری حرارتی دیر گدازهای آلومینیم دار رابطه مستقیمی به درصد آلومین (AL_2O_3) آنها دارد و با بالا رفتن مقدار آلومین پایداری حرارتی افزایش می یابد.

2-1-2) مقاومت شیمیایی: این ویژگی مواد دیر گداز به ترکیب شیمیایی مواد اولیه، ساختمان کریستالین و تخلخل آنها بستگی دارد. شرایط محیطی دیر گدازها که شامل تماس با مواد مذاب، گازها و بخار آب می باشد، موجب تسریع در واکنشهای شیمیایی می گردد. استفاده از مواد دیر گداز، به شرایط فیزیکوشیمیایی کوره بستگی دارد، برای مثال در کوره های سیمان در ناحیه پخت به واسطه شرایط قلیایی از آجرهای منیزیتی استفاده می شود.

3-1-2) مقاومت در برابر شوک های حرارتی: تغییرات سریع در دمای داخل کوره به شوک حرارتی معروف است. هر چه مقاومت مواد دیر گداز در برابر تغییرات ناگهانی دما بیشتر باشد، پایداری آن در برابر شوک های حرارتی بیشتر می شود. بنابراین در استفاده از مواد دیر گداز باید به این خصوصیت توجه گردد زیرا در صنایعی که تغییرات ناگهانی دما در آنها زیاد است باید دیز گدازهای با خواص مناسب از این جهت مورد استفاده قرار گیرند.

4-1-2) مقاومت سایشی: در کوره های دوار، چرخش مواد داخل کوره موجب ساییدگی مواد دیر گداز

می گردد. در این حالت باید از مواد دیر گدازی که مقاومت سایشی بالایی دارند استفاده شود.

5-1-2) پایداری در برابر فشار در درجه حرارت اطاق (سرد):

با افزایش فشار بر روی آجر می توان فشاری را که آجر در درجه حرارت اطاق خرد می شود را اندازه گیری نمود. تخلخل اثر منفی به روی این خاصیت دارد.

6-1-2) پایداری فشارشی در درجه حرارت های بالا:

برای اندازه گیری این خصوصیت دو راه وجود دارد که عبارتند از:

الف) روش درجه حرارت فزاینده

ب) روش درجه حرارت ثابت

در روش اول نمونه را تحت فشار ثابتی در کوره قرار داده و سپس دما را به تدریج افزایش می دهند. هنگامی که جسم مورد نظر در درجه معینی تغییر شکل می دهد می توان مقاومت فشاری گرم را بر حسب دمای اندازه گیری شده و فشار که مقدار ثابتی است بدست آورد. این آزمایش را می توان تا شکست کامل جسم ادامه داد. در روش دوم جسم مورد نظر را تحت شرایط دما و فشار ثابت در کوره قرار می دهند و با توجه به زمان لازم برای رسیدن به حداقل 15٪ تغییر شکل، مقاومت فشارشی گرم را برای جسم مورد نظر محاسبه می نمایند. محاسبات انجام شده بر حسب زمان لازم جهت تغییر شکل در دما و فشار ثابت انجام می گیرد.

7-1-2) پایداری حجمی:

هنگامی که مواد دیر گداز را بکار می برند اگر واکنشی های انجام شده در زمان پخت بصورت کامل صورت نگرفته باشد ممکن است به هنگام استفاده، آجر مزبور تغییرات حجمی نشان دهد. این تغییرات حجمی در اثر ادامه واکنش های مربوط به پخت صورت می گیرد. برای اندازه گیری این

ویژگی، آجر را طبق منحنی خاص حرارت داده و پس از رسیدن به یک درجه حرارت مشخص آنرا برای مدتی در کوره نگاه داشته و سپس کوره را خاموش نموده و طول نمونه را اندازه گیری میکنند و به واسطه مقایسه طول نمونه قبل و بعد از حرارت دادن انبساط و انقباض آجر تعیین می گردد.

8-1-2) انبساط حرارتی :

الف) انبساط حرارتی برگشت پذیر : این نوع انبساط حرارتی در مواردی که در اثر حرارت در آنها تولید فازهای جدید نمی شود دیده می شود و این بدان معناست که جسم منبسط شده در اثر حرارت پس از سرد شدن دوباره به حالت اولیه باز می گردد.

ب) انبساط حرارتی برگشت ناپذیر : این نوع انبساط ناشی از تولید فازهای جدید تولید شده در اثر حرارت در جسم مورد نظر می باشد. و انبساط مزبور بعد از سرد شدن نیز از بین نخواهد رفت زیرا فازهای جدید به وجود آمده باعث افزایش حجم دائمی و غیر قابل بازگشت در جسم مورد نظر می شوند.

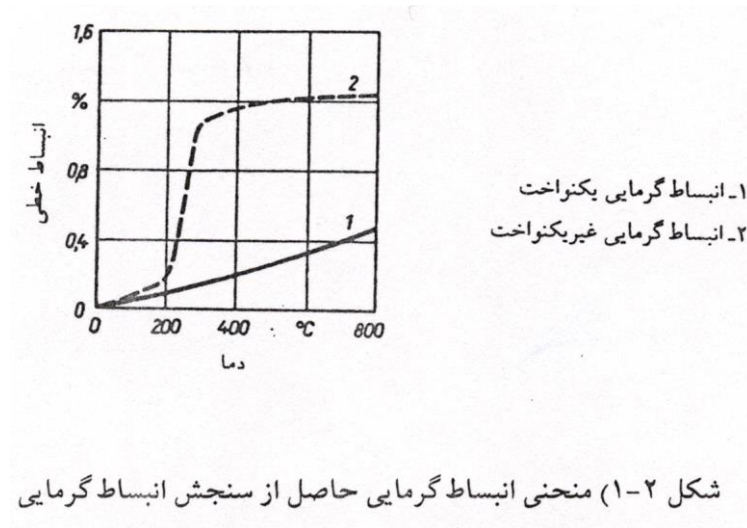
- روشهای عملی انبساط سنجی:

الف) روشهای بررسی با اشعه ایکس (XRD): در این روش تغییر فواصل اتم ها در ساختار بلوری همگام با تغییرات حرارت مورد بررسی قرار می گیرد. این روش به ویژه برای سیستم های یک جزئی و تک بلوری به خوبی قابل استفاده است.

ب) روشهای دیلاتومتری: این روش ها در مواد چند فازی و پودرها قابل استفاده می باشد. و خود به دو دسته تقسیم می شوند.

a

1 2

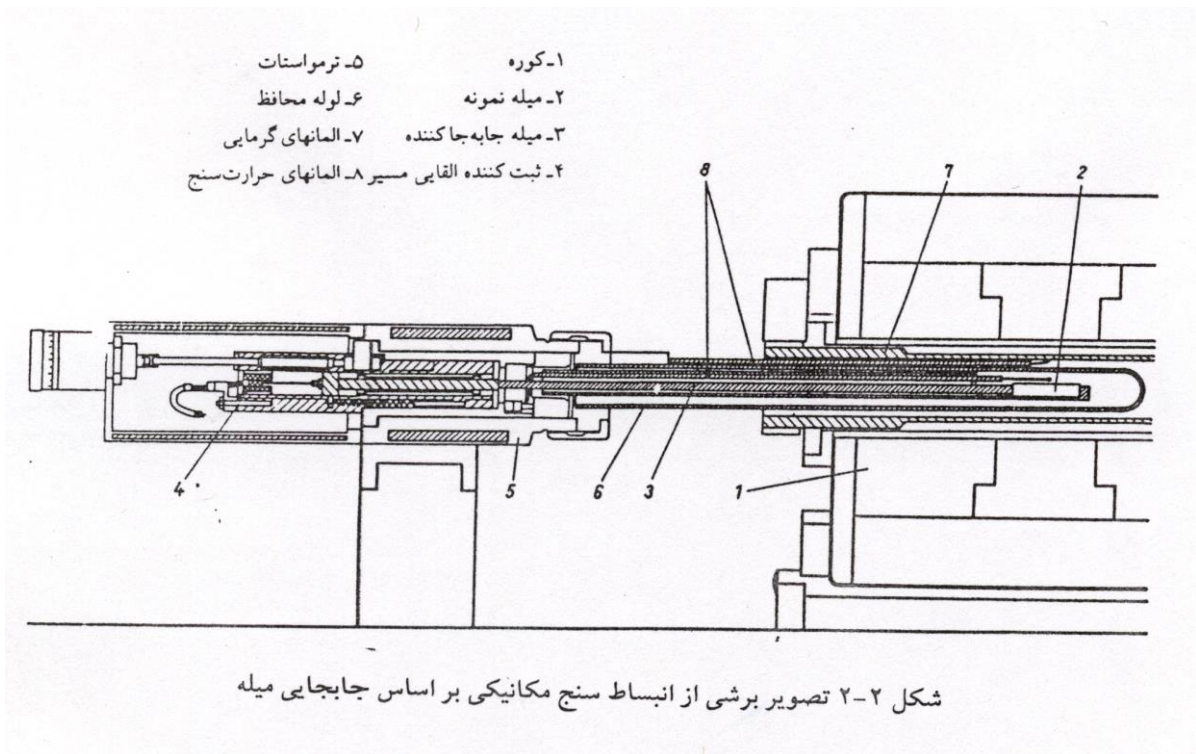


b

1 2

2 2

، برای چند ماده دیر گزار را نشان می دهد.



ماده	کمیت a برای $\Delta T_{20-1000}^{\circ}C$ بر حسب K^{-1}
شیشه سیلیسی	$5/7 \times 10^{-7}$
شاموتها	$60-40 \times 10^{-7}$
مولیت	55×10^{-7}
کرنوم	85×10^{-7}
MgO	120×10^{-7}

در این حالت، اگر فرض کنیم که در هر یک از این دو حالت، مقدار W_a و W_b و W_c را به گونه‌ای انتخاب کنیم که در هر دو حالت، مقدار P_a یکسان باشد، می‌توانیم به رابطه زیر دست یابیم:

$$P_a = \frac{W_c - W_a}{W_c - W_b} = \frac{W_c - W_a}{W_c - W_b}$$

این رابطه را می‌توانیم به صورت زیر نیز بنویسیم:

$$P_a = \frac{W_c - W_a}{W_c - W_b} = \frac{W_c - W_a}{W_c - W_b}$$

2 1 10

در این مسئله، فرض می‌کنیم که در هر یک از این دو حالت، مقدار W_a و W_b و W_c را به گونه‌ای انتخاب کنیم که در هر دو حالت، مقدار P_a یکسان باشد. در این حالت، می‌توانیم به رابطه زیر دست یابیم:

$$P_a = \frac{W_c - W_a}{W_c - W_b} = \frac{W_c - W_a}{W_c - W_b}$$

این رابطه را می‌توانیم به صورت زیر نیز بنویسیم:

$$P_a = \frac{W_c - W_a}{W_c - W_b} = \frac{W_c - W_a}{W_c - W_b}$$

W_a

W_b

W_c

$$D_b \frac{W_a}{W_c - W_b} =$$

$$P_a = \frac{W_c - W_a}{W_c - W_b}$$

در این روش، ابتدا یک مدل ریاضی برای سیستم مورد مطالعه تعریف می‌شود. سپس با استفاده از روش‌های عددی، پاسخ‌های سیستم برای ورودی‌های مختلف محاسبه می‌شود. این روش برای سیستم‌های پیچیده و غیرخطی بسیار مفید است.

2 1 11

در این روش، ابتدا یک مدل ریاضی برای سیستم مورد مطالعه تعریف می‌شود. سپس با استفاده از روش‌های عددی، پاسخ‌های سیستم برای ورودی‌های مختلف محاسبه می‌شود. این روش برای سیستم‌های پیچیده و غیرخطی بسیار مفید است.

2 1 12

در این روش، ابتدا یک مدل ریاضی برای سیستم مورد مطالعه تعریف می‌شود. سپس با استفاده از روش‌های عددی، پاسخ‌های سیستم برای ورودی‌های مختلف محاسبه می‌شود. این روش برای سیستم‌های پیچیده و غیرخطی بسیار مفید است.

2 2

در این روش، ابتدا یک مدل ریاضی برای سیستم مورد مطالعه تعریف می‌شود. سپس با استفاده از روش‌های عددی، پاسخ‌های سیستم برای ورودی‌های مختلف محاسبه می‌شود. این روش برای سیستم‌های پیچیده و غیرخطی بسیار مفید است.

2 2 1

در این روش، ابتدا یک مدل ریاضی برای سیستم مورد مطالعه تعریف می‌شود. سپس با استفاده از روش‌های عددی، پاسخ‌های سیستم برای ورودی‌های مختلف محاسبه می‌شود. این روش برای سیستم‌های پیچیده و غیرخطی بسیار مفید است.

2 2 1 1

- Al₂O₃: 25-40% ۳۰ ≤ Al₂O₃ < ۴۵% .a
- Al₂O₃: 45- 56% .b
- Al₂O₃: 45- 60% .c
- Al₂O₃ > 56- 56% .d
- 93% ≥ SiO₂ O₃ .e

2 2 1 2

- A
- b
- (SiC) c
- Cr₂O₃ ≥ ۲۵% MgO ≤ ۲۵% d

2 2 1 3

- Mgo ≥ ۸۰% a
- B
- ۲۵% ≤ MgO < ۵۵% c
- ۵۵% < MgO < ۸۰% d

2 2 2

...

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

(g)

(h)

(i)

(j)

(k)

(l)

2 2 3

...

- (a) 1580-1780C°
- (b) 1780- 200C°
- (c) 2000C°

- 2 2 4
- (a)
- (b)
- (c)
- (d)

11 2 3 2 2 2

ISO 1109

Oxide	C°	Metal	C°
BeO	2570	Be	1287
MgO	2800	Mg	561
Al ₂ O ₃	2050	Al	660
SiO ₂	1723	Si	1410
CaO	2572	Ca	865
TiO ₂	1830	Ti	1675
Cr ₂ O ₃	2275	Cr	1875
Fe ₂ O ₃	1445	Fe	1537
NiO	1990	Ni	1453
SrO	2430	Sr	771
Y ₂ O ₃	2410	Y	1495
ZrO ₂	2690	Zr	1852
MoO ₃	795	Mo	2610
BaO	1917	Ba	725
Ta ₂ O ₃	1800	Ta	2996
WO ₃	1473	W	3410

محدوده دما (درجه سانتیگراد)	انواع دیرگذاها
1600-1750 175 1816 1785 1700	1- دیرگذاهای غیرفلزی 2- دیرگذاهای فلزی 3- دیرگذاهای ترکیبی 4- دیرگذاهای پلیمری 5- دیرگذاهای شیشه‌ای
3600 1770 1890 2700	1- دیرگذاهای غیرفلزی 2- دیرگذاهای فلزی 3- دیرگذاهای ترکیبی 4- دیرگذاهای پلیمری
2200 2000	1- دیرگذاهای غیرفلزی 2- دیرگذاهای فلزی

جدول 2-3: تقسیم بندی انواع دیرگذاها بر اساس شرایط شیمیایی محیط عمل و دمای پایداری آنها

Product	Limiting Content Of Principal Constituent
Silica	$\text{SiO}_2 \geq 93\%$
Siliceous	$85\% \leq \text{SiO}_2 < 93\%$
Low alumina Fireclay	$\text{SiO}_2 < 85\%$
	$10\% \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 93\%$
Fireclay	$30\% \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 56\%$
High Alumina II	$45\% \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 56\%$
High Alumina I	$\text{Al}_2\text{O}_3 > 56\%$
Magnetite	$\text{MgO} \geq 80\%$
Magnetite – Chrome	$55\% < \text{MgO} < 80\%$
Magnetite – Chrome	$25\% \leq \text{MgO} < 55\%$
Chromite	$\text{Cr}_2\text{O}_3 \geq 25\%$ $\text{MgO} \leq 25\%$
Forsterite, Dolomite. Zircon	No Classification

گرمای ویژه متوسط (KJ/kgk)	هدایت حرارتی در		انبساط حرارتی تا ۱۰۰۰°C (%)	دانسیته (g/cm ³)	نقطه ذوب (°C)	نام	علامت اختصاری	فرمول
	۲۰°C	۱۰۰۰°C						
	(W/mk)							
۱/۱۵	۴/۵	۱/۴	۰/۰۶	۲/۲۰	۱۷۲۵	کوارتز-β	S	SiO ₂
		۸	(۴) ۱-۱/۴	۲/۲۹-۲/۳۲		کریستوبالیت		
۱/۱	۹	۵۳	۰/۰۸	۳/۹۹	۲۰۵۰	شیشه کوارتزی		
۱/۲	۱۰	۶۱	۱/۴	۳/۵۸	۲۸۴۰	کورندوم	A	Al ₂ O ₃
۰/۹۵	۹	۲۵	۱/۳	۳/۳۲	۲۵۸۰	پریکلار	M	MgO
۰/۷	۲۱	۱۹	(۴) ۰/۰۸	۵/۵۶	۲۶۸۰	بادلیت	Z	ZrO ₂
۰/۷۵			۰/۷۵	۵/۲۲	۲۲۷۵	اسکولایت	Cr	Cr ₂ O ₃
۱/۱	۵	۹	۰/۴۵	۳/۱۶	(۱) ۱۸۴۰	مولایت	A ₃ S ₂	3Al ₂ O ₃ 2SiO ₂ (Al ₆ Si ₄ O ₁₃)
۱/۰۵	۳	۹	۱/۱	۳/۲۱	۱۸۹۰	فورستریت	M ₂ S	2MgO .SiO ₂ (Mg ₂ SiO ₄)
۰/۷۵	۴	۶	۰/۴۵	۴/۶۰	(۱) ۱۷۷۵	زیرکن	ZS	ZrO ₂ .SiO ₂ (ZrSiO ₄)
۱/۱	۷	۲۱	۰/۸۵	۳/۵۸	۲۱۳۵	اسپینل	MA	MgO .Al ₂ O ₃ (MgAl ₂ O ₄)
۰/۹			۰/۷۰	۴/۴۲	۲۳۵۰	پیکروکرومیت	MCr	MgO .Cr ₂ O ₃ (MgCr ₂ O ₄)
			۰/۷۶	۲/۹۸	(۱) ۱۶۰۰		CA	CaO .Al ₂ O ₃ (CaAl ₂ O ₄)
			۰/۶۲	۲/۹۱	(۱) ۱۷۵۰		CA ₂	CaO .2Al ₂ O ₃ (CaAl ₄ O ₇)
۱/۵		>۴۰۰	(۲) ۰/۳-۰/۵	۲/۲۶	(۲) ۳۶۰۰	گرافیت	α-C	C
۲				۱/۷-۱/۸		دوده (آمورف)		
۱/۱	۶	۱۳۰	۰/۵	۳/۲۱	(۱) ۲۳۰۰			SiC
۰/۷	۲۰	۳۵	۰/۲۷	۳/۱۸	(۲) ۱۹۰۰			Si ₃ N ₄
۰/۹۴	۱۶	۳۵	۰/۳۴	۲/۵۱	(۲) ۲۴۵۰			B ₄ C
۰/۸	۲۰	۵۰	۰/۳۷	۲/۲۵	(۲) ۳۰۰۰			BN

(۱) نقطه ذوب غیر یکبارہ (۲) اتمسفر احمایی و تصعید یا تجزیه (۳) آنیزوتروپ (۴) انبساط نامنظم

جدول ۲-۵: خواص فیزیکوشیمیایی مواد اصلی دیرگداز (بدون تخلخل)

فرمول	علامت اختصاری	نام	نقطه ذوب (°C)	دانشیه (g/cm ³)	انبساط حرارتی تا		هدایت حرارتی در		گرمای ویژه متوسط (KJ/kgk)
					۱۰۰۰°C (L)	۱۰۰۰°C (W/mk)	۲۰°C	۱۰۰۰°C	
SiO_2	S	β -کوارتز	۱۷۲۵	۲/۶۵		۸			۱/۱۵
		کریستوبالیت	۲/۲۹-۲/۳۲		(۴) ۱-۱/۴				
		شیشه کوارتزی	۲/۲۰		۰/۰۶	۱/۴	۴/۵		
Al_2O_3	A	کورندوم	۲۰۵۰	۳/۹۹	۰/۸	۵۳	۹		۱/۱
MgO	M	پریکلز	۲۸۴۰	۳/۵۸	۱/۴	۶۱	۱۰		۱/۲
CaO	C		۲۵۸۰	۳/۳۲	۱/۳	۲۵	۹		۰/۹۵
ZrO_2	Z	بادلیت	۲۶۸۰	۵/۵۶	(۴) ۰/۸	۱۹	۲۱		۰/۷
Cr_2O_3	Cr	اسکولایت	۲۲۷۵	۵/۲۲	۰/۷۵				۰/۷۵
$3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ($Al_9Si_4O_{13}$)	A_3S_2	مولایت	(۱) ۱۸۴۰	۳/۱۶	۰/۴۵	۹	۵		۱/۱
$2MgO \cdot SiO_2$ (Mg_2SiO_4)	M_2S	فورستریت	۱۸۹۰	۳/۲۱	۱/۱	۹	۳		۱/۰۵
$ZrO_2 \cdot SiO_2$ ($ZrSiO_4$)	ZS	زیرکن	(۱) ۱۷۷۵	۴/۶۰	۰/۴۵	۶	۴		۰/۷۵
$MgO \cdot Al_2O_3$ ($MgAl_2O_4$)	MA	اسپینل	۲۱۲۵	۳/۵۸	۰/۸۵	۲۱	۷		۱/۱
$MgO \cdot Cr_2O_3$ ($MgCr_2O_4$)	MCr	پیکروکرومیت	۲۳۵۰	۴/۴۲	۰/۷۰				۰/۹
$CaO \cdot Al_2O_3$ ($CaAl_2O_4$)	CA		(۱) ۱۶۰۰	۲/۹۸	۰/۷۶				
$CaO \cdot 2Al_2O_3$ ($CaAl_4O_7$)	CA_2		(۱) ۱۷۵۰	۲/۹۱	۰/۶۲				
C	α -C	گرافیت	(۲) ۳۶۰۰	۲/۲۶	(۲) ۰/۳-۰/۵	>۴۰۰			۱/۵
		دوده (آمورف)		۱/۷-۱/۸					۲
SiC			(۱) ۲۳۰۰	۳/۲۱	۰/۵	۱۳۰	۶		۱/۱
Si_3N_4			(۲) ۱۹۰۰	۳/۱۸	۰/۲۷	۲۵	۲۰		۰/۷
B_4C			(۲) ۲۴۵۰	۲/۵۱	۰/۳۴	۳۵	۱۶		۰/۹۴
BN			(۲) ۳۰۰۰	۲/۲۵	۰/۳۷	۵۰	۲۰		۰/۸

(۱) نقطه ذوب غیر یکبارہ (۲) اتمسفر احيایی و تصعید یا تجزیه (۳) آنیزوتروپ (۴) انبساط نامنظم

جدول ۲-۵: خواص فیزیکی و شیمیایی مواد اصلی دیرگداز (بدون تخلخل)

نوع دیرگداز	دما سانتی‌گراد	ترکیب شیمیایی (درصد)	مواد اولیه	کاربرد
سیلیسی	۱۷۰۰	$SiO_2=93-97$	کوارتز، کوارتزیت	کوره‌های تهیه کک، کوره‌های ریخته‌گری، مخازن شیشه‌ای
خاک رس آتشفشان (شاموت)	۱۷۵۰-۱۶۰۰	$CaO=0.2-2/5$ $Al_2O_3=15-46$	آهک تا ۳ درصد کائولیت، سیلیس	کوره‌های ذوب آهن، کوره‌های حرارتی سرامیکی، دیگ‌های بخار، کوره‌های الکتریکی
اندالوزیت، سیلیمانیتی	۱۸۵۰-۱۷۷۰	$SiO_2=50-80$ $Al_2O_3=60-75$	سیلیمانیت، اندالوزیت، مولیت مصنوعی، بوکسیت	کوره‌های الکتریکی ذوب فولاد، کوره‌های دوار، آهک و سیمان، کوره‌های پتروشیمی و آستر بندی کوره‌های بلند دیرگدازی است قلبایی که در حرارت‌های بالا از آن استفاده می‌شود
کروندوم	۲۰۰۰-۱۸۵۰	$Al_2O_3=80-98$ $SiO_2=0-18$	کروندوم	پوشش کوره‌های حرارتی، ساخت بوته‌ها و پاتیلها
گرافیتی	> ۲۵۰۰	$C=90-98$	گرافیت + خاک رس نسوز گرافیت + کاربید سیلیسیم گرافیت + اکسید منیزیم	کوره‌های ذوب فلزات و مخازن شیشه‌ای
فورستریتی	> ۱۸۵۰	$MgO=40-58$ $SiO_2=30-39$ FeO, Al_2O_3	فورستریت، اکسید منیزیم و مقدار جزئی آلومینیم	کوره‌های ذوب فلزات و مخازن شیشه‌ای
منیزیتی	> ۲۰۰۰	$MgO=83-95$ $CaO=0.5-6$ $Al_2O_3=0.2-8$ $SiO_2=0.5-6$ $Fe_2O_3=0.2-1$	منیزیت	کوره‌های فولاد، کوره‌های ذوب مس و نیکل، کوره‌های الکتریکی، مجاری تصفیه‌ای و دیگ بخار
کروم - منیزیت	۱۹۲۰-۲۰۰۰	$MgO=25-55$ $Fe_2O_3=20-35$ $Al_2O_3=8-20, Fe_2O_3, SiO_2$	منیزیت و کرومیت	کوره‌های فولاد سازی، کوره‌های الکتریکی
کرومیتی	۱۹۰۰-۱۸۰۰	$Cr_2O_3=25-45$ $Fe_2O_3=12-20$ $Al_2O_3=10-25$	کرومیت	دیرگدازی است خشتی که در کوره‌های ذوب فلزات برای جدا کردن نسوزهای قلبایی از اسیدی کاربرد دارد
دولومیتی	> ۲۰۰۰	$MgO=32-45$ $CaO=32-60$ $SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3=3$	دولومیت	کوره‌های فولاد، آهک و سیمان، ذوب فلزات
زیرکونی	۲۷۰۰-۲۲۰۰	$ZrO_2=45-66$ $SiO_2=30-50$	زیرکون	بیشتر در صنعت شیشه‌سازی به ویژه مخازن شیشه‌ای استفاده می‌شوند.
زیرکونیا	۲۵۰۰	$ZrO_2=80-90$	اکسید زیرکونیوم	مخازن شیشه‌ای و بوته‌های ذوب فلزات گروه پلاتین
کاربید سیلیسیم	۲۷۰۰	آهک ۴ تا ۵ درصد $SiC=98-99$	کاربید سیلیسیم	صنایع سرامیک، دیگهای بخار و کوره‌های الکتریکی، کوره‌های آهن‌گری، بوته‌های ذوب و ریخته‌گری فلزات

جدول ۲-۶: مواد اولیه، ترکیب شیمیایی و کاربرد دیرگدازها (شریو و دیگران، ۱۹۷۷ و والواک، ۱۹۸۳)

تعداد کل	تعداد کل	تعداد کل
100	55%	تعداد کل
100	88%	تعداد کل
23	52%	تعداد کل
20	1 6	تعداد کل
70	6 25	تعداد کل
40	1 10	تعداد کل
25	5 5	تعداد کل
62	1 25	تعداد کل
	0 34	تعداد کل
	11 7	تعداد کل

1993 8 2

	3 6	تعداد کل
2 7		تعداد کل
2 3	5 0	تعداد کل
0 9	1 2	تعداد کل

9 2

(V. M. Gabis, 1994)

تولیدات معدنی (میلیون تن)	تولیدات معدنی (میلیون تن)	تولیدات معدنی (میلیون تن)
1 25 18 9 6 8 5 1 6 0 2	~70 3 2 4 3 7 4 7 4 4 2 ~10	(Al, Cu, Ni, Pb, Sn, Zn)

10 15 1
75 70

10 2

تولیدات معدنی (میلیون تن)	تولیدات معدنی (میلیون تن)			تولیدات معدنی (میلیون تن)
~5 7	4 9 4 9	1 8 1 9	3 1 3 0	1988 1995
2 03	1 8 1 64	0 73 0 55	1 07 1 09	1988 1995
	1 75 1 57	0 8 0 86	0 95 0 71	1988 1995
~2 9	2 5 2 3	1 18 1 0	1 33 1 27	1989 1993
	5 12 4 67	1 71 1 56	3 41 3 11	1991 1994

جدول 2-11: میزان تولید محصولات دیر گداز

فصل سوم:

دیر گدازهای آلومینیم سیلیکاته

دیر گدازهای آلومینیم سیلیکاته عمدتاً از ترکیبات SiO_2 , Al_2O_3 تشکیل شده اند. میزان Al_2O_3 از حداقل 25% در دیرگدازهای شاموتی ضعیف تا 100% در دیرگدازهای کوندومی تغییر می نماید.

تقسیم بندی دیر گدازهای آلومینیم سیلیکاتی

3-1) تقسیم بندی استاندارد:

3-1-1) آجرهای شاموتی:

1- آجر ضعیف 2- آجر متوسط 3- آجر نیمه سیلیسی 4- آجر خوب 5- آجر ممتاز

3-1-2) آجرهای فوق آلومینوم:

1- 50% Al_2O_3 2- 60% Al_2O_3 3- 70% Al_2O_3 4- 80% Al_2O_3

5- 85% Al_2O_3 6- 90% Al_2O_3 7- 99% Al_2O_3

2-3) تقسیم بندی ویژه:

الف) آجرهای نسوز شاموتی (خاک نسوز) دارای $Al_2O_3: 25-45\%$

ب) آجرهای نسوز سیلیمانیتی حاوی $Al_2O_3: 45-65\%$

ج) آجرهای نسوز مولیتی حاوی $Al_2O_3: 65-75\%$

د) آجرهای نسوز بوکسیتی حاوی $Al_2O_3: 75-90\%$

ه) آجرهای نسوز کَرندومی حاوی $Al_2O_3: 90-100\%$

1-2-3) مواد اولیه:

مواد اولیه این نوع دیرگدازها عبارتند از:

1- خاک های نسوز (رس آتش خوار)

2- بوکسیت

3- کانیهای آندالوزیت، سیلیمانیت و کیانیت

4- کَرندوم

پایداری حرارتی این دیر گدازهای به درصد آلومین (Al_2O_3) مواد اولیه بستگی داشته و با افزایش Al_2O_3 و

کاهش SiO_2 پایداری حرارتی افزایش می یابد. در اینجا به بحث و بررسی خواص دو نوع آجر نسوز آندالوزیتی

(سیلیمانیتی) و مولیتی پرداخته می شود که مهمترین کاربرد صنعتی خانواده گروه کیانیت می باشد.

3-3) ساخت آجرهای نسوز آندالوزیتی - سیلیمانیتی:

بطور کلی کیانیت و آندالوزیت نسبت به سیلیمانیت مصارف کمتری به عنوان مواد اولیه تهیه آجر نسوز دارند چرا که کیانیت با افزایش حرارت می خورد و آندالوزیت نیز معمولاً در طبیعت به صورت دانه دانه و پراکنده دیده می شود. همچنین آندالوزیت به خاطر داشتن مقدار کمی آنکوزیونهای کربن و افزایش حجم در موقع پخت مشکلاتی را جهت تولید آجر نسوز بوجود می آورد. اما به هر حال این کانیها می توانند در تهیه آجر نسوز به کار روند. تولید آجرهای نسوز این خانواده طی مراحل زیر صورت می گیرد:

1- آماده کردن مواد اولیه، خرد کردن دانه بندی و مخلوط کردن: معمولاً در این مرحله 35-10% خاک رس به مواد اولیه اضافه می شود این کاربرای چسبندگی و افزایش شکل پذیری انجام می گیرد.

2- شکل دادن توسط پرس های هیدرولیکی با حداقل آب:

3- خشک کردن در دمای مناسب توسط خشک کن:

4- پختن: درجه حرارت پخت به کاربرد آجر ترکیب آن بستگی دارد. در مورد کیانیت باید اول آنرا پخت و چون انبساط پخت آن زیاد است معمولاً برای خرد کردن این کانی ابتدا آنرا گرم کرده و سپس بر روی آن آب می پاشند این عمل باعث خرد شدن آن می شود. بعد از این مواد خرد شده را باید لافل در درجه حرارت 1460-1400 درجه سانتی گراد پخت.

آندالوزیت احتیاج به پخت اولیه ندارد. درجه حرارت پخت نهایی آجرهای کیانیتی ، سیلیمانیتی 1550-1600 درجه سانتی گراد و آندالوزیتی 1400-1500 درجه سانتی گراد می باشد.

3-4) خواص آجرهای نسوز آندالوزیتی و سیلیمانیتی (Al₂O₃: 45- 65%)

آجرهای آندالوزیتی و سیلیمانیتی مقاومت بسیار خوبی در برابر خزش و شوک حرارتی داشته و در برابر حملات سرباره هایی که مقدار زیادی آهک یا اکسید آهن ندارند بسیار مقاوم میباشند این آجرها بهترین مقاومت را نسبت به اکسید های قلیایی دارند، پس از آنها آجرهای مولیتی قرار دارد. آجرهای مولیتی با مولایتسیتتری بهتر از آجرهای مولیتی ذوبی عمل می کنند که در ادامه بحث راجع به هر کدام از این آجرها اشاره خواهد شد.

3-4-1) تخلخل و وزن مخصوص: معمولاً تخلخل این آجرها پائین بوده و تخلخل آنها بین 9 تا 25 درصد

تغییر میکند. وزن مخصوص این آجرها بالاتر از خاک نسوز است زیرا هم مینرالهای نوع سیلیمانیت و هم مولیت دارای وزن مخصوص بیشتری از خاک نسوز هستند. وزن مخصوص ظاهری جامد آنها در حدود 65 . 2 گرم بر سانتیمتر مکعب اس.

3-4-2) استحکام فشاری سرد: استحکام فشاری سرد این آجرها بالاتر از خاک نسوز است. باید توجه داشت

که با افزایش درصد آلومینا استحکام فشاری سرد و در نتیجه مقاومت سایشی که با آن مرتبط است، افزایش می یابد.

3-4-3) تغییرات طولی پایدار: ابعاد آجرها نسبت به ابعاد آجرهای خاک نسوز پایدار تر بوده و در حین

حرارت دادن انقباض و انبساط کمتری خواهند داشت.

3-4-4) دیر گذاری تحت فشار: درجه نسوزندگی آندالوزیت در 1770-1830 درجه سانتی گراد می باشد واضح است که این رقم بالاتر از دیر گذاری آجرهای خاک نسوز است زیرا با افزایش درصد Al_2O_3 دیر گذاری افزایش می یابد. استحکام فشاری گرم این آجرها نیز بهتر از آجرهای خاک نسوز است.

3-4-5) مقاومت در برابر شوک های حرارتی: مقاومت این آجرها در مقابل شوک های حرارتی بسیار خوب است و عموماً نگهداری آلمانهای حرارتی در کوره های الکتریکی بکار برده می شوند.

3-4-6) آنالیز شیمیایی: مقدار مواد روانساز این آجرها کمتر از آجرهای ساخته شده از خاک نسوز است بنابراین مقاومت این آجرها در برابر سربازه خوب بوده و باعث آلودگی محصولات کوره نمی گردد، معمولاً از این آجرها برای نگهداری شیشه و فلزات مذاب استفاده می کنند. زیرا هم مقاوم بوده و هم این مواد را کمتر آلوده می کنند. (ناخالصی ها وارد مذاب نمی شوند) در جدول شماره 3-1 برخی خواص فیزیکی و شیمیایی آجرهای نسوز آندالوزیتی و سیلیمانیتی ارائه گردیده است.

A_{11}	A_{10}	A_9	A_8	A_7	A_6	A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	کد
ASTM	ASTM	BSI	BSI	BSI	ASTM	BSI	BSI	BSI	BSI	BSI	روش آزمایش
۱۲-۱۶	۹-۱۳	۲۴/۷	۱۸	۱۰	۱۳-۱۶	۱۲-۱۶	۱۷/۶	۲۲/۶	۱۸-۲۲	۱۱	تخلخل ظاهری
۲/۵۱-۲/۵۸	۲/۴۰-۲/۴۷	۲/۳۰	۲/۵۴	۲/۷۱	۲/۴۸-۲/۵۵	۲/۳۵-۲/۴۶	۲/۳۷	۲/۲۲	۲/۱۴-۲/۲۵	۲/۳۹	وزن مخصوص کلی gr/cm^3
--	۴۲۲-۷۰۴	۴۸۹	۵۲۸	۴۸۴	۲۸۲-۴۹۳	۶۸۰	۵۴۵	۴۴۹	۲۰۴	۴۷۰	استحکام فشاری kg/cm^2
--	--	+۰/۰۵	۰	+۱/۲۵	--	۰ تا ۰/۵	+۰/۰۱	-۰/۰۳	۰ تا -۰/۵	+۱/۲	تغییرات طولی پایدار پس از دو ساعت در ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد
-۰/۸ تا -۰/۲ در ۱۶۵۰ درجه سانتیگراد	۰/۹ تا -۰/۲	+۰/۰۵۵	-۰/۳۰	+۱/۲۰	+۱ تا +۰/۴	-۱ تا -۰/۵	-۰/۲۴	-۰/۶۰	-۳/۵ تا -۲/۵	+۱/۳	در ۱۶۰۰ درجه سانتیگراد
--	--	۳۶-۳۷	۳۷	+۳۵	--	۳۴-۳۵	۳۶	۳۵-۳۶	--	+۳۵	برگدازی مخلوط زگر C
--	--	۱۸۱۰	۱۸۳۰	+۱۷۷۰	--	۱۷۵۰-۱۷۷۰	۱۷۹۰	۱۷۸۰	--	۱۷۷۰	
در ۲۵ PSI در ۱۵۹۵ درجه سانتیگراد %۲/۳ تا ۱/۳ کاهش طول	در ۲۵ PSI در ۱۴۵۰ درجه سانتیگراد %۰/۱۶ تا ۰/۲ کاهش طول	درجه حرارت فزاینده ۵% تغییر طول در ۱۶۲۵ درجه سانتیگراد	%-۰/۱۹ کاهش طول پس از دو ساعت در ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد	--	در ۱۴۵۰ درجه حرارت %۱۰/۳ فزاینده (۲۵ PSI) کاهش طول در ۱۷۴۰ درجه سانتیگراد	--	--	--	درجه حرارت فزاینده ۱۰% کاهش طول در ۱۶۷۰ درجه سانتیگراد	--	برگدازی تحت فشار (در درجه حرارت ثابت) kg/cm^2 ۲۸ PSI
---	---	---	---	---	۵-۱% کاهش وزن در در ۱۶۵۰ درجه سانتیگراد	+۳۰	---	---	---	---	ثابوت در برابر شوک حرارتی (سیکل در زمایش) هر مهای کوچک
---	---	---	---	---	---	۰/۴۸	---	---	۰/۶۳	---	انبساط حرارتی (/۱۰۰۰-۲۰)
۳۰/۸	۵۰/۶	۳۰/۱	۳۲	۳۴/۸	۳۶/۷	۴۲/۵	۴۲/۹	۴۱/۵	۴۸/۳	۴۹/۶	% آنالیز شیمیایی SiO_2
۲/۸	۲/۲	۲	۱/۳۰	۰/۵	۲/۴	۰/۵	۰/۵	۱/۸	۰/۷	۱/۶	TiO_2
۱/۱	۱	۲/۴	۱/۸۰	۱	۱/۴	۱/۲	۱/۶	۲/۸	۰/۹	۰/۸	Fe_2O_3
۶۴/۸	۴۵/۷	۶۴/۵	۶۳	۵۹/۱	۵۹	۵۵/۴	۵۴/۹	۵۲/۳	۴۸/۶	۴۳/۶	Al_2O_3
۰/۲	۰/۳	۰/۷	۱	۰/۵	۰/۳	۰/۲	۰/۶	۰/۹	۰/۴	۰/۶	$CaO-MgO$
۰/۳	۰/۲	۰/۴	۰/۷	۰/۴	۰/۲	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۱	۰/۳	K_2O-Na_2O

جدول ۳-۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آجرهای نسوز آندالوزیتی و سیلیمانیتی (Al_2O_3 ۶۵-۴۵٪)

3-5) موارد استفاده از آجرهای نسوز آندالوزیتی و سیلیمانیتی:

این آجرها در صنایع فولاد، آهن، شیشه، سیمان و... کاربرد دارند. آجرهای آندالوزیتی با تزریق قیر و اتصال قیری در پاتیل های Torpedo بکار برده می شوند. برخی از کاربردهای این آجرها در جداول شماره 2-3 ارائه گردیده است.

صنعت	مورد کاربرد	محل کاربرد
آهن	کوره بلند	آسترشامل آتشدان hearth
	گرم خانه های کوره بلند	آستر و آجرهای لانه زنبوری
	پاتیل ها	آستر
فولاد	کوره قوسی	سقف
	پاتیل ها	آستر
	کوره حرارت دادن شمس ها	آستر
	کروه های حرارت دادن مجدد	آستر
شیشه	کوره های دوار	تغذیه کننده های ، دیوار های جانبی
سیمان	کوره ها	آستر
آهک	دیگ های بخار	آستر
تولید انرژی		آستر

جداول شماره 2-3: کاربردهای آجرهای نسوز آندالوزیتی و سیلیمانیتی

3-6) آجر های نسوز مولیتی

مولیت یکی از ترکیبات مهم محصولات شاموتی و آلومینایی است. در آجرهای نسوز شاموتی رابطه نزدیکی بین

میزان Al_2O_3 و مقدار مولیت وجود دارد. مقدار SiO_2 آزاد بوسیله گدازآورهای تعیین می گردد. در مورد محصولات آلومینایی میزان فزمولیت می توان دنوسان زیادی داشته باشد که بستگی به نوع مواد اولیه مصرفی، میزان گداز آورها، دمایی پخت و شرایط تعادلی در حین پخت (برای مثال تأثیر اندازه دانه ها) دارد.

6-3-) تولید آجرهای نسوز مولیتی :

معمولاً مخلوطی از کائولن و آلومینا را با درصدهای مناسب مخلوط نموده در درجه حرارت $1650^{\circ}C$ پخته و از آن grog تهیه می نمایند. سپس 75% از این grog را با 25% از مخلوط خام آمیخته و در $1650^{\circ}C$ می پزند. برای جلوگیری از بوجود آمدن فاز شیشه ای در هنگام تجزیه کائولن از Al_2O_3 استفاده می کنند. زیرا از نظر شیمیایی فعالتر بوده و با سیلیس آزاد شده از تجربه کائولن، ترکیب شده و از بوجود آمدن فازشیشه ای جلوگیری می نماید. از روش های دیگر تهیه آجرهای نسوز مولیتی طریقه ذوب و ریخته گری است که مطابق این روش می توان آجرهای با تخلخل صفر نیز تهیه نمود. در این روش معمولاً مخلوطی از سیلیس و آلومینا را ذوب کرده و در قالب های مخصوص می ریزند. از روش های دیگر که برای تهیه این آجرها بکار می رود می توان از مخلوط 25 درصد: SiO_2 ، درصد: Al_2O_3 و سه درصد: MgO نام برد. مخلوطی از کائولن، آلومینای خالص و اکسید منیزیم خالص را که این نسبت ها را تولید کند، مخلوط کرده و ابتدا در دمای $1500^{\circ}C$ به مدت 5-6 ساعت و سپس در دمای $1700-1750^{\circ}C$ به مدت نیم ساعت پخت می نمایند. اصولاً بعلت پائین بودن انبساط حرارتی مولیت، آجرهای نسوز مولیتی در برابر شوک های حرارتی مقاومت خوبی دارند.

جدول 3-3 مواد اولیه برای ساخت آجرهای نسوز مولیتی را نشان می دهد.

نوع ماده اولیه	فازهای مینرالی اصلی و فرعی	جزء شیمیایی اصلی (کلسینه شده)	توضیحات
مواد اولیه مولیتی (کمیاب در طبیعت)	مولیت	Al ₂ O ₃ 70-50% اکسید های قلیایی ناچیز	مخلوط کلسینه شده از رسهای حاوی بوکسیت، کائولین و گروه کیانیت کلسینه شده
مولیت سینتری (مولیت سینتری) مولیت ذوبی	3Al ₂ O ₃ 2SiO ₂ 2Al ₂ O ₃ SiO ₂ تا حدودی کرنوم	Al ₂ O ₃ 75-72% حدود Al ₂ O ₃ :78	سینتر کردن یا ذوب کردن مخلوطهایی از رس، کائولین یا SiO ₂ و آلومینای کلسینه شده تخلخل و اندازه کریستالهای مولیت سینتری حدود 2% حجمی و 100-200mm شکل خاص: مولیت گلوله ای Hollow Sphere Mullite

جدول 3-3 مواد اولیه برای ساخت آجرهای مولیتی

3-6-2) خواص آجرهای نسوز مولیتی:

3-6-2-1) تخلخل و وزن مخصوص: تخلخل این آجرها در محدوده 10-15% می باشد. به علت کم بودن وزن مخصوص مولیت نسبت به آندالوزیت و سیلیمانیت، وزن مخصوص آجرهای نسوز مولیتی کمتر از آجرهای نسوز آندالوزیتی و سیلیمانیتی است.

3-6-2-2) استحکام فشاری سرد: استحکام فشاری سرد آجرهای مولایتی بین 5000PSI تا 14000PSI متغیر است.

3-6-2-3) تغییرات طولی پایدار: برخی از این آجرها در دمای 1800°C پس از 2 ساعت ماندن فقط 29% درصد انقباض نشان میدهند (نوعی که از طریق ریخته گری تهیه شده است.) و بطور کلی پایداری این

M_7	M_6	M_5	M_4	M_3	M_2	M_1	کد
ASTM	BSI	BSI	BSI	BSI	ASTM	BSI	روش آزمایش
۱۲-۱۶	۱۵-۱۸	۱۰-۱۴	۱۳-۱۷	۱۷	--	۲۱-۲۵	% تخلخل ظاهری
--	۲/۸۰	۲/۷۰-۲/۸۳	۲/۵۶-۲/۶۹	۲/۵۵	۲/۵۰-۲/۵۷	۲/۲۷-۲/۳۹	وزن مخصوص کلی gr/cm^3
۵۶۳-۹۸۶	--	۶۳۳	۶۳۳	۶۹۲	۵۶۴	۳۵۲	استحکام فشاری سرد kg/cm^2
--	--	--	۰	۰	--	-۰/۴ تا +۰/۳	% تغییرات طولی پایدار پس از دو ساعت حرارت دادن در $۱۵۰^{\circ}C$
--	--	۰/۰۹	۰	+۰/۲	-۰/۵	۰ تا -۰/۲	در $۱۶۰^{\circ}C$
در $۱۷۰^{\circ}C$	--	-۰/۱۴	-۰/۲	--	--	-۰/۲ تا -۰/۹	در $۱۷۰^{\circ}C$
-۰/۳ تا -۰/۱	--	-۰/۲۹	--	--	--	--	در $۱۸۰^{\circ}C$
--	--	۳۹-۴۰	۳۹	۳۸	--	۳۷-۳۸	دیرگذازی مخروط زگر
--	--	--	--	۱۸۵۰	--	--	C
در $۲۵ PSI$ $۵۰ PSI$ تا $۰/۸۱۵۹۵^{\circ}C$ $۰/۱/۸$	در $۱/۵$ ساعت در $۰/۱/۳۱۵۰۰^{\circ}C$	در ۲ ساعت در $۰/۵۱۷۰۰^{\circ}C$	در ۲ ساعت در $۰/۲۱۷۰۰^{\circ}C$	در ۲ ساعت در $۱۵۰۰^{\circ}C$ صفر	$۰/۸۱۲۵ PSI$ تغییر طول در $۱۴۵۰^{\circ}C$	درجه حرارت فزاینده ۳% تغییر طول در $۱۷۵۰^{\circ}C$	استحکام فشاری گرم (درجه حرارت ثابت) $۲ kg/cm^2 (۲۸ PSI)$
--	--	۷۰	۳۵۰۰	--	--	۷۰۰	مدول گسیختگی (گرم) PSI در $۱۲۶۰^{\circ}C$
--	--	۵۰۰	۲۵۰۰	--	--	۵۶۰	در $۱۴۰۰^{\circ}C$
۴-۰% کاهش وزن در حرارت $۱۶۵۰^{\circ}C$	عالی	+۳۰	+۲۰	--	--	+۳۰	مقاومت در برابر شوک حرارتی
--	--	۰/۴۰	۰/۴۳	--	--	۰/۶۹	استتباط حرارتی ($۲۰-۱۰۰۰^{\circ}C$)
۲۴	۲۰/۵۹	۲۳/۳	۲۳/۲	۲۵	۲۴/۹	۳۱/۸	% آنالیز شیمیایی SiO_2
۲/۶	۰/۰۲	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۳/۲	۱/۱	TiO_2
۰/۹	۰/۳۸	۰/۱	۰/۷	۰/۵	۱	۱/۸	Fe_2O_3
۷۲	۷۸/۶۶	۷۵/۶	۷۴/۲	۷۲/۵	۷۰/۵	۶۵	Al_2O_3
۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۳	۰/۱۵	۰/۲	$CaO-MgO$
۰/۳	۰/۲	۰/۴	۱	۰/۹	۰/۱	۰/۳	K_2O-Na_2O

جدول ۳-۴ مهمترین خواص فیزیکی و شیمیایی آجرهای نسوز مولیتی ($Al_2O_3 = ۶۵-۷۵\%$)

آجرها در دماهای بالاتر از 1500°C بسیار عالی بوده و این خاصیت به علاوه دیر گدازی باعث می شود که این آجرها در کوره هایی با دمای مورد استفاده قرار گیرند.

3-6-2-4) مقاومت در برابر شوک های حرارت: این آجرها در برابر شوک های حرارتی بسیار مقاوم بوده و برخی از آنها تعداد 30+ سیکل را تحمل می کنند. چنانچه قبلاً هم ذکر شد این خاصیت به دلیل انبساط حرارتی کم این آجرهاست.

3-6-2-6) آنالیز شیمیایی: مقدار ناخالصی ها و روانسازهای آن حتی کمتر از آندالوزیت و سیلیمانیت می باشد. این خلوص بالا به همراه دانسیته بالا و مقاومت در برابر شوک های حرارتی و پایداری حجمی باعث شده است که این آجرها کاربرد زیادی را در ساخت راکتورهای شیمیایی و کوره های درجه حرارت بالا داشته باشند. در جداول شماره 3-4 مهمتری خواص فیزیکی و شیمیایی آجرهای نسوز مولیتی ارائه گردیده است. همچنین در جدول های شماره 3-5 و 3-6 خواص آجرهای نسوز مولیتی بامولیتی ذوبی و سینتری مقایسه گردیده است.

%Na ₂ O+ K ₂ O	%TiO ₂	%Fe ₂ O ₃	%SiO ₂	%Al ₂ O ₃	
<0.3	0.1	0.3	24	75	آجرهای مولیت ذوبی
<0.6	--	<1	26	72	آجرهای مولیت سینتری

جدول 3-5 مقایسه ترکیب شیمیایی آجرهای نسوز مولیتی ذوبی و سینتری

ترموشوک پذیری	در 1000oc W/mk	انبساط حرارتی در 1000oc %	DFB Ta oc	DE TO.5 oc	CCS N/mm ²	تخلخل بار Vol%	دانسیته ظاهری g.cm ³	
>30	1.75	0.6	--	>1700	80	16	2.6	آجرمولیت ذوبی
15	--	--	>1740	1650	100	16	2.22	آجرمولیت سینتری

جدول 3-6 مقایسه خصوصیات فیزیکی آجرهای نسوز مولیتی ذوبی و سینتری

3-5-3) موارد استفاده آجرهای نسوز مولیتی:

آجرها مولیتی که دمای پخت بالایی دارند بعضاً با افزودن زیرکان عملکرد خوبی در کوره های دمای بالا تا دماهای 175°C و سقف کوره های ذوب شیشه از خود نشان می دهند. محصولات کنند و می با اتصال مولیتی و 90 درصد Al_2O_3 در کوره های القایی و به عنوان صفحه های کشویی (باتزریق قیر) در ریخته گری مداوم کاربرد دارند. مقاومت خوب در برابر شوک حرارتی می تواند با افزودن مواد اولیه حاوی زیر کونیا بهتر شود. موارد استفاده دیرگدازهای مولیتی در جدول شماره 3-7 ارائه گردیده است.

صنعت	مورد کاربرد	محل کاربرد
آهن	کوره بلند	تنوره
//	گرم خانه های کوره بلند	مخزن سوخت، سقف، آستر
فولاد	کوره قوسی	سقف
//	پاتیل ها	سقف های فرسوده شونده
//	کوره های الکتریکی حرارت دادن شمس	آستر
//	کوره های حرارت مجدد	آتش دادن hearth
شیشه	کوره های تانک	تغذیه کننده ها، کانالها، بلوک های مشعل، روبنا
سرامیک	کوره ها	دیواره ها، سقف
سیمان	کوره های دوار	منطقه حرارتی

جدول شماره 3-7، مهمترین موارد استفاده از دیر گدازهای مولیتی

فصل چهارم:

ذخایر معدنی آندالوزیت در ایران

در ایران کانسارهای گروه کیانیت در مناطق زیر شناخته شده اند:

- 1- کانسارهای منطقه نهبندان در جنوب استات خراسان
- 2- میکاشیست های آندالوزیت دار جنوب شرق همدان
- 3- هورنفاکس های آندالوزیت دار منطقه بزمان
- 4- شیست های آندالوزیت دار ایران مرکزی (زریگان)
- 5- شیست های آندالوزیت دار شرق فریمان
- 6- سنگ های دگرگونی شمال غرب طرود (استان سمنان)
- 7- شیست های آندالوزیت دار شازند واقع در جنوب استان مرکزی
- 8- شیست های آندالوزیت دار جنوبی مشهد

بر اساس آخرین اطلاعات موجود ذخایر مناطق نهبندان، همدان و بزمان در مقیاس نیمه تفصیلی مورد مطالعه قرار گرفته است (مؤسسه تحقیقات و کاربرد مواد معدنی ایران 1376) و در سایر موارد بررسی ها در حد مطالعات مقدماتی است. تا کنون هیچیک از ذخایر شناخته شده کانی های گروه کیانیت در ایران به بهره برداری نرسیده است.

ذخایر معدنی گروه کیانیت از نظر عیار به ذخایر غنی (Rich Orebody)، متوسط (Medium Orebody) فقیر (Poor Orebody) و فقیر تر (Poorer Orebody) تقسیم می شوند. برای ذخایر غنی عیار بالاتر از 40 درصد، متوسط 30-40، فقیر 20-30 درصد و فقیر کمتر از 20 درصد Al_2O_3 در نظر گرفته شده است. با توجه به این رده بندی ذخایر شناخته شده ایران در گروه ذخایر فقیر تر با عیار حدود 20 درصد قرار می گیرند.

در میان اندیسه‌های شناخته شده در ایران ذخایر مناطق نهبندان و فریمان از نظر کمی و کیفی وضعیت مناسبی داشته و عملیات اکتشافی تا مقیاس نیمه تفصیلی بر روی آنها در حال انجام است و مطالعات کانه آرایی در مقیاس آزمایشگاهی نیز نوید بخش بوده است. در منطقه نهبندان سه ذخیره سرتل، ده سلم و سلطان آباد و در فریمان ذخیره قند آب مورد بررسی قرار گرفته است که ذخایر سرتل و قند آب نسبت به سایر ذخایر یکنواختی بیشتری را از نظر عیار از خود نشان می دهند.

1-4) مهمترین ذخایر آندالوزیت دنیا:

آندالوزیت به فراوانی کانی های دیگر این خانواده یعنی کیانیت و سیلیمانیت یافت نمی شود. آفریقای جنوبی بزرگترین تولید کننده آندالوزیت در دنیاست. کشورهای دیگری مانند اسپانیا، فرانسه، آمریکا، برزیل، اطریش، استرالیا و الجزایر نیز دارای معادن آندالوزیت هستند، همچنین کیاستولیت در آلمان و آمریکا پیدا می شود. در غرب استرالیا و آمریکا و هند سه پلی مورف آندالوزیت، سیلیمانیت و کیانیت را که در برابر عوامل دگرسانی مقاومت کرده اند و در نهشته ای ماسه ای ساحل باقی مانده اند را برای استفاده از تیتان و زیرکان و عناصر قلیایی خاکی استخراج می کنند. لازم به ذکر است که ذخایر پلاسری این کافی (آندالوزیت) دارای اقتصادی فراوانی می باشد.

2-4) بازار جهانی آندالوزیت:

تقاضای جهانی آندالوزیت حدود 300 تا 350 هزار تن در سال است (کمپیل 1998). صنایع نسوز با یک روند کاهشی در مصرف مواد نسوز به ازای هر تن فولد تولید شده روبه رو بوده و به سمت استفاده از نسوزهای با کیفیت بالاتر حرکت می کند، بنابراین تولید کنندگان نسوزهای نسوزهای رسی با جایگزینی تولید اشان با نسوزهای آندالوزیتی مواجه هستند (Mineral Price Watch 1998)

آفریقای جنوبی با در دست داشتن 37 درصد ذخایر معدنی جهانی و فرانسه با در دست داشتن بهترین ذخایر جهان از نظر کیفیت، کنترل کنندگان اصلی بازار جهانی آندالوزیت هستند (اودریسکول 1999).

میزان تولید آفریقای جنوبی 250 هزار تن در سال و فرانسه 65 هزار تن در سال می باشد (مک کرکن و کندال 1995). شرکت دمرک (Damerk) که از زیر مجموعه های شرکت ایمتال (Imtal) فرانسه است، کنترل ذخایر آفریقای جنوبی را در دست دارد. بزرگترین معدن آندالوزیت جهان در تابا یمبی (Tabazimbi) آفریقای جنوبی با ظرفیت تولید 120 هزار تن در سال است (اودریسکول 1999). ذخایر قطعی آندالوزیت شناخته شده در جهان 50 میلیون تن برآورد شده است. بر اساس مطالعات انجام شده میزان رشد صادرات کانیهای صنعتی در آفریقای جنوبی 2/3 درصد در سال 1997 به 2/9 درصد در سال 2002 خواهد رسید. از تولید کنندگان کوچک آندالوزیت می توان به چین اشاره نمود که در سال 1996 مقدار 5/5 هزار تن آندالوزیت صادر کرده است. علیرغم آنکه ذخایر آندالوزیت کشور چین از گروه فقیر تر (کمتر از 20 درصد Al_2O_3) بوده و دصد آهن در محصول صادراتی آنها 1/5 درصد می باشد (در مقایسه با مقدار آهن 1 درصد در محصول آفریقای جنوبی)، این کشور توانایی صادرات 15/5 هزار تن آندالوزیت را ایجاد کرده است و با توجه به قیمت بالتر محصول چین 300 دلار برای هر تن در مقایسه محصول آفریقای جنوبی (200 دلار برای هر تن) توسعه آن برای کشور چین مقرون به صرفه بوده است (Industrial Minetal 1996)

فصل پنجم:

جغرافیا و زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

1-5) موقعیت جغرافیایی:

1371

2950

740

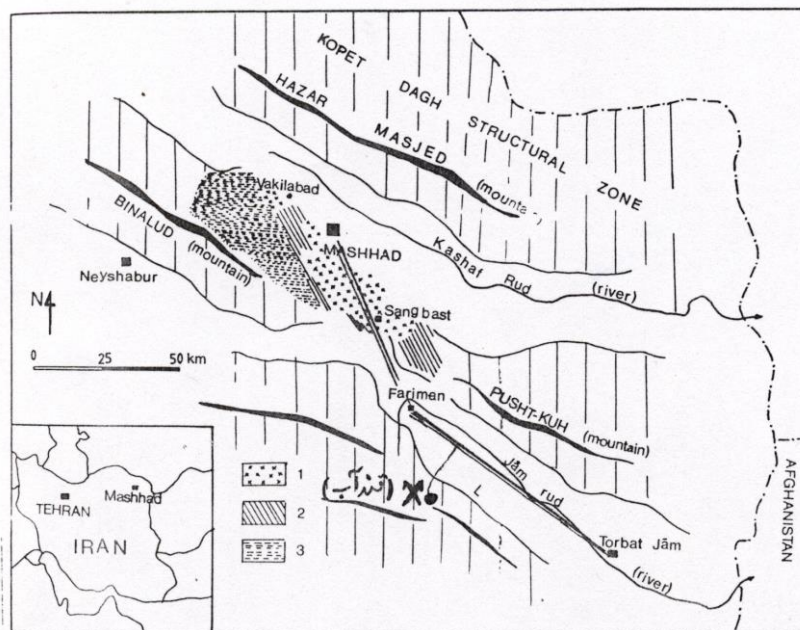
40 5 19 –

9 31

10

68

1 5



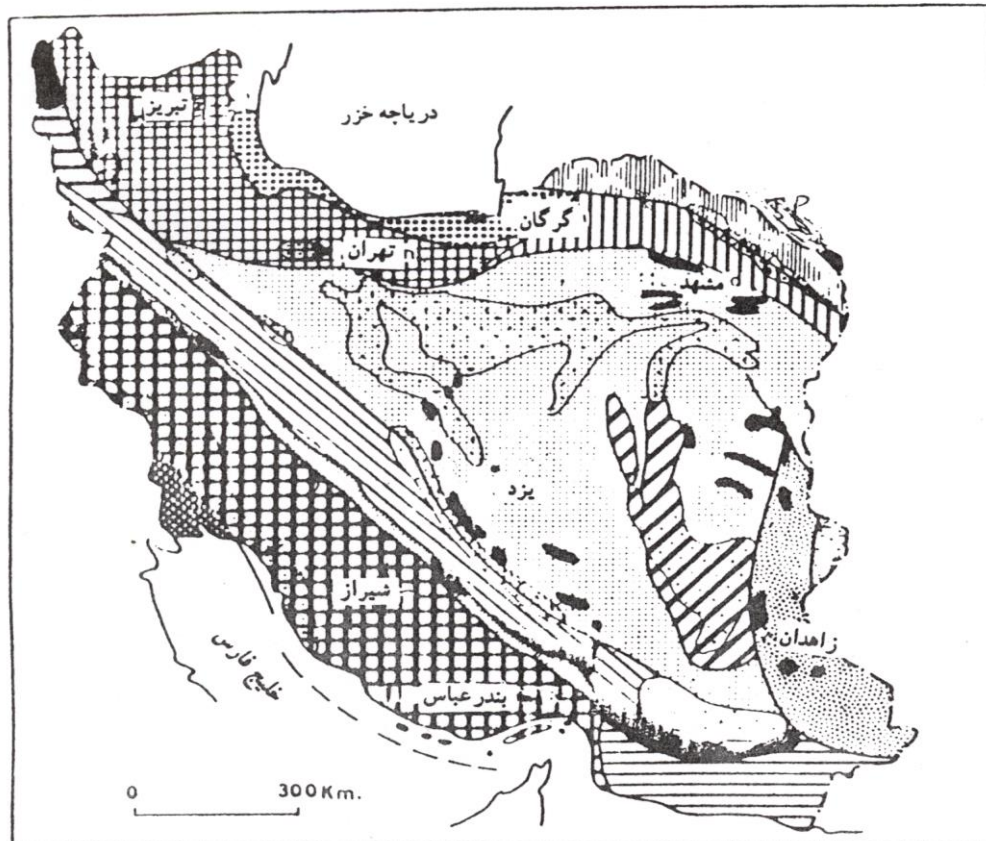
شکل ۱-۵ کروکی وضعیت راههای منطقه مورد مطالعه

1 5

5 2

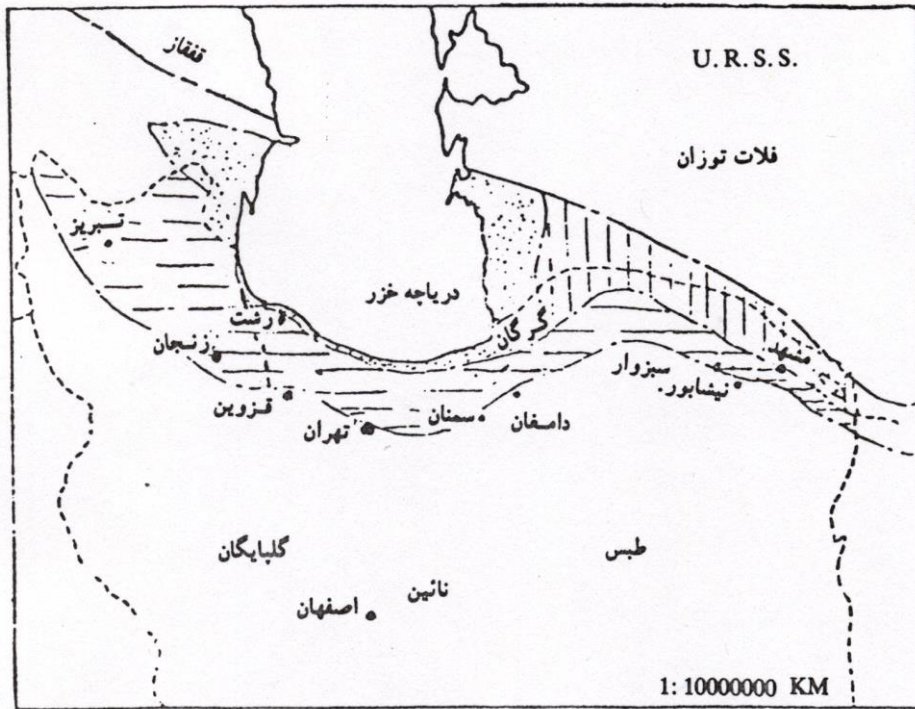
1355

2 5



	زون آمیزه رنگین		خوی - مهاباد		گرگان - رشت
	بلوک هلمند		مکران		البرز - لفرایجان
	بلا تفرم عربی		گودالها		زون بینالود
	هزار مسجد - کبه داغ		سنندج - سیرجان		ایران مرکزی
	زاگرس چین خورده		بلیت توران		بلوک لوت
	زاگرس مرتفع				نهبندان - خاش

شکل ۵-۲ واحدهای ساختمانی - رسوبی ایران (نبوی ۱۳۵۵)



شکل ۳-۵ حدود البرز و کپه داغ و رسوبات پلیو-کواترنر خزر (مجیدی ۱۹۷۸)

1

2

1

2

3

70 (Kliyak)

(Interfingering)

2000

توانایی درک و تفکر انتقادی را تقویت می‌کند. این روش‌ها با استفاده از ابزارهای آموزشی و تکنولوژی، فرآیند یادگیری را جذاب‌تر و مؤثرتر می‌کند.

در ادامه، به بررسی روش‌های نوین آموزشی و تأثیر آن‌ها بر یادگیری و تفکر انتقادی خواهیم پرداخت. همچنین، به بررسی چالش‌ها و فرصت‌های موجود در این زمینه خواهیم پرداخت.

5 5

در این بخش، به بررسی روش‌های نوین آموزشی و تأثیر آن‌ها بر یادگیری و تفکر انتقادی خواهیم پرداخت. همچنین، به بررسی چالش‌ها و فرصت‌های موجود در این زمینه خواهیم پرداخت.

60

در این بخش، به بررسی روش‌های نوین آموزشی و تأثیر آن‌ها بر یادگیری و تفکر انتقادی خواهیم پرداخت. همچنین، به بررسی چالش‌ها و فرصت‌های موجود در این زمینه خواهیم پرداخت.

در این بخش، به بررسی روش‌های نوین آموزشی و تأثیر آن‌ها بر یادگیری و تفکر انتقادی خواهیم پرداخت. همچنین، به بررسی چالش‌ها و فرصت‌های موجود در این زمینه خواهیم پرداخت.

در این بخش، به بررسی روش‌های نوین آموزشی و تأثیر آن‌ها بر یادگیری و تفکر انتقادی خواهیم پرداخت. همچنین، به بررسی چالش‌ها و فرصت‌های موجود در این زمینه خواهیم پرداخت.

در این بخش، به بررسی روش‌های نوین آموزشی و تأثیر آن‌ها بر یادگیری و تفکر انتقادی خواهیم پرداخت. همچنین، به بررسی چالش‌ها و فرصت‌های موجود در این زمینه خواهیم پرداخت.

در این بخش، به بررسی روش‌های نوین آموزشی و تأثیر آن‌ها بر یادگیری و تفکر انتقادی خواهیم پرداخت. همچنین، به بررسی چالش‌ها و فرصت‌های موجود در این زمینه خواهیم پرداخت.

اندر این صورت

$$f(x) = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{x^2} \right)$$

6 1 $\int_0^1 \frac{1}{x^2} dx$ را محاسبه کنید.

پاسخ: $\int_0^1 \frac{1}{x^2} dx = \int_0^1 x^{-2} dx = \left[-x^{-1} \right]_0^1 = -1 - \lim_{x \rightarrow 0^+} (-x^{-1}) = -1 + \lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x} = -1 + \infty = \infty$

پس این انتگرال همگرا نیست. $\frac{1}{2 \dots 2}$

در این صورت $\int_0^1 \frac{1}{x^2} dx = \int_0^1 x^{-2} dx = \left[-x^{-1} \right]_0^1 = -1 - \lim_{x \rightarrow 0^+} (-x^{-1}) = -1 + \lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x} = -1 + \infty = \infty$

پس این انتگرال همگرا نیست. $\frac{1}{2 \dots 2}$

در این صورت $\int_0^1 \frac{1}{x^2} dx = \int_0^1 x^{-2} dx = \left[-x^{-1} \right]_0^1 = -1 - \lim_{x \rightarrow 0^+} (-x^{-1}) = -1 + \lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x} = -1 + \infty = \infty$

پس این انتگرال همگرا نیست. $\frac{1}{2 \dots 2}$

در این صورت $\int_0^1 \frac{1}{x^2} dx = \int_0^1 x^{-2} dx = \left[-x^{-1} \right]_0^1 = -1 - \lim_{x \rightarrow 0^+} (-x^{-1}) = -1 + \lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x} = -1 + \infty = \infty$

پس این انتگرال همگرا نیست. $\frac{1}{2 \dots 2}$

در این صورت $\int_0^1 \frac{1}{x^2} dx = \int_0^1 x^{-2} dx = \left[-x^{-1} \right]_0^1 = -1 - \lim_{x \rightarrow 0^+} (-x^{-1}) = -1 + \lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x} = -1 + \infty = \infty$

پس این انتگرال همگرا نیست. $\frac{1}{2 \dots 2}$

در این صورت $\int_0^1 \frac{1}{x^2} dx = \int_0^1 x^{-2} dx = \left[-x^{-1} \right]_0^1 = -1 - \lim_{x \rightarrow 0^+} (-x^{-1}) = -1 + \lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x} = -1 + \infty = \infty$

پس این انتگرال همگرا نیست. $\frac{1}{2 \dots 2}$

در این صورت $\int_0^1 \frac{1}{x^2} dx = \int_0^1 x^{-2} dx = \left[-x^{-1} \right]_0^1 = -1 - \lim_{x \rightarrow 0^+} (-x^{-1}) = -1 + \lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x} = -1 + \infty = \infty$

پس این انتگرال همگرا نیست. $\frac{1}{2 \dots 2}$

در این صورت $\int_0^1 \frac{1}{x^2} dx = \int_0^1 x^{-2} dx = \left[-x^{-1} \right]_0^1 = -1 - \lim_{x \rightarrow 0^+} (-x^{-1}) = -1 + \lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x} = -1 + \infty = \infty$

پس این انتگرال همگرا نیست. $\frac{1}{2 \dots 2}$

67

Z A, B, C,D,E,F,T,U, UP,US,

500

56

R

R

2

6 2

1:20000

1:20000

1

6 3

—

6 3 1

29 E U P T

C

C

2

1

SiC

12 17 25 37

SiC

Image Processing

2

123

67

.....

..... **6 3 2**

.....

(Feled) (BiO) (Qtz)

..... (Sil) (Mus)

.....

5 2

.....

.....

..... (XRD)

..... 3 2

.....

(Bulk) **XRD** **6 3 3**

(Crystal)

..... 5 XRD

.....

5 XRD
(XRD)

7

5 (XPF) 6 3 4
7 (Bulk) 5

6 3 4

40

4 3 12

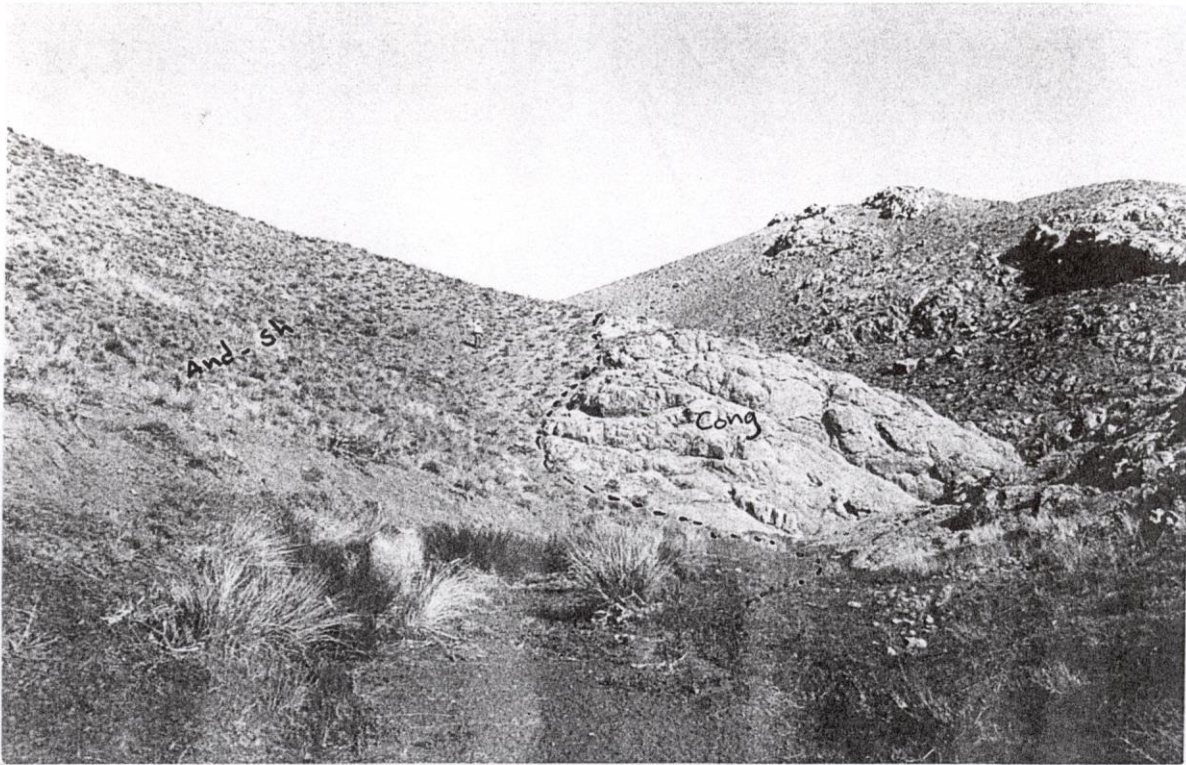
1

4 6 3 6

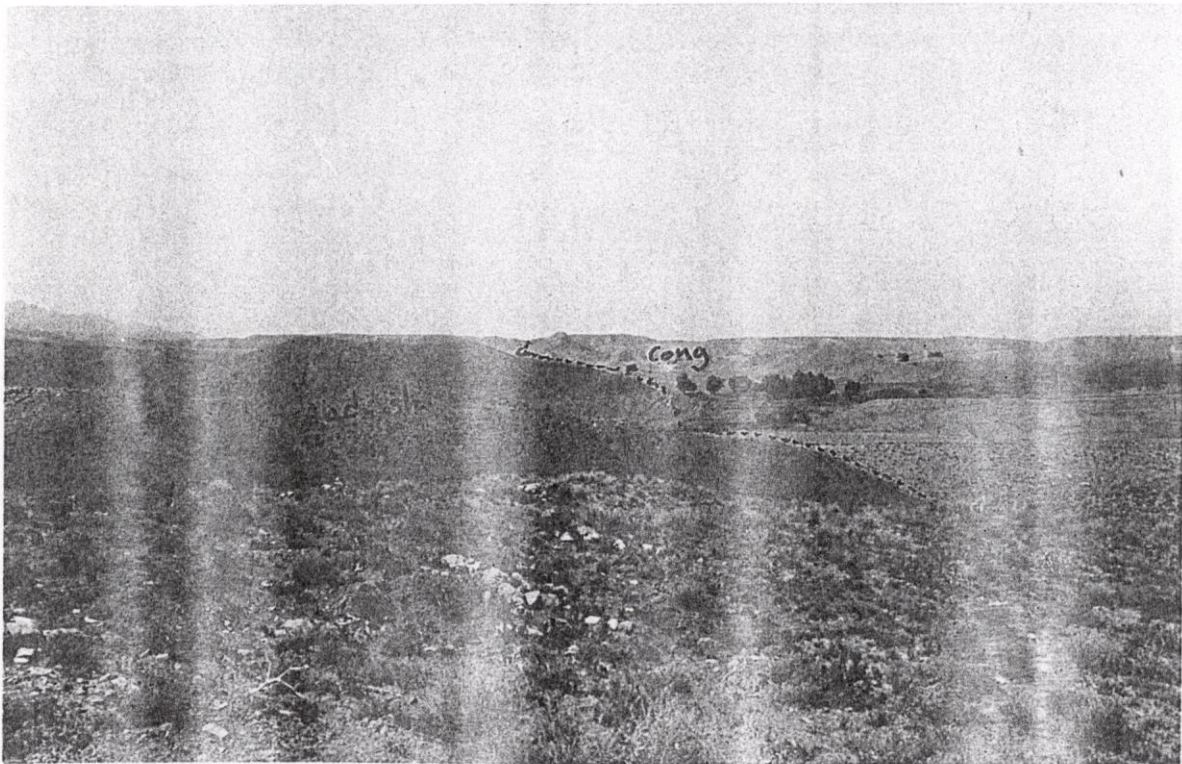
2 6 1 6

در این فصل، به بررسی روش‌های مختلف برای حل مسائل بهینه‌سازی می‌پردازیم. در ابتدا، به روش‌های عددی برای حل مسائل بهینه‌سازی می‌پردازیم. سپس، به روش‌های تحلیلی برای حل مسائل بهینه‌سازی می‌پردازیم. در نهایت، به روش‌های ترکیبی برای حل مسائل بهینه‌سازی می‌پردازیم.

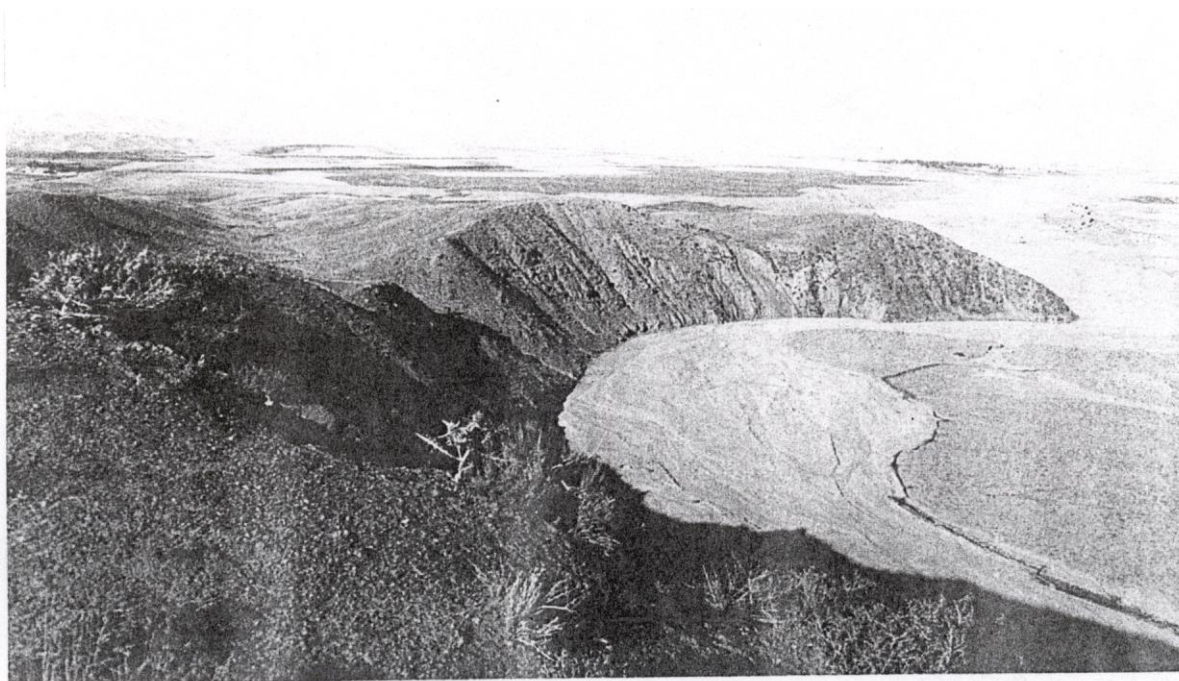
6 6 5 6



تصویر ۱-۶ مرز شمالی آندالوزیت شیست فریمان با کنگلومرای پالتوسن - ائوسن (نگاه به سمت غرب)



تصویر ۲-۶ مرز شمالی آندالوزیت شیست فریمان با کنگلومرای پالتوسن - ائوسن (نگاه به سمت غرب)



تصویر ۳-۶ رخنمون مرز شرقی آندالوزیت شیست فریمان- انتهای محدوده- کال بردو (نگاه به سمت شرق)



تصویر ۴-۶ رخنمون آندالوزیت شیست در شرق منطقه مطالعاتی در مجاورت کال بردو (نگاه به سمت غرب)



تصویر ۵-۶ مرز جنوبی آندالوزیت شیست‌ها با آهک کرس‌تالین کرتاسه (نگاه به سمت جنوب شرقی)

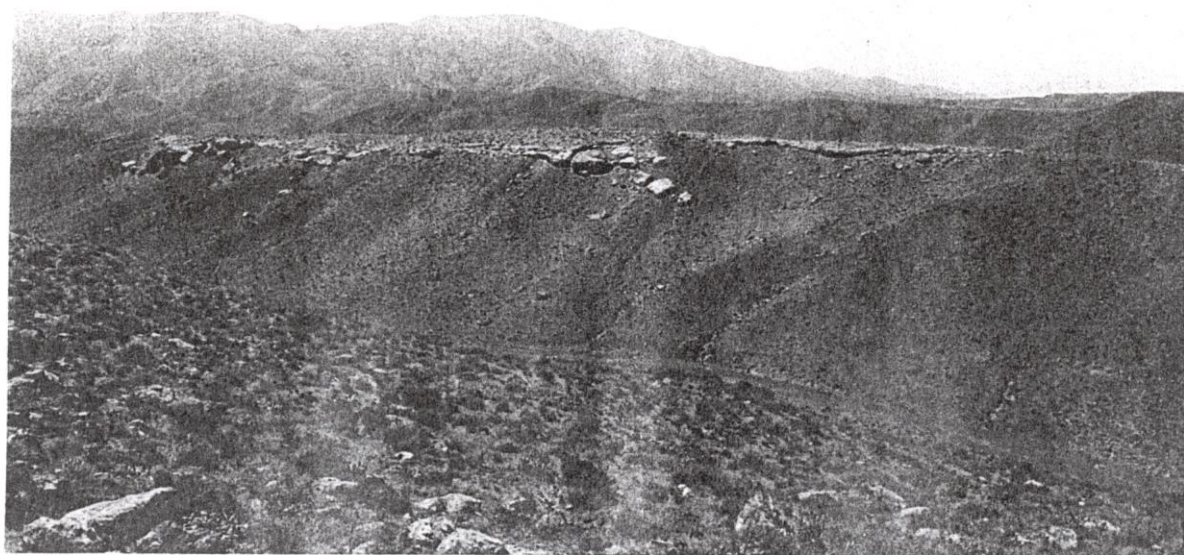


تصویر ۶-۶ مرز جنوبی آندالوزیت شیست‌ها با آهک کریستالین کرتاسه (نگاه به سمت جنوب)

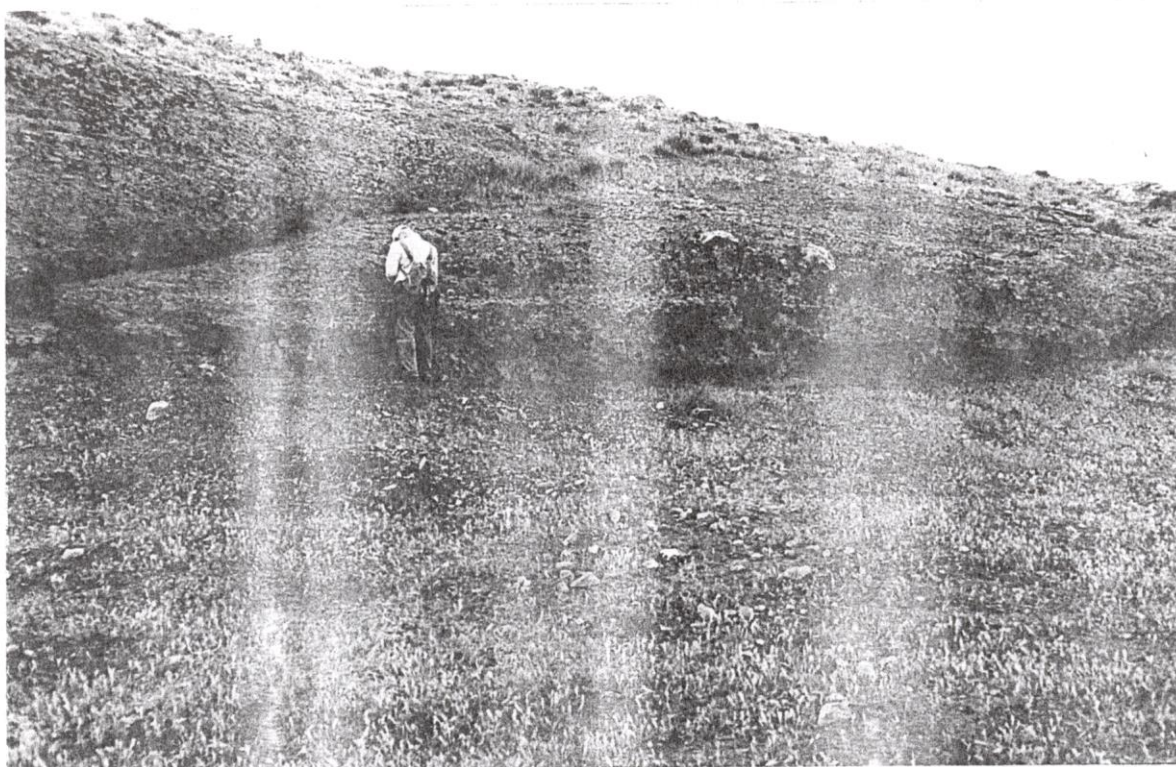
بنا بر این، در این فصل به بررسی روش‌های مختلف برای حل مسائل بهینه‌سازی می‌پردازیم. در ابتدا، به روش‌های عددی برای حل مسائل بهینه‌سازی می‌پردازیم. سپس، به روش‌های تحلیلی برای حل مسائل بهینه‌سازی می‌پردازیم. در نهایت، به روش‌های ترکیبی برای حل مسائل بهینه‌سازی می‌پردازیم.

8 6 7 6

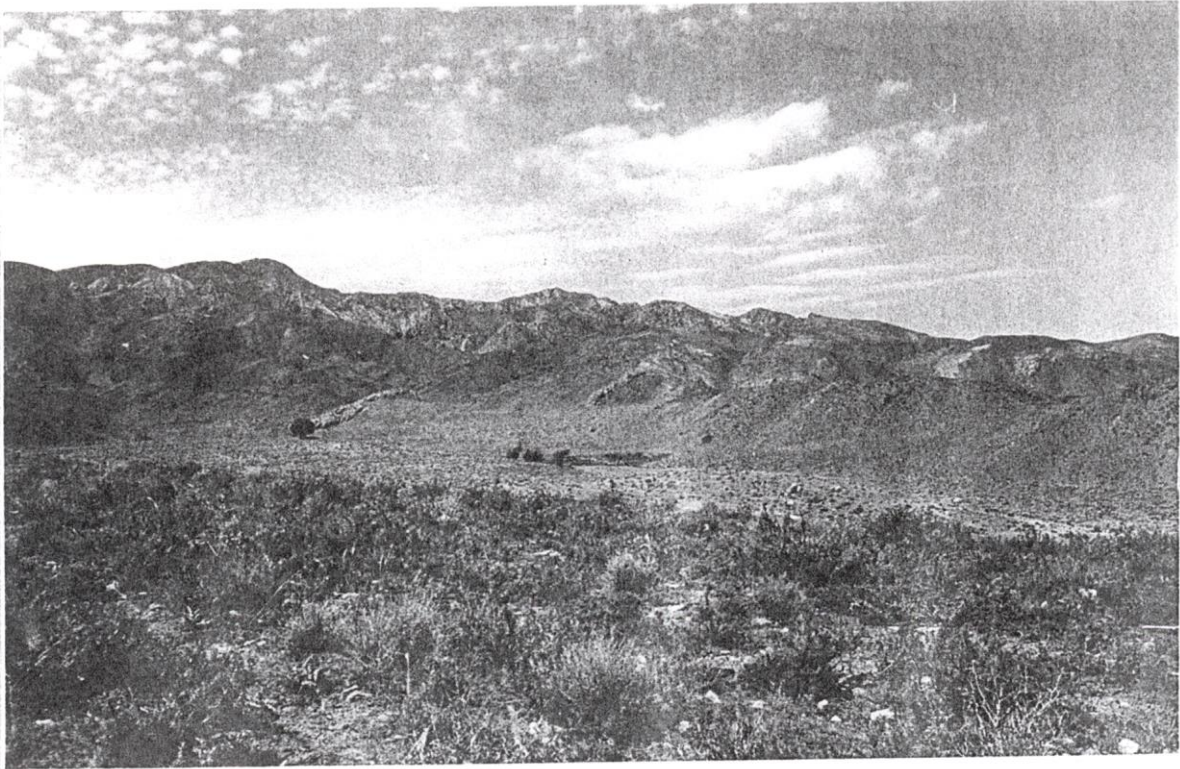
9 6



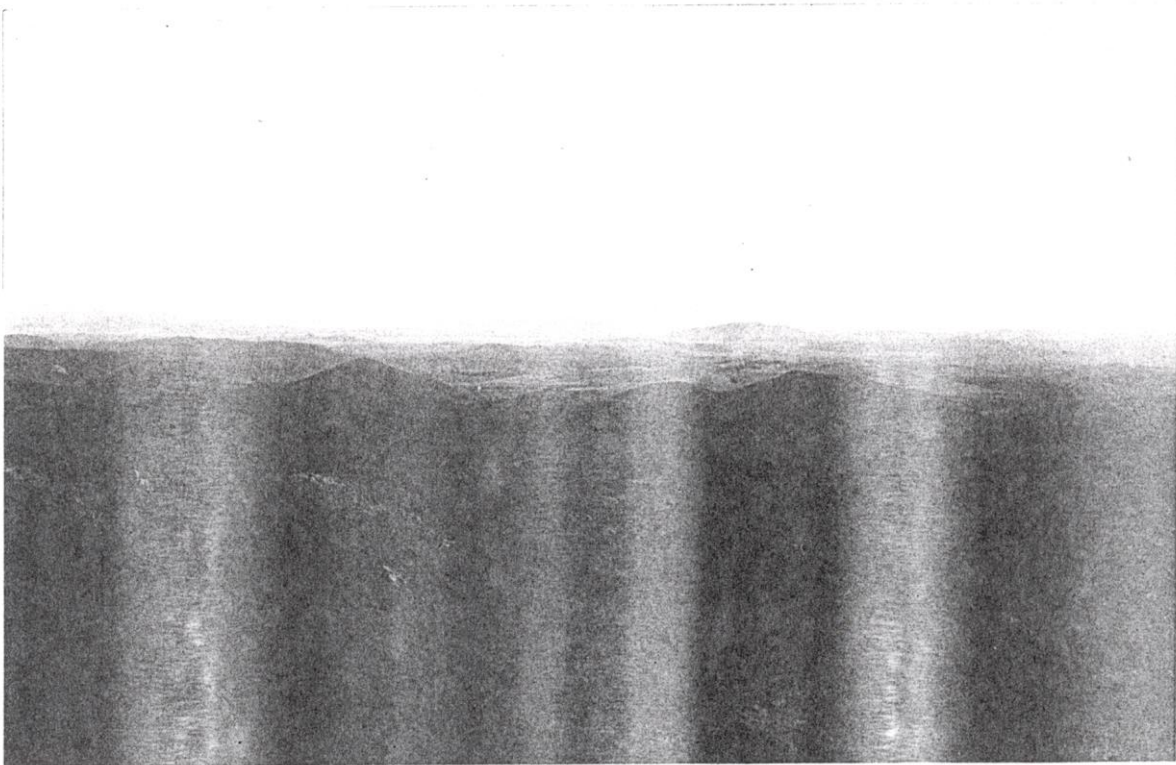
تصویر ۶-۷ لایه‌های آبرفتی دوران چهارم (کواترنر) قرار گرفته بر روی آندالوزیت شیست (نگاه به سمت جنوب شرق)



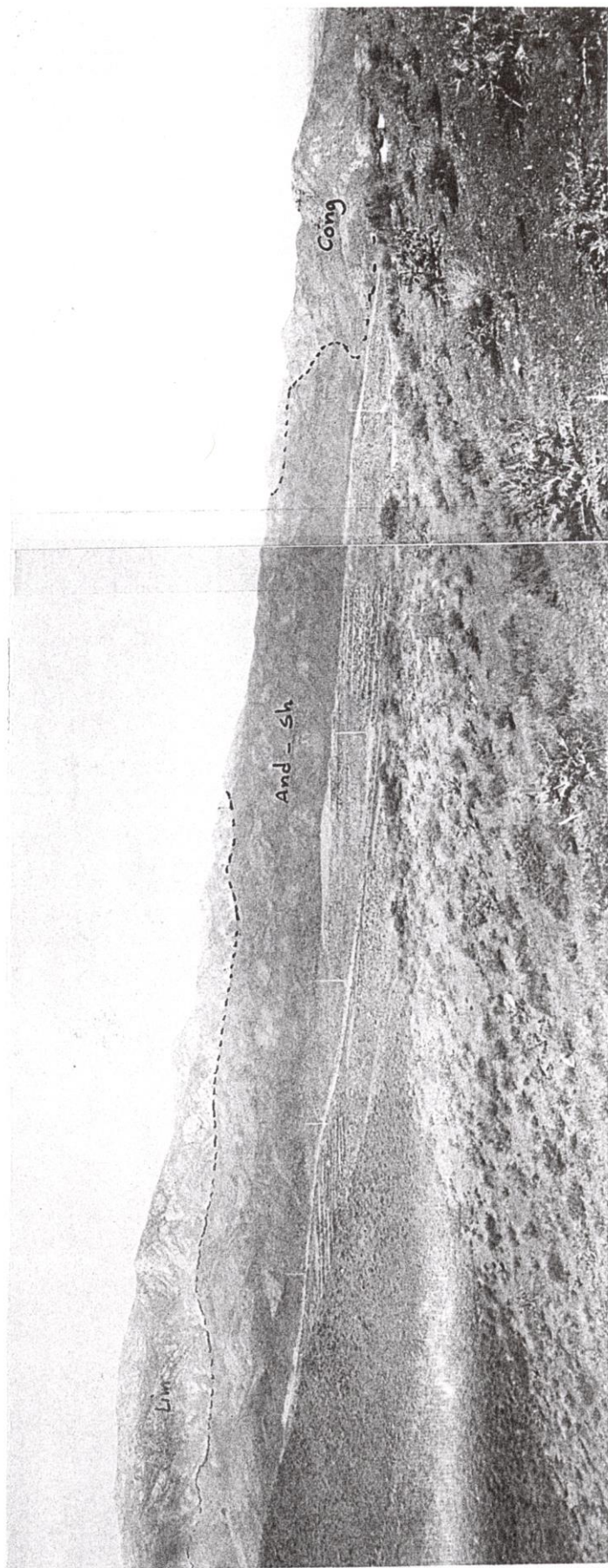
تصویر ۶-۸ نگاهی نزدیک‌تر به لایه‌های آبرفتی دوران چهارم که به روی آندالوزیت شیست‌ها قرار گرفته است.



تصویر ۹-۶ میان لایه‌های آهکی در آندالوزیت شیست‌ها در ناحیه شمال غربی منطقه (نگاه به سمت شمال غرب)



تصویر ۱۰-۶ میان لایه‌های متاکوارتزیتی موجود در آندالوزیت شیست‌های منطقه (نگاه به سمت شمال)



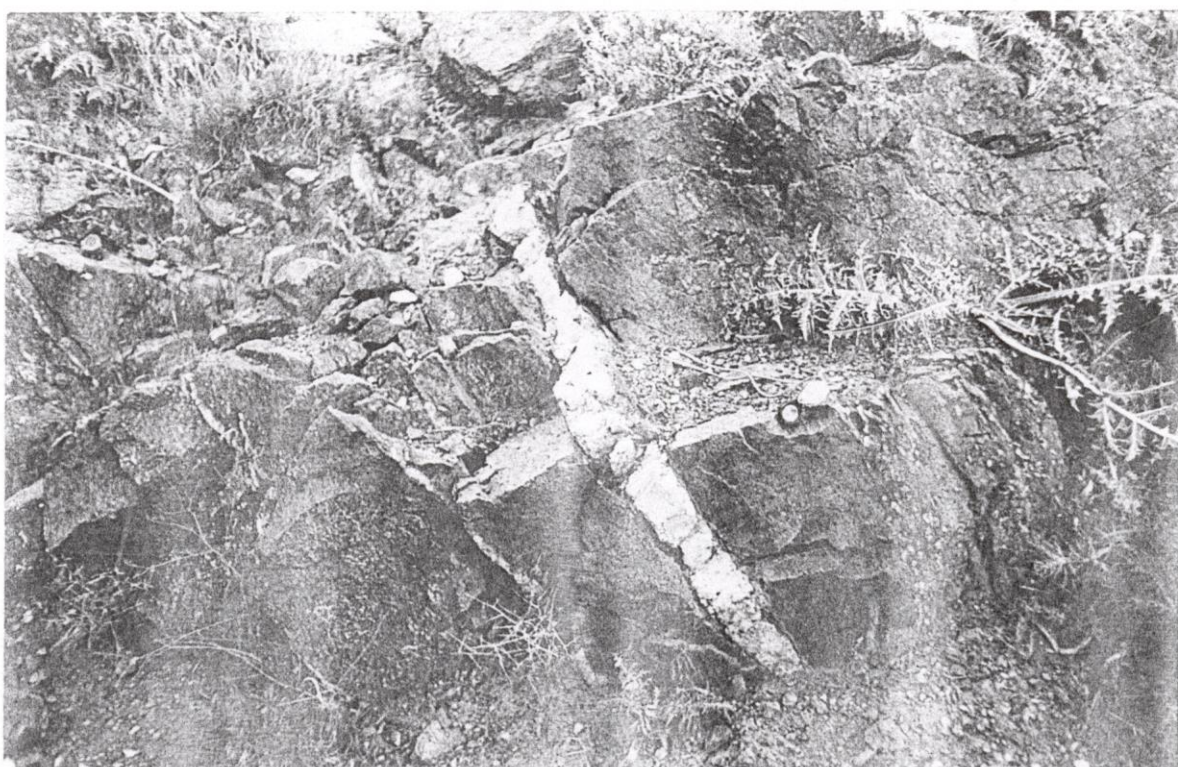
تصویر شماره ۱-۶: نمای کلی از عرض منطقه کانی سازی به همراه مرز شمالی و مرز جنوبی شیست‌های آندالوزیت دار



تصویر شماره ۶-۲: نمای کلی از عرض منطقه کانی سازی در حوالی روستای تنداب - عرض منطقه ۳/۵ تا ۴ کیلومتر

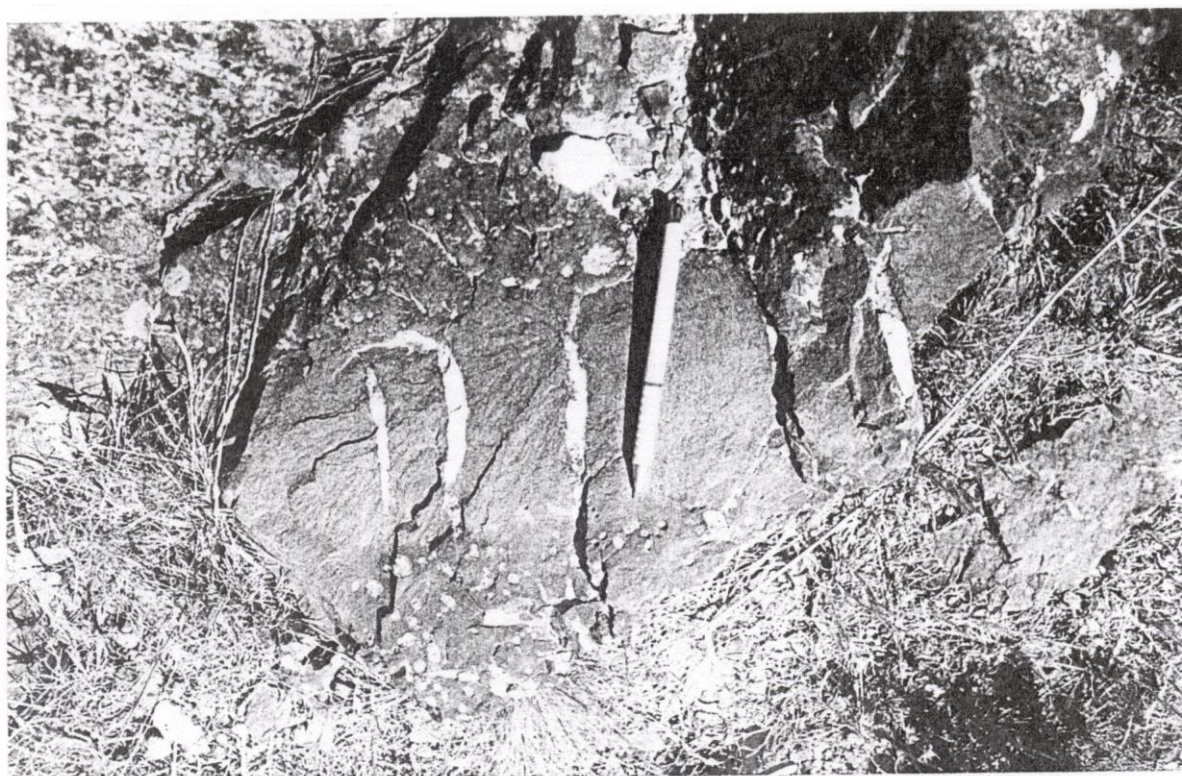


تصویر ۱۳-۶-الف



تصویر ۱۳-۶-ب

تصاویر ۱۳-۶-الف و ب میان لایه‌های متاکوارتزیتی همراه با رگه‌های سیلیسی در مجاورت آندالوزیت شیست‌ها

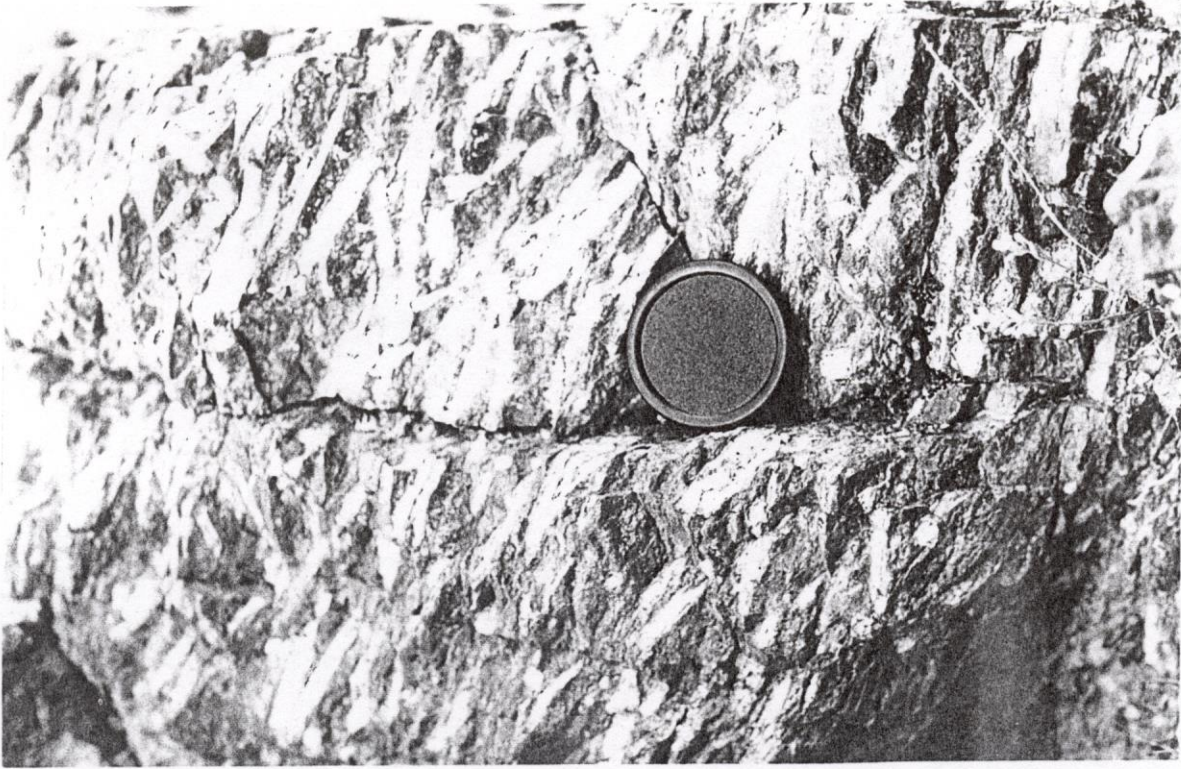


تصویر ۶-۱۴-الف



تصویر ۶-۱۴-ب

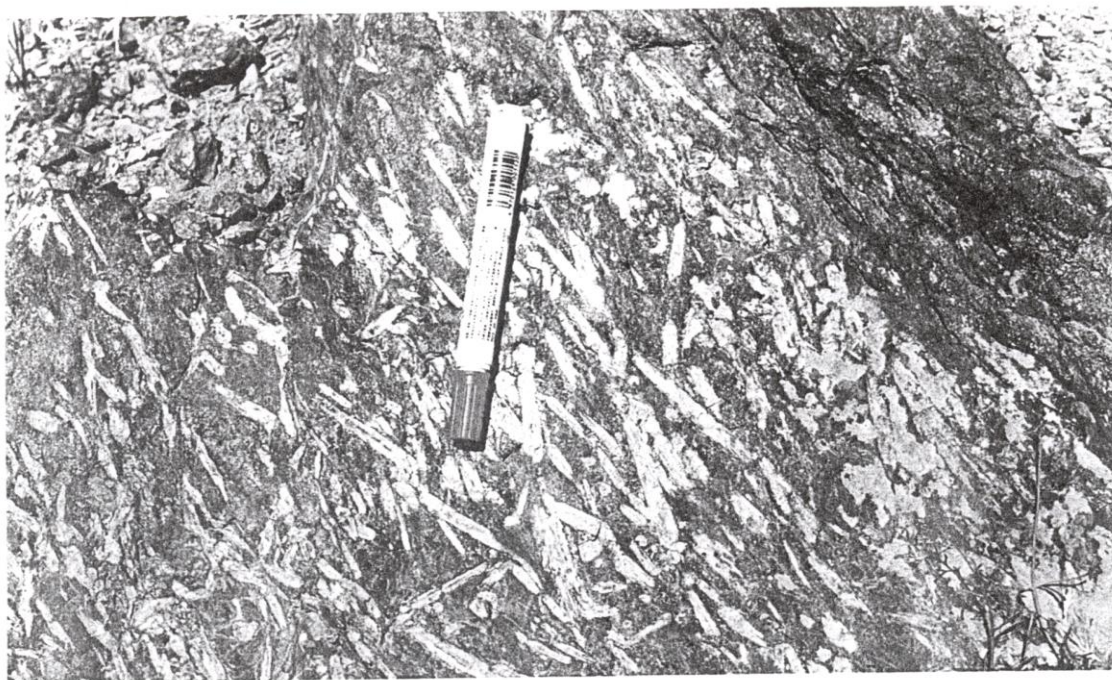
تصاویر ۶-۱۴-الف و ب اختلاف لیتولوژیکی در سنگ‌های منطقه و عدم وجود آندالوزیت در میان لایه‌های متاکوارزیتی



تصویر ۱۵-۶ بلورهای درشت آندالوزیت در شیست‌های جنوب روستای قندآب



تصویر ۱۶-۶ تک بلور درشت آندالوزیت در شیست‌های جنوب روستای قندآب



تصویر ۶-۱۷ تراکم بلورهای آندالوزیت در شیست‌های آندالوزیت دار شمال غرب قندآب



تصویر ۶-۱۸ تراکم بلورهای آندالوزیت در شیست‌های آندالوزیت دار - شمال غربی روستای قندآب

اندر این روش:

تکاملات و تغییرات در طول زمان را بررسی می‌کنیم.

7 1

در این بخش به بررسی تغییرات در طول زمان می‌پردازیم. این تغییرات می‌تواند در فرکانس، دامنه یا فاز سیگنال رخ دهد. برای تحلیل این تغییرات، از روش‌های مختلفی استفاده می‌کنیم. در ادامه، به بررسی تغییرات در فرکانس سیگنال خواهیم پرداخت.

تغییرات در فرکانس سیگنال می‌تواند به دلایل مختلفی رخ دهد.

-a) تغییرات در فرکانس سیگنال می‌تواند به دلیل تغییرات در دامنه سیگنال رخ دهد. (Feld) (BiO) (qtz)

(Sil) (Mus)

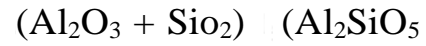
-b

-c

تغییرات در فرکانس سیگنال می‌تواند به دلایل مختلفی رخ دهد.

7 2

7 2 1



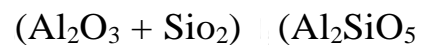
c

C {110}

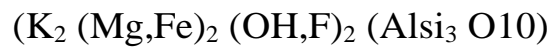
C

c

7 2 2



7 2 4



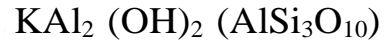
{001}

{001}

3°

(001)

7 2 5



{001} (Seri cite)

{001} {110}

3 2

R-36 7 3

R-36 7 3 1

7 3 1 1

.....

..... 2V

..... 30 (a)

..... (b)

..... (c)

..... 7 3 1 2

.....

.....

..... %2-5 (a)

..... (b)

..... (c)

7 3 1 3

–

(a) 25

(b)

7 3 1 4

a 1

b

7 3 1 5

%30-35

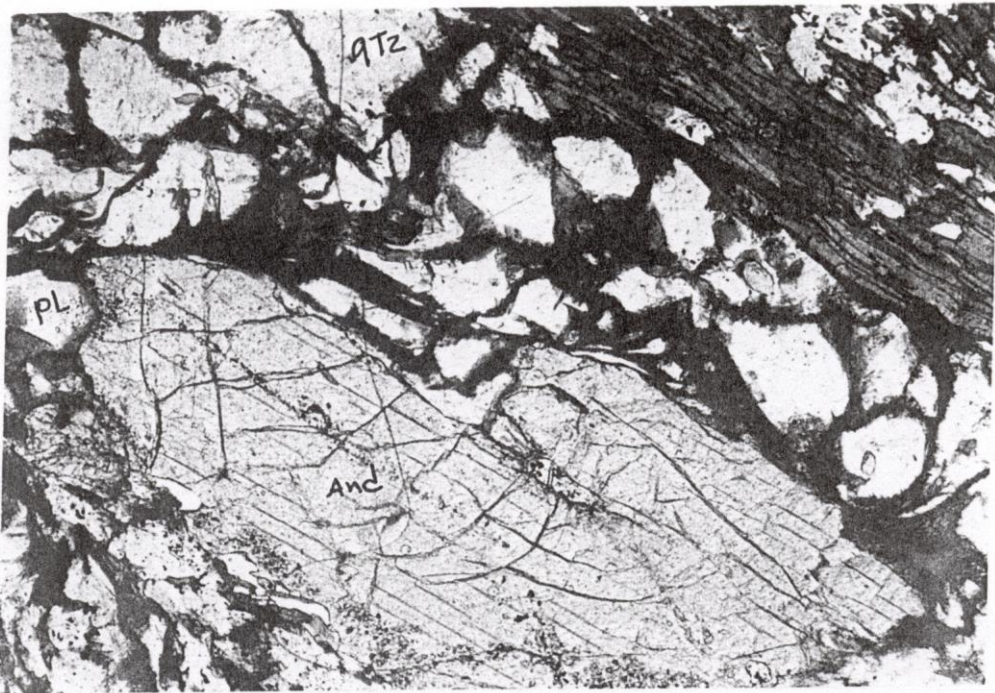
7 3 1 6

5 10

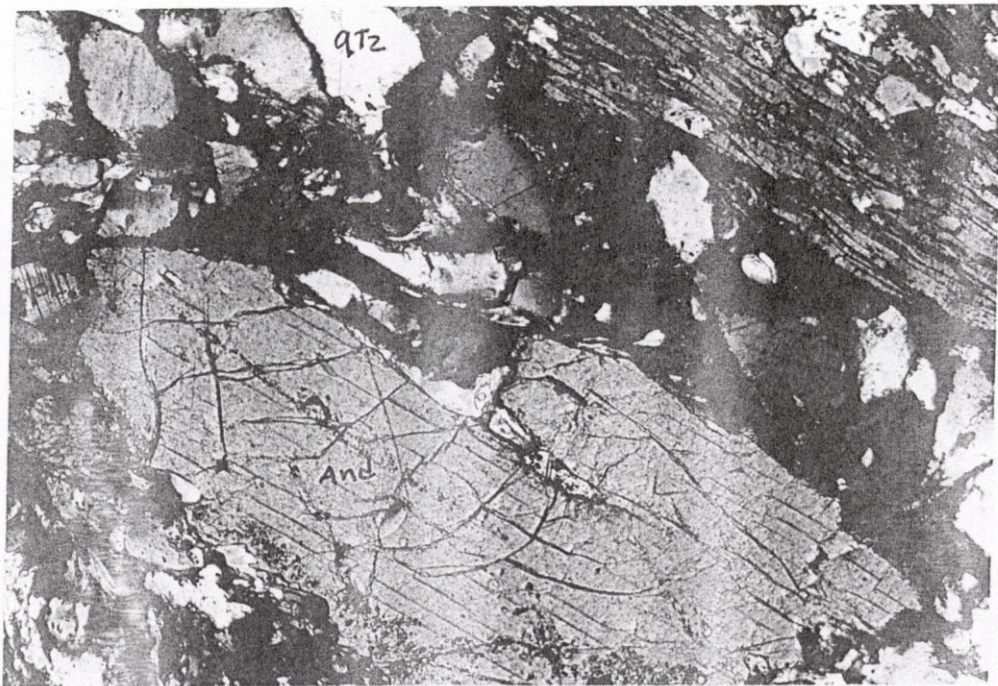
از این جهت که در این مورد، هیچ‌یک از طرفین نمی‌تواند به دیگری شکایت کند، زیرا هر دو طرف به توافق خود عمل کرده‌اند. این توافق، که در صورتی که هر یک از طرفین بخواهد، می‌تواند منحل شود، اما در صورتی که هر یک از طرفین بخواهد، می‌تواند منحل شود. این توافق، که در صورتی که هر یک از طرفین بخواهد، می‌تواند منحل شود، اما در صورتی که هر یک از طرفین بخواهد، می‌تواند منحل شود.

R 36

این توافق، که در صورتی که هر یک از طرفین بخواهد، می‌تواند منحل شود، اما در صورتی که هر یک از طرفین بخواهد، می‌تواند منحل شود. این توافق، که در صورتی که هر یک از طرفین بخواهد، می‌تواند منحل شود، اما در صورتی که هر یک از طرفین بخواهد، می‌تواند منحل شود.



تصویر ۱-۷ مقطع R-36 نور ppl بزرگ نمایی X50



تصویر ۲-۷ مقطع R-36 نور xpl بزرگ نمایی X50، تصاویر ۱-۷ و ۲-۷ مقاطع آندالوزیت شیبست به ترتیب در نور

ppl و xpl. بلورهای آندالوزیت (And) توسط کانیهای فلدسپات، کوارتز و بیوتیت احاطه گردیده است



تصویر شماره ۳-۷: مقطع R-36 نور *ppl* بزرگ نمایی X50



تصویر شماره ۴-۷: مقطع R-36 نور *xpl* بزرگ نمایی X50، تصاویر ۳-۷ و ۴-۷ مقاطع آندالوزیت شیست بترتیب در نور *ppl* و *xpl*. در این تصاویر علاوه بر کانی آندالوزیت (*And*) ناخالصی‌های کوارتز - فلدسپات و بیوتیت مشاهده می‌شود مقادیر اندکی کانی سیلیمانیت (*Sil*) در قسمت پائین سمت چپ تصویر مشاهده می‌شود

US- 5 7 4

7 4 1

7 4 1 1

2V

2V

15 (a)

(b)

(c)

7 4 1 2

5

(a)

5 (a)

(b)

7 4 1 3

2V

40 (a)

(b)

7 4 1 4

2V

(A) 1

(B)

7 4 1 5

(a) 35 40

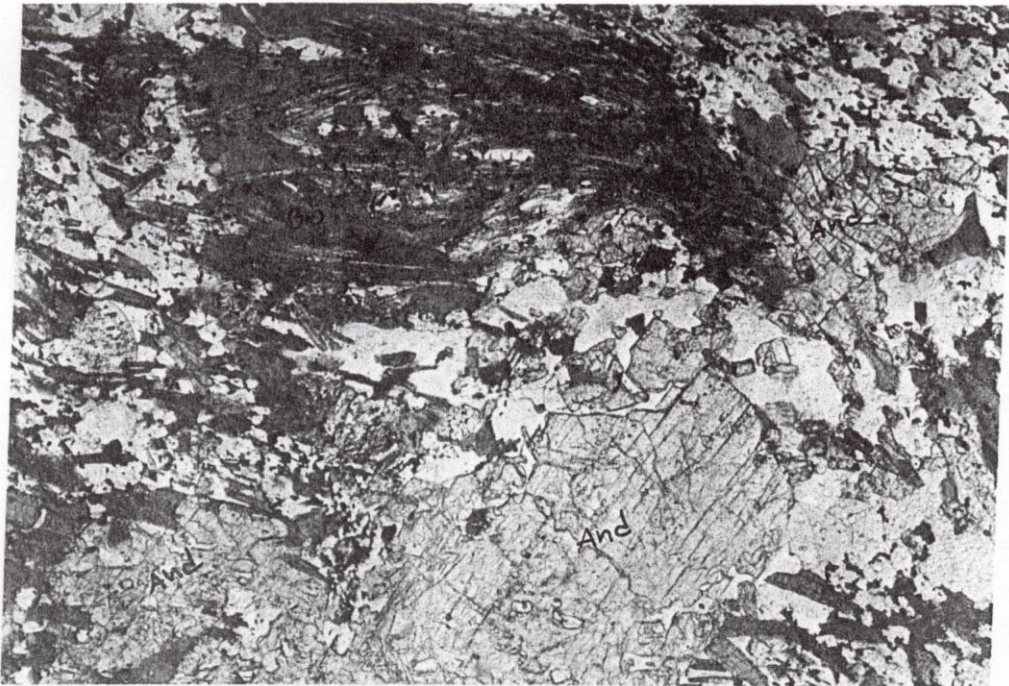
(b)

7 4 1 6

(a) 3 4

(b)

US- 5

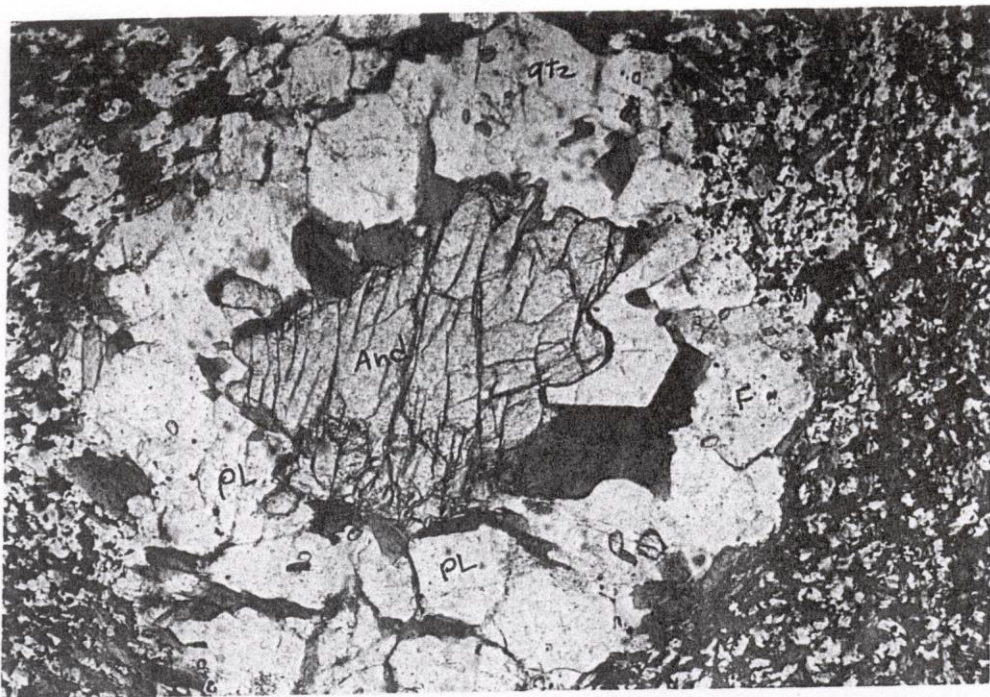


تصویر ۵-۷: مقطع US-5، نور ppl، بزرگ نمایی X50

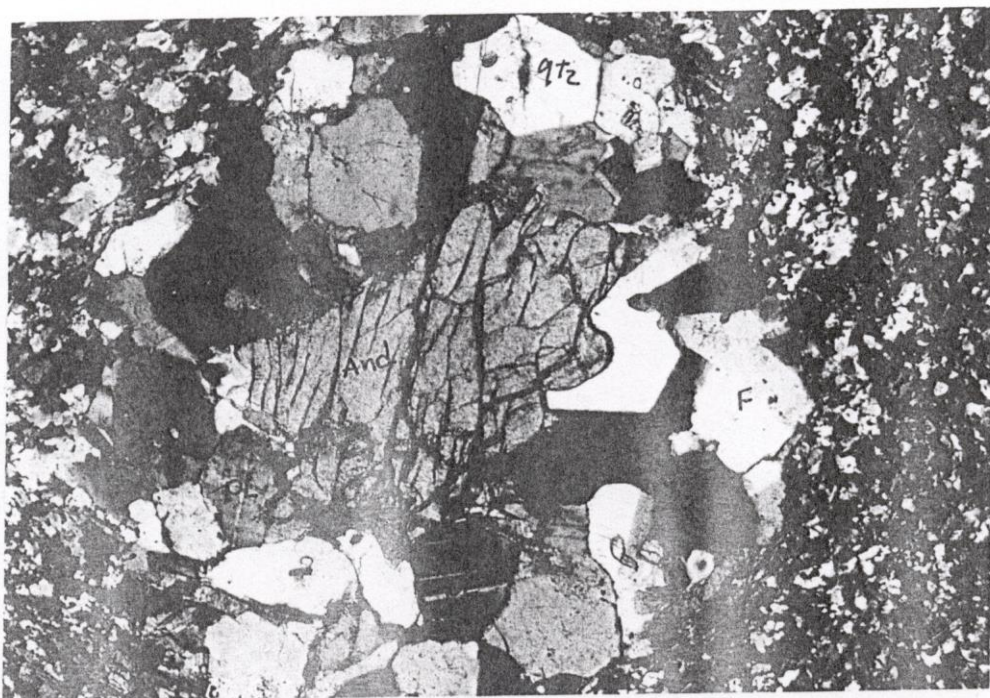


تصویر ۶-۷: مقطع US-5، نور xpl، بزرگ نمایی X50، مقاطع آندالوزیت شیبست که در آن بلورهای آندالوزیت

(And) توسط کانی‌های کوارتز فلدسپات، بیوتیت و سیلیمانیت احاطه گردیده است.



تصویر ۷-۷ مقطع US-5 نور ppl بزرگ نمایی X50



تصویر ۸-۷ مقطع US-5 نور xpl بزرگ نمایی X50

مقاطع آندالوزی شیبست که در آن بلورهای آندالوزیت (*And*) توسط کانیهای کوارتز فلدسپات و بیوتیت احاطه گردیده

است.

T-8 7 5

7 5 1

7 5 1 1

2V

15 (a)

(b)

(c)

7 5 1 2

2 3 (a)

(b)

7 5 1 3

2V

(a) 30

(b)

7 5 1 4

2V

(a) 1

(b)

-

7 5 1 5

(a) 45 50

(b) -

7 5 1 6

(a) 5

(b)

این روش را می‌توان به روشی دیگر نیز بیان کرد. فرض کنید که یک تابع $f(x)$ را در نظر بگیریم. اگر $f(x)$ را در $x=0$ بسط دهیم، خواهیم داشت:

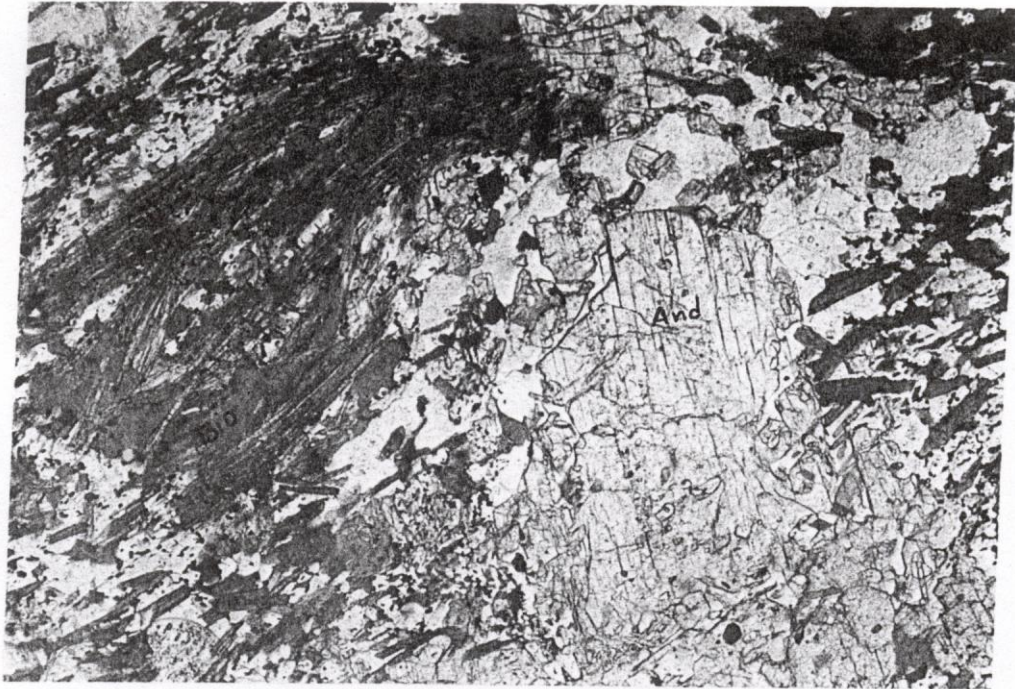
$$f(x) = f(0) + f'(0)x + \frac{f''(0)}{2!}x^2 + \frac{f'''(0)}{3!}x^3 + \dots$$

این بسط را می‌توانیم به روش دیگری نیز بنویسیم. فرض کنید که $f(x)$ را در $x=a$ بسط دهیم، خواهیم داشت:

$$f(x) = f(a) + f'(a)(x-a) + \frac{f''(a)}{2!}(x-a)^2 + \frac{f'''(a)}{3!}(x-a)^3 + \dots$$

این بسط را می‌توانیم به روش دیگری نیز بنویسیم. فرض کنید که $f(x)$ را در $x=b$ بسط دهیم، خواهیم داشت:

$$f(x) = f(b) + f'(b)(x-b) + \frac{f''(b)}{2!}(x-b)^2 + \frac{f'''(b)}{3!}(x-b)^3 + \dots$$



تصویر ۷-۹: مقطع T8 نور ppl بزرگ نمایی X50



تصویر ۷-۱۰: مقطع T8 نور xpl بزرگ نمایی X50، آندالوزیت (And)، بیوتیت (Bio)، سیلیمانیت (Sil)، مقاطع

آندالوزیت شیبست که در آن بلورهای آندالوزیت توسط کانیهای کوارتز، فلدسپات، بیوتیت و سیلیمانیت احاطه شده‌اند.

T-6 7 6

7 6 1

7 6 1 1

...

(a) 2-3%

(b)

7 6 1 2

2 V

(a) 30% :

(b)

7 6 1 3

2V

(a) 1

(b)

7 6 1 4

(a) 50

(b)

XPL

7 6 1 5

(a) 10-15%

(b)



تصویر ۱۱-۷: مقطع T6 نور ppl بزرگ نمایی X50



تصویر ۱۲-۷: مقطع T6 نور xpl بزرگ نمایی X50

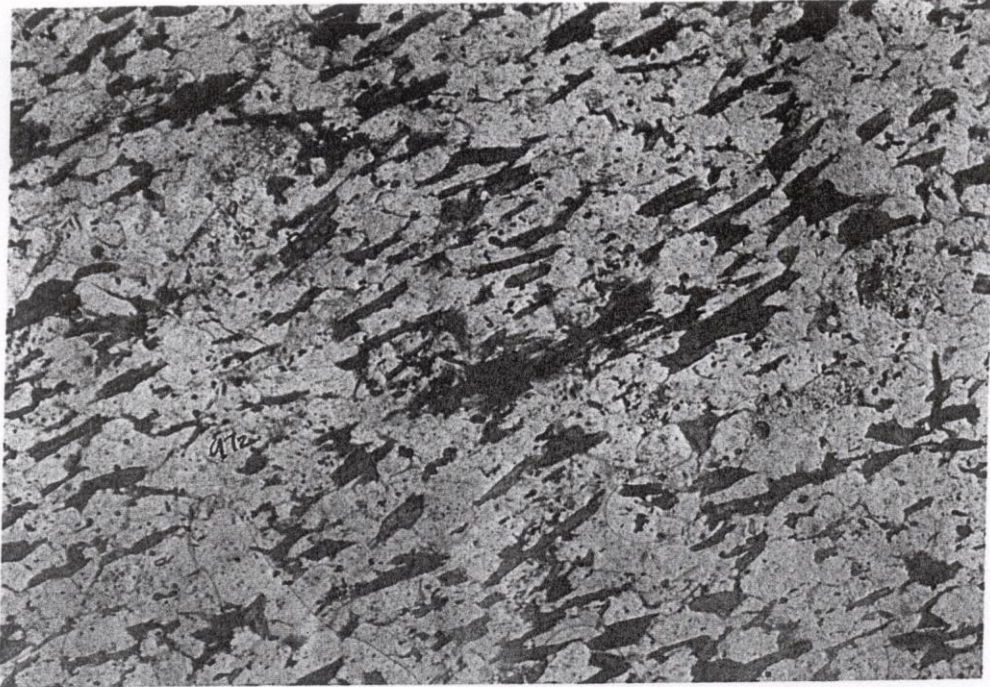
گسترش کانی های سیلیمانیت (Sil) به همراه کانیهای بیوتیت، مسکویت و کوارتز

7 7 1 4

این فصل به بررسی روش‌های مختلف برای حل مسائل مربوط به ...
 در این بخش، ما به بررسی روش‌های مختلف برای حل مسائل ...

(a) روش اول: ... 3 4

(b) روش دوم: ...
 در این بخش، ما به بررسی روش‌های مختلف برای حل مسائل ...
 این روش شامل ...
 در ادامه، ما به بررسی روش‌های مختلف برای حل مسائل ...
 این روش شامل ...



تصویر ۷-۱۳: مقطع *M - 1* نور *ppl* بزرگ نمایی *X50*



تصویر ۷-۱۴: مقطع *M - 1* نور *xpl* بزرگ نمایی *X50*

گسترش کانی های کوارتز (*qtz*) به همراه کانیهای بیوتیت، مسکویت و فلدسپات

7 8

(Bulk)

XRD

7 8 1

XRD

5 XRD

7 8 2

(Crystal)

XRD

1 7

1 7 Crystal Bulk

		BULK
		Crystal

(Bulk)

1 7

(Crystal)

7 9

(A) **C**

(B)

(SiC)

12 17 25 37

(SiC)

(C)

Image Analiser Image Prosesseng

نوع	مقدار	نوع	مقدار	نوع	مقدار
		T1			
		T2	4.7	E1	14.6
	2.4	T3	13.4	E2	17.1
UP1	n.d	T4	11.6	E3	10.8
UP2	21.2	T5	17.35	E4	17.6
UP3	9.5	T6	17.18	E5	11.8
UP4	16.65	T7	1.8	E6	2.8
UP5	10.12	T8	16.8	E7	11
UP11	9.7	T9	27.3	E8	3.7
UP12	9.8	T10	19.8	E9	8.5
UP8		T12	7		
		T15	16.35		
			14.6		

n.d

7 10 1

5 (Bulk)

5

XPF

(XPF)

3 7

Crystal Bulk

7 11

7 11 1

در این روش، نمونه‌ها در یک کوره با دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد قرار می‌دهند و در آنجا به مدت ۲۴ ساعت قرار می‌دهند. پس از آن، نمونه‌ها را در یک کوره با دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد قرار می‌دهند و در آنجا به مدت ۲۴ ساعت قرار می‌دهند. پس از آن، نمونه‌ها را در یک کوره با دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد قرار می‌دهند و در آنجا به مدت ۲۴ ساعت قرار می‌دهند.

۱۵ ۸۳

۱۶۰ ۱۹۹۵ ۱۵۰ ۱۹۹۴ ۵۷ ۵

۱۸۰ ۵۹ ۵ ۱۸۰

۵ - ۰ ۵ ۲۰۰

SiO₂ ۳۷ Al₂ O₃ ۶۳

(Al₂O₂,SiO₂)

Al₂O₃ ۷۱ ۸

۴ ۷

(C°)	Na ₂ O%	K ₂ O%	TiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	
	<1	<1	<1.5	<1.5	<42	55.60	
>1825	0.1	0.03	1.38	0.8	37.00	58.41	
>1790	0.03	0.1	1.4	0.5	41.00	58	
>1790	0.11	0.28	0.2	1.42	36.72	58.72	

4.7

0.5

Fe₂O₃ Al₂O₃

2.8 2.6 3.2 3.1

3

0.5

در این فصل به بررسی روش‌های مختلف اندازه‌گیری pH و اهمیت آن در فرآیندهای صنعتی و زیست‌شناسی می‌پردازیم. روش‌های سنتی مانند استفاده از کاغذ pH و روش‌های مدرن‌تر مانند استفاده از الکترودهای pH را خواهیم دید. همچنین به بررسی عواملی که بر دقت اندازه‌گیری pH تأثیر می‌گذارد و نحوه کالیبراسیون صحیح آن خواهیم پرداخت.

PH

7 11 2

در ادامه به بررسی روش‌های اندازه‌گیری pH خواهیم پرداخت. روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری pH وجود دارد که هر کدام مزایا و معایب خود را دارند. در این بخش به روش‌های رایج و نحوه استفاده از آنها خواهیم پرداخت. همچنین به بررسی عواملی که بر دقت اندازه‌گیری pH تأثیر می‌گذارد و نحوه کالیبراسیون صحیح آن خواهیم پرداخت.

30 20

2 36

1

5 7

4 7

در این روش، ابتدا یک نمونه از ماده مورد آزمایش را در یک ظرفی که در آن یک مایع با چگالی معلوم قرار دارد، قرار می‌دهیم. اگر نمونه در مایع غرق شود، وزن آن در مایع را اندازه می‌گیریم. اگر نمونه در مایع شناور بماند، وزن آن در مایع را نیز اندازه می‌گیریم. با دانستن وزن نمونه در مایع و چگالی مایع، می‌توانیم چگالی نمونه را محاسبه کنیم.

مثلاً اگر یک جسمی با وزن 1450 گرام در مایعی با چگالی 617 کیلوگرم بر متر مکعب شناور بماند و وزن آن در مایع 2253 کیلوگرم بر متر مکعب باشد، می‌توانیم چگالی آن را محاسبه کنیم.

چگالی جسم = $\frac{2253}{333} = 677$ کیلوگرم بر متر مکعب

بنابراین چگالی جسم 677 کیلوگرم بر متر مکعب است.

این روش برای اندازه‌گیری چگالی اجسام صلب و مایعات نیز قابل استفاده است.

در این روش، ابتدا یک نمونه از ماده مورد آزمایش را در یک ظرفی که در آن یک مایع با چگالی معلوم قرار دارد، قرار می‌دهیم. اگر نمونه در مایع غرق شود، وزن آن در مایع را اندازه می‌گیریم. اگر نمونه در مایع شناور بماند، وزن آن در مایع را نیز اندازه می‌گیریم. با دانستن وزن نمونه در مایع و چگالی مایع، می‌توانیم چگالی نمونه را محاسبه کنیم.

مثلاً اگر یک جسمی با وزن 67 گرام در مایعی با چگالی 295 کیلوگرم بر متر مکعب شناور بماند و وزن آن در مایع 67 گرام باشد، می‌توانیم چگالی آن را محاسبه کنیم.

چگالی جسم = $\frac{67}{3035} = 22$ کیلوگرم بر متر مکعب

وزن در مایع	چگالی مایع	وزن در هوا	چگالی هوا	وزن در مایع	چگالی مایع
170	12	342	3035	6965	3035

0 850	20	348	30 88	38 77	61 23
0 600	30	87	7 72	31 05	68 95
0 300	50	120	10 65	20 40	79 60
0 212	70	30	2 66	17 74	82 26
150	100	44	3 90	13 84	86 17
150	100	156	13 84		

5 7

			g			
Al ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃				
55 2	73 3	11 64	68 08	136 1		6 14
44 8	52 74	33 52	31 92	63 8		6 14
28 71	63 34	12 76	76 83	153 5		50+14
71 29	42 59	47 34	23 17	46 3		50+14

6 7

14 50

Summary & Conclusion

(Al₂ SiO₅)

refractories

1000

Ta, La, Th, Be,

1520

Ce Zr. Cr, Ca. Mg, Si, Al

SiO₂ , Al₂O₃

(XRD)

20

Imge Analyser

20

27

52

13

72 86

44 79

14 50

در این کتاب، ما سعی کرده‌ایم تا با استفاده از روش‌های نوین و کاربردی، به شما کمک کنیم تا در زمینه‌های مختلف، از جمله مدیریت، بازاریابی، و فروش، موفق شوید. ما می‌دانیم که در دنیای امروز، تغییرات سریع و پیوسته در حال وقوع است و شما نیاز دارید تا به‌روز باشید و مهارت‌های خود را ارتقا دهید. ما می‌خواهیم که این کتاب به شما کمک کند تا در این مسیر، قدم‌های مهمی بردارید و به اهداف خود برسید. ما امیدواریم که این کتاب برای شما مفید و الهام‌بخش باشد و شما را در رسیدن به موفقیت‌های بزرگ، یاری کند.

در ادامه، ما به بررسی روش‌های نوین و کاربردی خواهیم پرداخت.

1- روش‌های نوین و کاربردی (1378)

در ادامه، ما به بررسی روش‌های نوین و کاربردی خواهیم پرداخت. 250

- 2 1373
- 240
- 3 1375
- 4 397 1378
- 5 1378
- 6 1362
- 7 $\frac{1}{250000}$
- 8 $\frac{1}{250000}$
- 9

منابع و مراجع لاتین

- 1) Baumgat, W., Dunham, A. C. and Amstutz, G. C. (1984); *Process Mineralogy of Ceramic Materials*, Ferdinand Enke Publishers, Stuttgart. P. 80-103.
- 2) Bennett, P. J. and Castle, J. E. (1983); *Kyanite and Related Minerals in Industrial Minerals and Rocks* edited by Lefond American Institute of Mining metallurgical and Petroleum Engineers Inc. P. 799-807.
- 3) Budnikov, P. P. (1984); *The technology of Ceramics and refractories*, Edward Arnold Publication Ltd. PP. 647.
- 4) Chesters, J. H. (1983); *Refractories, Production and Properties*, The metal Society, London. PP. 533.
- 5) Crookstom, J. A., Fitzpatrick, W. D. (1983); *Refractories in Industrial Minerals and Rocks*. edited by Lefond American Institute of Mining metallurgical and Petroleum Engineers Inc. P. 375-383.
- 6) Harben, P. W., Bates, R. L. (1984); *Geology of the Non Metallics*, Metal Bulltin Inc. New York. PP. 392.
- 7) *Industrial Minerals (magazine)* (1990-2000) Industrial Minerals Division of Metal Bulletin Plc, England.
- 8) Manning, D. A. C. (1995); *Introduction to Industrial Minerals*, Chapman & Hull. P. 185-196.