



گزارش مقطع دوم - دفتر تخصصی علوم پایه و فنی - مهندسی

عنوان طرح:

تدوین دانش فنی و تولید پودر مورد نیاز خط تولید مونولیت سرامیکی
کاتالیست خودرو

واحد سازمانی مجری: سازمان جهاد دانشگاهی استان یزد

بهمن ۱۴۰۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بخش اول: مواد اولیه

مقدمه:

همانطور که در گزارش پیشین آمد، برای ساخت بدنه های مناسب برای پایه کاتالیست کوردیتریتی با استفاده از اکسترودر، مواد اولیه ای را می بایست استفاده نمود که علاوه بر برخورداری از پلاستیسیته مناسب قابلیت تشکیل فاز کوردیریت را نیز داشته باشد. بنابراین، در این ترکیبات برای تامین پلاستیسیته و چسبندگی مناسب از کانی های رسی مرغوب همچون انواع رس های کائولینیتی، بالکلی ها و گاه بنتونیت ها استفاده می شود. در کنار این مواد استفاده از مواد اولیه حاوی اکسید منیزیم، همچون کانی های حاوی تالک $(\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2)$ و یا منیزیت (MgCO_3) نیز ضروری است. مواد اخیر نیاز ترکیب برای تشکیل فاز کوردیریت $(\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18})$ در هنگام پخت را تضمین می نمایند.

لازم به گفتن است که حضور کانی های فرعی در کنار کانی های اصلی یاد شده می تواند با تشکیل فازهای آمورف و یا بلورین ناخواسته بر ویژگی های فیزیکی و مکانیکی قطعه پخته شده اثرات ناخوشایندی داشته باشد. اصلی ترین این فازها، فاز کوارتز و فاز کریستوبالیت هستند که حضورشان در قطعه پخته شده موجب کاهش شوک پذیری آن می شود و در نتیجه کارآیی قطعه کاتالیستی را در هنگام کار از بین می برد. این موضوع می تواند انتخاب برخی از مواد اولیه، به ویژه مواد رسی، را بسیار محدود سازد. زیرا، اغلب کانی های رسی موجود در کشور دارای کانی های مزاحم کوارتز هستند. در چنین مواردی استفاده از خاک های رسی شستشو شده، به منظور جدایش کانی های مزاحم و افزایش عیار رس، گریزناپذیر است. در پروژه حاضر نیز این موضوع موجب گردید که از میان انواع خاک های رسی موجود در کشور تنها مواردی که از میزان اکسید آلومینیم بالایی برخوردارند و آنالیز شیمیایی شان احتمال کمتری برای حضور کوارتز را نشان می دهد، در نظر گرفته شوند. در ادامه به معرفی این گروه از مواد و شرکت های تامین کننده آنها می پردازیم.

۱- رس ها و فلدسپار

۱-۱- شرکت کانی فراور توس

شرکت کانی فراور توس در سال ۱۳۸۲ توسط جمعی از بهره برداران معادن استان خراسان با هدف تامین مواد اولیه صنایع سرامیک تاسیس و با در اختیار گرفتن معدن خاک نسوز گناباد تولید انواع خاک های کائولینیتی را آغاز نمود. وجود معدن یاد شده که یکی از قدیمی ترین معادن کائولین کشور در شهرستان گناباد است باعث شده که این منطقه از دیرباز به عنوان منطقه ای برای تولید سفال و سرامیک شناخته شود. اولین بهره بردار رسمی معدن خاک نسوز گناباد، شرکت سهامی سیمان شرق بود که فعالیت خود را در این معدن از سال ۱۳۳۹ آغاز و این مسئولیت را در سال ۱۳۶۵ به شرکت منطقه ای معادن خراسان واگذار نموده است. در جدول (۱) آنالیز شیمیایی و برخی از مشخصات کاربردی آمده است.

جدول (۱) - آنالیز شیمیایی و برخی از مشخصات کاربردی خاک رس

		KT2	GBBT	GBBTs	GBN	GBIT	GRW2	GAW2g	GAW2w	GBNp	GBB	GAB0
خواص شیمیایی	SiO ₂	۶۹/۴۷	۷۲/۷۷	۸۰/۳۵	۷۴/۶۸	۷۰/۲۴	۶۷/۶۶	۷۵/۰۹	۷۸/۷۷	۷۶/۸۹	۷۰/۳۴	۶۳
	Al ₂ O ₃	۲۰/۸۳	۱۷/۳۱	۱۳/۴۲	۱۵/۰۲	۱۸/۳۴	۲۰/۲۸	۱۵/۲۸	۱۴/۴۸	۱۳/۵۵	۱۶/۷۷	۲۲/۹
	Fe ₂ O ₃	۱/۰۲	۰/۳۷	۰/۳۱	۰/۸۲	۰/۸۹	۰/۱۵	۰/۶۵	۰/۲۵	۱/۱۷	۲/۷۵	۴/۸۹
	TiO ₂	۰/۱۷	۰/۴۹	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۹۵	۰/۲	۱/۰۸	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۴۹	۰/۵
	MgO	۰/۴۵	۰/۰۷	۰	۰/۱۹	۰	۰	۰/۰۸	۰	۰/۲۹	۰/۶	۰/۰۱
	CaO	۰/۲۸	۰/۳۷	۰/۱۱	۰/۲۳	۰/۳۷	۰/۰۵	۰/۵۶	۰/۱۵	۰/۳	۰/۴	۰/۱۱
	Na ₂ O	۰/۴۱	۰/۰۵	۰	۰/۱۳	۰	۰	۰/۲۷	۰	۰/۱۷	۰/۶۴	۰/۲۳
	K ₂ O	۱/۳۵	۰/۲۷	۰/۱۹	۱/۵۹	۰/۱۱	۰/۳۸	۰/۰۷	۰	۲/۰۷	۲/۸۴	۰/۳۵
	L.O.I	۵/۴۸	۷/۲۷	۵/۴۹	۶/۴۸	۷/۹۲	۹/۴۸	۶/۴۲	۵/۹۳	۵/۳۸	۴/۲۷	۷/۴۴
خواص فیزیکی	کوچکترین اندازه ذره (mm)	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰
	دانسیته (gr/ml)	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۳۲	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۲۸	۱/۴۴
	ویسکوزیته	۲۵	۱۵	۱۲	۲۵	۱۱	۱۱	۴۰	۱/۱	۴۰	۲۰	۱۴
	مقدار باقیمانده (%)(۶۳۰.۰۰۲۳۰)	۹/۳	۹/۸	۶/۱	۹/۵	۶/۵	۹/۷	۸/۳	۱۳	۸/۸	۴/۲	۶/۳
	MOR خام (Kg/cm ²)	۷۰	۳۸	۲۰	۴۰	۲۵	۱۰	۴۰	۳۵	۵۰	۶۰	۳۰
	انقباض بعد از پخت (درصد) در دمای ۱۲۰۰	۱	۱	۰	۱/۵	۱/۸	۰/۷	۱	۰	۱/۹	۳/۱۹	۲
	درصد جذب آب	۷/۱	۱۷	۲۰/۱۷	۱۲/۳	۱۷/۷	۲۴	۱۷/۵	۱۸	۹/۱	۷/۸	۱۴/۷
	رنگ بعد از پخت	سفید	سفید	سفید	سفید	سفید	سفید	سفید	سفید	صورتی	قرمز	قرمز
	L=	۹۲/۳	۹۰	۹۴	۸۳/۷	۹۰	۹۳/۵	۸۸	۹۴/۲	۸۱/۲	۶۷/۵	۶۲/۴
	a=	-۱/۶	۰/۸	-۱/۷	۲/۷	-۰/۶	-۱/۶	۰/۹	-۱/۶	۳/۵	۹/۱	۹/۶
	b=	۱۲/۵	۸/۴	۷/۱	۱۲/۹	۱۱/۶	۵/۵	۱۴/۵	۷/۵	۱۶/۸	۲۵/۴	۱۷/۵

نتایج آنالیز شیمیایی نشان می دهد که تقریباً هیچ یک از خاک ها از میزان اکسید آلومینیم بالایی برخوردار نیستند. لازم به گفتن است که خاک های رسی برای تهیه بدنه مورد نظر مناسب بشمار می روند که حداقل دارای ۲۵٪ وزنی اکسید آلومینیم باشد.

موقعیت جغرافی معدن: خراسان رضوی، گناباد، کیلومتر ۱۲ جاده گناباد به بجستان

۱-۲- کائولن و خاک های نسوز خراسان

شرکت سهامی خاص کائولن خراسان نزدیک به ۳ دهه پیش با هدف تولید کائولن فرآوری شده برای مصرف در صنایع کاغذ کشور توسط کشور آلمان تاسیس شد. این شرکت فعالیت تولیدی خود را با ظرفیت اسمی سالانه ۲۰۰۰۰ تن در سال ۱۳۷۶ آغاز نمود. این شرکت از سال ۱۳۸۱ توانسته است خاک کائولن تولید شده خود را به صنایع سرامیک کشور معرفی نماید. جدول (۲) برخی از مشخصات شیمیایی و فیزیکی محصولات این شرکت را نشان می دهد.

موقعیت جغرافی معادن شرکت: این شرکت دارای معادن مختلف میباشد که مهمترین آنها معدن کائولن بهارستان در شهرستان سبزوار با ذخیره قطعی ۱,۲۰۰,۰۰۰ تن بوده که بدلیل ویژگیهایی همچون پلاستیسیته بالا، میزان کائولینیت مناسب و سفیدی پخت مطلوب تامین کننده اصلی مواد اولیه موردنیاز کارخانه بحساب می آید.

معدن نخبر یکی دیگر از معادن متعلق به کائولین خراسان در شهرستان سبزوار میباشد که با ذخیره قطعی ۹۵۰,۰۰۰ تن میباشد و بدلیل ویژگیهای خاصی همچون سفیدی خام بسیار بالا و سایش پائین نقش اصلی را در تولید محصولات موردنیاز صنایع کاغذ و رنگ ایفا می نماید.

جدول (۲)- آنالیز شیمیایی، مینرالی و برخی از ویژگی های محصولات شرکت کائولن خراسان

	Sampling point	KCC	KCC-Z	KCR	KCP2
آنالیز شیمیایی (درصد جرمی)	SiO ₂	۶۵±۱	۶۲±۱	۶۹±۱	۶۱±۱
	Al ₂ O ₃	۲۴±۰/۵	۲۷±۱	۲۱±۰/۵	۲۹±۱
	Fe ₂ O ₃	< ۰/۳	< ۰/۲۸	۰/۳۵	۰/۲۸
	TiO ₂	< ۰/۲	< ۰/۱۸	< ۰/۲	< ۰/۲
	CaO	< ۰/۳	< ۰/۳	< ۰/۶	< ۰/۲
	MgO	< ۰/۱۵	< ۰/۱۵	< ۰/۲	< ۰/۱
	K ₂ O	۲/۵±۰/۵	۱/۵±۰/۵	۳±۰/۵	۳±۰/۵
	Na ₂ O	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۳	< ۰/۲
	SO ₃	Trace	Trace	Trace	Trace
	LOI	۴±۱	۵±۰/۵	۵±۰/۵	۶±۰/۵
ترکیب مینرالوژیکی (درصد)	کائولینیت	*	*	*	*
	فلدسپار	-	-	-	-
	کوارتز	*	*	*	*
	میکا (سفید)	-	-	*	*
	پیروفیلیت	*	*	*	*
M.O.R (kgf/cm ²)	خام (خشک شده در دمای ۱۱۰°C)	۱۳±۲	۱۴±۱	۱۲±۲	-
				-	-
انقباض	خام (خشک شده در دمای ۱۱۰°C)	۴/۵±۱	۵±۱	۴	۴
	در دمای ۱۲۰۰ °C	۱۴±۱	۱۵±۱	۱۲±۱	۱۳±۱
درصد جذب آب	در دمای ۱۲۰۰ °C	۱۵±۱	۱۷±۱	۱۱±۱	۱۰±۱

pH		۷/۵	۷/۵	۸	۴۲
پلاستیسیته	ففرکورن	۲۷±۱	۳۰±۱	۲۸±۱	
	درصد آب پلاستیک	۲۶±۱	۲۸±۱	۲۷±۱	۷.۵
آزمون رنگ (در دمای °C ۱۲۰۰)	L	۹۲±۱	۹۶±۱	۹۱±۱	۲۸±۱
	A	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۹۶	۲۷±۱
	B	۳/۱	۲/۵	۳/۱	۹۳
توزیع اندازه ذره	بالای ۲۰ میکرون	۱	۰/۵	۱۴	۱
	زیر ۱۰ میکرون	۸۰	۹۱	۶۰	۹۰
	زیر ۲ میکرون	۳۰	۴۰	۱۵	۵۰
W.G شدن با دفلوکوله	Drain time(sec) Ø=4mm, v=100cc	۴۰	۴۰	۴۰	-
سایر ویژگی ها	درصد رطوبت (رشته)	۱۰	۱۶۰۰	۱۶۵۰	۱۵۶۰
	درصد رطوبت (پودر)	۱	۱۰	۱۰	۱۰
	gr/lit دانسیته دوغاب	۱۶۲۰	۱	۱	۱

	Sampling point	KCM2
آنالیز شیمیایی (درصد جرمی)	SiO2	۷۰±۱
	Al2O3	۲۰±۱
	Fe2O3	< ۰/۳
	TiO2	< ۰/۳
	CaO	۰/۲
	MgO	۰/۱
	K2O	۱/۶
	Na2O	۰/۲۲
	SO3	Trace
	LOI	۴±۰/۵
ترکیب مینرالوژیکی (درصد)	کائولینیت	*
	فلدسپار	-
	کوارتز	*
	میکا (سفید)	-
	پیروفیلیت	*
M.O.R (kgf/cm2)	خام (خشک شده در °C ۱۱۰)	-
		-
انقباض	خام (خشک شده در °C ۱۱۰)	-
	در °C ۱۲۰۰	-
درصد جذب آب	در °C ۱۲۰۰	۱۸±۱

pH	-	-
پلاستیسیته	ففرکون	-
	درصد آب پلاستیک	-
آزمون رنگ (در دمای °C ۱۲۰۰)	Iso brightness	۸۰±۲
	زردی	۶±۱
توزیع اندازه ذره	بالای ۲۰ میکرون	
	زیر ۱۰ میکرون	
	زیر ۲ میکرون	
دفلوکوله شدن با W.G	Drain time Ø=4mm, v=100cc	-
سایر ویژگی ها	دانسیته دوغاب gr/lit	-
	درصد رطوبت (رشته)	-
	درصد رطوبت (پودر)	۱

با توجه به آنچه قبلاً گفته شد از میان خاک های شرکت کائولین خراسان دو خاک KCP2 و KCC-Z از میزان اکسید آلومینیم مناسب برخوردارند و می توانند شرایط لازم برای تهیه بدنه هایی شکل پذیر و دارای ضریب انبساط حرارتی کم را مهیا نمایند.

۱-۳- خاک چینی ایران

شرکت صنایع خاک چینی ایران در سال ۱۳۶۴ با هدف فرآوری انواع کائولن ، فلدسپار سدیم و پتاسیم و سیلیس تاسیس و در سال ۱۳۷۲ بهره برداری از آن آغاز گردید. این شرکت تولید کننده و صادر کننده انواع کائولن به صورت خرد شده، شسته شده میکرونیزه و نودل (رشته ای) می باشد. براساس اطلاعات موجود، محصولات این شرکت در تولید انواع ظروف چینی ظروف و بهداشتی، انواع کاشی، مقره، و بسیاری از محصولات دیگر به کار می رود. بر اساس ادعای شرکت مذکور، ظرفیت تولید کائولن فرآوری شده این شرکت در سال، بالغ بر ۱۴۰ هزار تن بوده و کائولن خشک فرآوری نشده این شرکت ظرفیت ۲۶۰ هزار تنی را به خود اختصاص داده است. این شرکت با صادرات به کشورهای امارات، سوریه، بنگلادش و پاکستان، عنوان بزرگترین صادرکننده خاک چینی را نیز به خود اختصاص داده است.

به نظر می رسد از میان انواع کائولن های فرآوری شده، کائولن هایی که با کدهای GZWNK و ESZWNK1 مشخص شده اند به دلیل برخورداری از میزان اکسید آلومینیم بیشتر و در نتیجه پلاستیسیته بیشتر برای پروژه حاضر مناسب تر باشند.

موقعیت جغرافی معدن: کائولن های فرآوری شده از معدن کائولن زنوز با ذخیره قطعی ۶۰ میلیون تن و ذخیره احتمالی یکصد میلیون تن و با استخراج سالیانه بیش از یک میلیون و صد هزار تن بزرگترین معدن کائولن خاورمیانه می باشد که قدمت آن به سال ۱۳۳۳ هجری شمسی برمی گردد. این معدن با مساحت بیش از ۱۴۰ کیلومتر مربع در استان آذربایجان شرقی و در ۲۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان مرند واقع شده است. روش استخراج این معدن به صورت روباز پلکانی و در قالب طرح جامع که با قویترین نرم افزارهای معدن

طراحی شده است صورت می گیرد. در حال حاضر حدود ۱۴ هزار متر حفاری در قالب ۸۸ گمانه در معدن کائولن زنوز انجام گرفته و این عملیات همچنان ادامه دارد.

جدول ۳- کائولن با کد ESZWNK1

کاربردها		خواص فنی		توزیع دانه بندی٪		آنالیز مینرالی٪		آنالیز شیمیایی	
چینی مظروف-بدنه	***	۵±۲۷	استحکام خمشی	۰	>۱۵۰μ	۲±۶۸	کائولونیت	۱±۹	L.O.I
چینی مظروف-لعب	**	۱±۳۱	پلاستیسیته ففرکون	<۰/۵	>۴۰μ	۲±۲۳	کوارتز	۱±۶۱	SiO2
کاشی-بدنه	-	۲±۹۲	سفیدی پخت	۱±۹۹	<۲۰μ	۲/۰±۵/۵	کلسیت	۱±۲۵	Al2O3
کاشی-لعب و انگوب	**	۰±۵/۵	انقباض خشک	۳±۴۷	<۲μ	-	فلدسپار	۰/۰±۵۵/۱	Fe2O3
چینی بهداشتی-بدنه	-	۳/۰±۵/۵	انقباض پخت			۱±۶	سایر	۰/۰±۰۴/۱	TiO2
چینی بهداشتی- لعب	**	رشته ای	شکل فیزیکی					۱/۰±۲/۲	CaO
چینی الکتریکی	*	۲±۱۰	رطوبت					۰/۰±۵۵/۱	MgO
کاشی پرسلائی-بدنه	-	کیسه ۱ تنی	بسته بندی					۰/۰±۴/۱	Na2O
سیمان سفید	-							۰/۰±۳/۱	K2O
پرکننده در چسب کاشی و بتن	-							Trace	Sulfur
بتن سبک اتوکلاوگازی	-								
آجرنما	-								

جدول ۴- کائولن با کد GZWKN

کاربردها		خواص فنی		توزیع دانه بندی٪		آنالیز مینرالی٪		آنالیز شیمیایی	
چینی مظروف- بدنه	**	۲±۱۸	استحکام خمشی	۰	>۱۵۰μ	۲±۶۹	کائولونیت	۱±۹	L.O.I
چینی مظروف- لعب	***	۱±۳۱	پلاستیسیته ففرکون	<۰/۵	>۴۰μ	۲±۲۳	کوارتز	۱±۶۱	SiO2
کاشی-بدنه	-	۲±۹۷	سفیدی پخت	۱±۹۹	<۲۰μ	۰±۲/۵	کلسیت	۱±۲۶	Al2O3
کاشی-لعب و انگوب	***	۴/۰±۵/۵	انقباض خشک	۳±۴۷	<۲μ	-	فلدسپار	۰/۰±۳۵/۱	Fe2O3

TiO ₂	۰/۰±۰۴/۱	سایر	۱±۶		انقباض پخت	۳/۰±۵/۵	*	چینی بهداشتی- بدنه
CaO	۰/۰±۸/۲				شکل فیزیکی	رشته ای	**	چینی بهداشتی- لعاب
MgO	۰/۰±۳/۱				رطوبت	۲±۱۰	*	چینی الکتریکی
Na ₂ O	۰/۰±۴/۱				بسته بندی	کیسه ۱ تنی	-	کاشی پرسلانی- بدنه
K ₂ O	۰/۰±۳/۱						-	سیمان سفید
Sulfur	Trace						-	پرکننده در چسب کاشی و بتن
							-	بتن سبک اتوکلاوگازی
							-	آجرنما

۴-۱- خاک استقلال آباده

خاک استقلال آباده، بزرگترین معدن روباز خاک نسوز خاورمیانه، با تولید روزانه حدود ۶ هزار تن خاک نسوز، در استان فارس قرار دارد. مساحت معدن حدود ۲ هزار و ۳۰۰ هکتار است و بزرگترین معدن روباز خاک نسوز کشور و خاورمیانه است که به دلیل کیفیت و تنوع خاک در جهان کم نظیر است.

تاریخچه اکتشاف این معدن به حدود سال ۱۳۴۰ بر می گردد. این معدن از سال ۱۳۷۹ در اختیار مردم شهر و شهرداری قرار گرفته است و عمده سهامدار آن شهرداری است که حدود ۷۲ درصد سهام آن را در اختیار دارد. ویژگی این خاک درجه نسوزندگی بالا تا ۱۷۴۰ درجه سانتیگراد است. معدن استقلال با ظرفیت قطعی ۸۰ تا ۳۰۰ میلیون تن و اشتغال مستقیم و غیرمستقیم بیش از هزار نفر، خاک مورد نیاز حدود ۱۵۰ کارخانه کشور را تامین می کند.

موقعیت جغرافی معدن: معدن خاک نسوز استقلال آباده در فاصله ۲۸۵ کیلومتری شیراز و ۱۰ کیلومتری شمال شرقی شهر آباده قرار دارد.

در ادامه به برخی از ویژگی های شیمیایی و فیزیکی این خاک می پردازیم.

جدول ۵- آنالیز شیمیایی و برخی مشخصات فیزیکی خاک نسوز استقلال یک

خاک ها	T.E.C(a40-۵۰۰)	دیگردازی (c o)	pH	PI(atterberg)	L.O.I	So3	K2O	Na2O	CaO+Mg _o	Fe2O3	TiO2	Al2O3	SiO2
SPV1	۴/۸۱۱×۱۰ ^{-۸}	۱۷۰۰-۱۷۱۰	۶/۵-۸/۶	۱۵-۱۸	۵/۵-۶/۵	≤۰/۵	≤۲/۵	≤۱/۵	≤۱	≤۱	≤۱/۵	۲۹-۳۱	۵۵-۶۳
SP100	۵/۲۱×۱۰ ^{-۶}	۱۶۸۰-۱۷۰۰	۶/۵-۸/۶	۱۵-۱۷	۵/۵-۷/۵	≤۰/۵	≤۲/۵	≤۱/۵	≤۱	۱-۲	≤۱/۵	۲۹-۳۱	۵۵-۶۳

SPF	$4/29 \times 10^{-6}$	۱۷۰۰	۶/۵-۸/۶	۱۵-۱۷	۵/۵-۷/۵	$\leq 0/5$	≤ 2	≤ 1	≤ 1	۱-۱/۵	$\leq 1/5$	۲۹-۳۱	۵۵-۶۳
SPH	$4/29 \times 10^{-6}$	۱۷۰۰	۶/۵-۸/۶	۱۵-۱۷	۵/۵-۷/۵	$\leq 0/5$	≤ 2	≤ 1	≤ 1	۱-۱/۵	$\leq 1/5$	۲۹-۳۱	۵۵-۶۳

با توجه به مشخصات خاک های نام برده، به نظر می رسد از میان آنها خاک های SPF ، SP100 ، SPV1 و SPH دارای ویژگی های لازم برای استفاده در ترکیبات بدنه های کوردیریتی باشند. عامل اصلی برای نامناسب بودن خاک های دیگر موجود در این جدول حضور مقادیر زیاد اکسید آهن در آنالیز شیمیایی آنها است که تشکیل ناخواسته برخی از فازهای آهن دار و کاهش رواداری ابعادی قطعات پخته شده و نیز کاهش شدید دمای پخت را موجب می شود. کاهش رواداری ابعادی قطعات می تواند به کج و معوج شدن بدنه ها در هنگام پخت منجر شود. همچنین، کاهش دمای لازم برای پخت می تواند آنچنان باشد که آن را به زیر محدوده دمای ترمودینامیکی تشکیل کوردیریت کاهش دهد. لازم به ذکر است که خاک های انتخاب شده از این شرکت از پلاستیسیته خوبی برخوردارند و می توانند به شکل دهی ترکیب حاوی آنها در هنگام اکستروژن کردن بسیار کمک نمایند.

۱-۵- سوراوجین عقیق

شرکت معدنی و صنعتی سوراوجین عقیق در سال ۱۳۸۲ با سرمایه گذاری بخش خصوصی و با هدف تولید، فرآوری و عرضه مواد معدنی با کیفیت برای مصرف در صنعت کاشی و سرامیک و صنایع نسوز تحت شماره ۲۰۴۳۹۸ در تهران به ثبت رسید.

واحدهای تولیدی شرکت مشتمل بر استخراج معادن، خردایش، دانه بندی و هموژن سازی و فرموله کردن خاک ها در دو استان قزوین در ۴۰ کیلومتری جنوب تاکستان و استان خراسان جنوبی در ۱۱۰ کیلومتری جاده قدیم طبس به یزد واقع گردیده اند. ظرفیت تولید کنونی شرکت برای انواع بالکلی، فلدسپار، کائولن و انواع خاک های نسوز به صورت کلوخه معدنی، دانه بندی، پودر و فرآوری شده سالانه بالغ بر ۷۵۰،۰۰۰ تن می باشد. تولیدات شرکت در حال حاضر در پنج گروه کارخانجات تولید آجر و جرم های نسوز شاموتی و آلومینایی، کاشی و سرامیک، چینی بهداشتی، آجر نسوز عایق و آجر نسوز نما مصرف می گردد. علاوه بر آن، تامین و عرضه کائولن با خلوص بسیار بالا و بالکلی ویژه جهت صنایع لعاب و بدنه های پرتلان و نیز انواع شاموت در دانه بندی های مختلف برای مصارف صنایع نسوز از فعالیت های جدید واحد فروش شرکت می باشد.

توجه به آنالیز شیمیایی و مشخصات فیزیکی این خاک ها، که در جدول (۱۳-۴) به آنها اشاره شده است، نشان می دهد که شاید بتوان از تمامی آنها به استثنای خاک های بوکسیتی سود جست.

جدول ۶- مواد خام برای صنعت نسوز

مواد خام برای صنعت نسوز					
کد	ARB-10	ARB-30	ARB-70	ARB-80	ARB-100
رسهای نسوز پلاستیکی					
آنالیز شیمیایی					
SiO ₂	۱±۴۶	۱±۳۸	۵۴-۵۵	۱±۵۱	۴۲
Al ₂ O ₃	۱±۲۷	۱±۲۶	>۲۴	۱±۲۸	۱±۳۳
Fe ₂ O ₃	<۱/۵	۱/۵	<۲	<۲	<۲
TiO ₂	<۱/۵	۱	۱/۵	۱/۵	۱/۵
CaO	<۰/۵	۰/۵	۰/۴	<۰/۴	<۰/۴
MgO	-	-	-	-	-
K ₂ O+Na ₂ O	<۲	۲/۵	۲	<۲	<۱
SO ₃	-	-	-	-	-
L.O.I	۱۸-۲۰	<۳۰	۱۴-۱۵	۱±۱۳	۱۶
نوع	رس نسوز پلاستیک				
مینرالوژی	کوارتز، کائولن				
نسوز بودن	+۲۸	-	+۲۹	۳۰	+۳۱
کاربرد	صنعت نسوز	آجرهای نسوز عایق	چسب عایق	چسب عایق	چسب عایق
معدن	طیس/رابطخان				
سایز	مش ۲۰۰<۱۴۰ پودر/میلیمتر ۱۰-۳۰ /۰-۲۵۰				

جدول ۷- مواد خام برای لوازم بهداشتی

مواد خام برای لوازم بهداشتی		
کد	AC-50	AC-35
آنالیزهای شیمیایی		
SiO ₂	۶۷-۶۵	۶۶-۶۸
Al ₂ O ₃	۲۱-۱۹	۱۹-۲۱

Fe2O3	<۲	<۱/۸
TiO2	<۱	<۱
CaO	<۰/۵	<۰/۵
MgO	<۰/۵	<۰/۵
K2O	۱/۲-۵/۵	۱/۵-۲/۵
Na2O	<۱	<۱
SO3	<۰/۸	<۰/۸
L.O.I	۱±۶	۱±۶
خواص فیزیکی در دمای ۱۱۹۰ درجه سانتیگراد		
استحکام خشک Kg/cm ²	۴۲-۳۸	۳۵-۲۸
انقباض خشک	۴/۶۹	۴/۸۴
انقباض پخت	۱۰/۲۳	۱۰/۷۶
استحکام پخت Kg/cm ²	۶۴۴	۷۸۰
جذب آب	۱/۱	۰/۰۵
رنگ پخت	کرم تیره	کرم
معادن	طیس/باطخان	
سایز	پودر/میلیمتر ۱۰-۰/۳۰	
بسته بندی	بالک/ کیسه بزرگ	

جدول ۸- مواد خام برای انگوبها

مواد خام برای انگوبها	
کد	ACE
بالکلی	
آنالیزهای شیمیایی	
SiO2	۶۰±۱
Al2O3	۲۵/۵±۱
Fe2O3	<۰/۸
TiO2	<۱
CaO	<۰/۳

MgO	<۰/۶			
K2O	<۱/۲			
Na2O	<۰/۵			
SO3	-			
L.O.I	۹-۱۰			
خواص فیزیکی				
استحکام خشک Kg/cm ²	۲۵			
انقباض در ۱۱۷۰ °C	٪۳-۴			
رنگ	در ۱۱۸۰ °C b=۱±۱۵ a=۳±۰/۳ L= ۸۲/۵±۱`۶۵/			
خواص حرارتی(دیلاتومتری) a × ۱۰ ^{-۷}				
	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰
۶۵ دقیقه در ۱۱۸۰ درجه سانتیگراد	۶۲	۶۶	۷۱	۸۶
۴۸ دقیقه در ۱۱۳۵ درجه سانتیگراد	۶۰	۶۴	۶۹	۸۶
کاربرد	انگوبها			
سایز	پودر ۰-۱۰ mm ۰-۳۰ mm			
بسته بندی	بالک - کیسه بزرگ			
محل	طبس - رباطخان			

جدول ۹- مواد خام برای صنعت نسوز

مواد خام برای صنعت نسوز	
کد	A-SEM-R
پخت رس	
آنالیزهای شیمیایی	
SiO2	۴۵-۴۶
Al2O3	۳۶-۳۷
Fe2O3	<۲
TiO2	۱/۵

CaO	۰/۲۵
MgO	۰/۵
Na ₂ O + K ₂ O	<۰/۷
SO ₃	۰/۱
L.O.I	۱۳-۱۴
نوع	رس سخت نسوز
مینرولوژی	کائولونیت، آاناتاز، کوارتز
نسوز بودن	+۳۴
کاربرد	شاموت
بسته بندی	کیسه بزرگ
مکان	بر طبق سفارش مشتری
سایز بندی	۱۲-۰ mm

جدول ۱۰- مواد خام برای بدنه های پرسیان و لوازم بهداشتی

مواد خام برای بدنه های پرسیان و لوازم بهداشتی	
کد	A-SEM-۱۰
کائولین	
آنالیزهای شیمیایی	
SiO ₂	۴۵-۴۶
Al ₂ O ₃	۳۶-۳۷
Fe ₂ O ₃	۱/۸
TiO ₂	۱/۵
CaO	<۰/۲۵
MgO	<۰/۵
Na ₂ O + K ₂ O	<۰/۷
SO ₃	۰/۱
L.O.I	۱۳-۱۴
مینرالوژی	کوارتز، آاناتاز، کائولینیت
خواص فیزیکی	
استحکام خشک Kg/cm ²	۱۷-۱۹

خواص حرارتی (دیلاتومتری) $a \times 10^{-7}$				
	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۳۰۰
۶۰ دقیقه در ۱۱۵۶ درجه سانتیگراد	۴۱/۶۰	۴۲/۲۶	۴۲/۹۲	۴۳-۵۹
۶۰ دقیقه در ۱۱۹۵ درجه سانتیگراد	۴۲/۰۲	۴۲/۵۷	۴۳/۱۴	۴۳/۷۷
رنگ	در ۱۱۹۰ درجه سانتیگراد $a=0.7$ $L=70-75$ $b=5/42$			
کاربرد	بدنه های پرسلان، لوازم بهداشتی			
سایز	۱۲-۰ mm			
بسته بندی	بالک - کیسه بزرگ			
محل	طبق سفارش مشتری			

جدول ۱۱- مواد خام برای بدنه های پرسلان و لوازم بهداشتی

مواد خام برای بدنه های پرسلان و لوازم بهداشتی	
کد	A-SEM-20
کاتولین	
آنالیزهای شیمیایی	
SiO2	۴۴-۴۵
Al2O3	۳۷-۳۸
Fe2O3	<0.7
TiO2	۱/۶
CaO	<0.3
MgO	<0.7
Na2O + K2O	<0.3
SO3	0.12
L.O.I	۱۳-۱۴
مینرالوژی	کوارتز، آنتاز، کائولینیت
خواص فیزیکی	

استحکام خشک	۱۷-۱۹			
Kg/cm ²				
خواص حرارتی(دیلاتومتری) $a \times 10^{-۷}$				
	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰
۶۰ دقیقه در ۱۱۵۶ درجه سانتیگراد	۴۲/۲۲	۴۲/۵۹	۴۳/۰۷	۴۳/۶۶
۶۰ دقیقه در ۱۱۹۵ درجه سانتیگراد	۴۰/۳۰	۴۱/۱۴	۴۱/۸۴	-
رنگ	در ۱۱۶۰ درجه سانتیگراد $b=۹/۶$ $a=۱/۸$ $L=۸۹$			
کاربرد	بدنه های پرسلان، لوازم بهداشتی			
سایز	۴۰ cm - پودر			
بسته بندی	بالک - کیسه بزرگ			
محل	طبق سفارش مشتری			

جدول ۱۲- مواد خام برای بدنه های پرسیان و لوازم بهداشتی

مواد خام برای بدنه های پرسیان و لوازم بهداشتی	
کد	A-SEM-R
پخت رس	
آنالیزهای شیمیایی	
SiO2	۴۵-۴۶
Al2O3	۳۶-۳۷
Fe2O3	<۲
TiO2	۱/۵
CaO	۰/۲۵
MgO	۰/۵
Na2O + K2O	<۰/۷
SO3	۰/۱
L.O.I	۱۳-۱۴
مینرالوزی	کوارتز، آناز، کائولینیت
کاربرد	شاموت
نسوز بودن	+۳۴

سایز	۱۲-۰ mm
بسته بندی	کیسه بزرگ
محل	طبق سفارش مشتری
نوع	رس سخت نسوز

جدول ۱۳- مواد خام برای صنعت نسوز

مواد خام برای صنعت نسوز			
کد	بوکسیت-۵۰	بوکسیت-۵۵	بوکسیت-۶۰
گرید بوکسیت نسوز			
آنالیزهای شیمیایی			
SiO ₂	۳۰±۱/۵	۲۳±۱/۵	۱۸±۲
Al ₂ O ₃	۵۰±۱/۵	۵۵±۱/۵	۶۰±۲
Fe ₂ O ₃	<۲	<۲	<۲
TiO ₂	۵/۵±۰/۵	۵/۵±۰/۵	۵/۵±۰/۵
CaO	<۰/۵	<۰/۵	<۰/۵
MgO	<۰/۵	<۰/۵	-
Na ₂ O + K ₂ O	<۱	<۱	<۱
SO ₃	۰/۱۲		
L.O.I	۱۲-۱۳	۱۲-۱۳	۱۲-۱۳
مینرالوژی	دیاسپور، بوهمیت، کانولینیت، کوارتز، روتیل		
نسوز بودن	+۳۴	+۳۴	+۳۴
کاربرد	آجرهای نسوز		
سایز	۲۵۰-۰ mm		
محل	طیس، رباطخان		

جدول ۱۴- مواد خام برای صنعت نسوز

مواد خام برای صنعت نسوز			
کد	CT-55	CT-60	CT-65
بوکسیت کلسینه شده			

آنالیزهای شیمیایی			
SiO ₂	۳۳/۵±۱	۲۶±۲	۲۰±۲
Al ₂ O ₃	۵۵±۱/۵	۶۰±۲	۶۵±۲
Fe ₂ O ₃	۲/۶±۰/۲	۲/۵±۰/۲	۲/۵±۰/۲
TiO ₂	۵/۵±۶/۵	۶/۲±۶/۷	۵/۵±۶/۵
CaO	<۰/۶	<۰/۶	<۰/۶
MgO	<۰/۶	<۰/۶	<۰/۶
Na ₂ O + K ₂ O	<۱/۲	<۱/۲	<۱/۲
دانسیتته بالک	۲/۶-۲/۷	۲/۶۵-۲/۷۵	۲/۷-۲/۸
L.O.I	<۰/۱۵	<۰/۱۵	<۰/۱۵
درصد جذب آب	۲/۵-۳	۲/۵-۳	۲/۵
بسته بندی	بالک- کیسه بزرگ		
کاربرد	محصولات نسوز		
سایز	۳۰-۰ / ۴/۲-۸/۴ / ۲/۱-۴/۲ / ۰/۶ / <۰/۱ / <۰/۶ mm		
محل	تهران		

جدول ۱۵- مواد خام برای لوازم بهداشتی

مواد خام برای لوازم بهداشتی	
کد	U1
بالکلی	
آنالیزهای شیمیایی	
SiO ₂	۷۰±۱
Al ₂ O ₃	۱۸±۱
Fe ₂ O ₃	<۱
TiO ₂	<۱
CaO	<۰/۵
MgO	<۰/۵
Na ₂ O	۱/۵-۲/۵
K ₂ O	<۱
SO ₃	<۰/۸

L.O.I	۶±۱
خواص فیزیکی در دمای پخت ۱۱۹۰ درجه سانتیگراد	
استحکام خشک	۲۲-۲۸
انقباض خشک	۴/۴۷
انقباض پخت	۱۲/۴۵
استحکام پخت	۴۵۹
جذب آب	۵/۵۱
رنگ پخت	کرم روشن
محل	طبس / رباطخان
سایز	پودر / mm ۱۰-۰ mm ۳۰-۰
بسته بندی	بالک / کیسه بزرگ

۶-۱- هلدینگ معدنی فلات آسیا

هلدینگ معدنی فلات آسیا با محوریت تولیدات معدنی در زمینه تامین مواد اولیه معدنی و صنعتی فعالیت می کند. همچنین صادرات و واردات موارد مذکور به همراه مصالح ساختمانی در سبد خدمات هلدینگ قرار دارد. در جدول ۱۶ آنالیز شیمیایی برخی از انواع خاک های این شرکت نشان داده شده است.

جدول ۱۶- آنالیز شیمیایی انواع خاک های شرکت هلدینگ معدنی فلات آسیا

% نمونه	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	L.O.I
بالکلی نوع ۱	۵۸/۹۶	۲۵/۹۵	۳/۶۹	۱/۴۴	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۹۸	۱/۹۲	۰/۰۸	۶/۳۳
بالکلی نوع ۲	۵۴/۵	۲۵/۶۸	۵-۷	۱/۰۴	۰/۳۸	۰/۲۶	۰/۸۷	۲/۰۷	۰/۱۸	۷/۲۷
بالکلی نوع ۳	۵۳/۱۶	۲۶/۰۴	۸-۱۰	۰/۸۸	۰/۷	۰/۲۷	۰/۸۸	۲/۱۴	۰/۲	۷/۵۱
بالکلی نوع ۴	۵۱/۵۶	۲۴/۳۷	۱۱-۱۳	۱/۲۵	۰/۱۷	۰/۲۶	۰/۹۸	۲/۱۱	۰/۳	۷/۲۸
بالکلی نوع SFA	۵۶/۳۷	۳۰/۴۹	۰/۹	۱/۲۲	۰/۲۳	۰/۱۹	۱/۶۱	۲/۰۵	۰/۱	۶/۷۷
بالکلی نوع SFB	۵۹/۰۸	۲۶/۹۵	۱/۸۳	۱/۴۴	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۹۸	۱/۹۲	۰/۰۸	۶/۳۳
بالکلی نوع SFC	۵۷/۰۹	۲۷/۴۴	۲/۷۵	۱/۱۸	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۹۹	۲/۲۹	۰/۰۵	۶/۶۸

❖ معدن آباده

جدول ۱۷- مشخصات معدن آباده

نام معدن	استان	موقعیت جغرافیایی	شروع فعالیت	ذخیره قطعی معدن	ماه های فعال سال
آباده	فارس	آباده	۱۳۹۰	۴ میلیون تن	۱۲ ماه

جدول ۱۸- آنالیز شیمیایی انواع خاک های معدن آباده

% نمونه	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	L.O.I
بالکلی تیپ ۱	۵۸/۹۶	۲۵/۹۵	۳/۶۹	۱/۴۴	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۹۸	۱/۹۲	۰/۰۸	۶/۳۳
بالکلی تیپ ۲	۵۴/۵	۲۵/۶۸	۷-۵	۱/۰۴	۰/۳۸	۰/۲۶	۰/۸۷	۲/۰۷	۰/۱۸	۷/۲۷
بالکلی تیپ ۳	۵۳/۱۶	۲۶/۰۴	۱۰-۸	۰/۸۸	۰/۷	۰/۲۷	۰/۸۸	۲/۱۴	۰/۲	۷/۵۱
بالکلی تیپ ۴	۵۱/۵۶	۳۷-۲۴	۱۳-۱۱	۱/۲۵	۰/۱۷	۰/۲۶	۰/۹۸	۲/۱۱	۰/۳	۷/۲۸
بالکلی تیپ SAF	۵۶/۳۷	۳۰/۴۹	۰/۹	۱/۲۲	۰/۲۳	۰/۱۹	۱/۶۱	۲/۰۵	۰/۱	۶/۷۷
بالکلی تیپ SFB	۵۹/۰۸	۲۶/۹۵	۱/۸۳	۱/۴۴	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۹۸	۱/۹۲	۰/۰۸	۶/۳۳
بالکلی تیپ SFC	۵۷/۰۹	۲۷/۴۴	۲/۷۵	۱/۱۸	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۹۹	۲/۲۹	۰/۰۵	۶/۶۸

جدول ۱۹- خواص فیزیکی یک نوع خاک معدن آباده

خواص فیزیکی	
کد محصول	SP ₅₀₀ -SP ₅₀₀
دانسیته	۱/۶
ویسکوزیته	۴۵
استحکام خشک	۲۲
انقباض پخت	۵/۵
WA	۶-۵
سفیدی پخت	قهوه ای تیره
a ²⁵⁻⁵⁰⁰	۵/۸

❖ معدن بالکلی دامغان

جدول ۲۰- مشخصات معدن بالکلی دامغان

نام معدن	استان	موقعیت جغرافیایی	شروع فعالیت	ذخیره قطعی معدن	ماه های فعال سال
بالکلی دامغان	سمنان	دامغان- بخش امیریه روستای امروان	۱۳۹۲	۱ میلیون تن	۱۲ ماه

جدول ۲۱- آنالیز شیمیایی یک نوع خاک معدن بالکلی دامغان

% نمونه	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	MnO	P ₂ O ₅	L.O.I
A1	۶۴/۷۹	۲۱/۵۶	۰/۹۵	۰/۸۱	۰/۰۷	۰/۷۳	۰/۳۲	۳/۶۱	۰/۱۳	<۰/۰۱	۰/۱۱	۶/۸۲

جدول ۲۲- خواص فیزیکی یک نوع خاک معدن بالکلی دامغان

خواص فیزیکی	
A1	کد محصول
۱/۶	دانسیته
۲۰	ویسکوزیته
۱۶	استحکام خشک
۴/۵	انقباض پخت
۳	WA
کرم روشن	سفیدی پخت
۸/۶	a ²⁵⁻⁵⁰⁰

❖ معدن بالکلی نگین اردکان

جدول ۲۳- مشخصات معدن بالکلی نگین اردکان

نام معدن	استان	موقعیت جغرافیایی	شروع فعالیت	ذخیره قطعی معدن	ماه های فعال سال
نگین اردکان	یزد	اردکان-فرانق روستای دالمه	۱۳۹۶	۲ میلیون تن	۱۲ ماه

جدول ۲۴- آنالیز شیمیایی انواع خاک معدن بالکلی نگین اردکان

% نمونه	SiO ₂	Al ₂ O ₃	BaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	MnO	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	L.O.I
BLH1	۷۱/۴۱	۱۶/۶۳	۰/۰۴	۰/۸۸	۰/۹۸	۰/۱۶	۰/۴۷	۱/۱۷	۳/۲۱	۰/۴۶	۰/۰۱	۰/۲۸	۰/۰۱	۴/۴۱
BLH2	۷۰/۷۲	۱۴/۵۳	۰/۰۴	۳/۶۵	۰/۸۵	۰/۲۱	۰/۳۷	۰/۸۴	۲/۶۶	۰/۲۶	۰/۰۲	۰/۲۹	۰/۰۱	۴/۲۵

جدول ۲۵- خواص فیزیکی انواع خاک معدن بالکلی نگین اردکان

خواص فیزیکی		
کد محصول	BLH1	BLH2
دانسیتته	۱/۷	۱/۷۴
ویسکوزیته	۳۶	۴۳
استحکام خشک	۲۵	۲۱
انقباض پخت	۴/۴	۳/۵
WA	۵/۵	۷/۴
سفیدی پخت	طوسی روشن	قهوه ای
a ²⁵⁻⁵⁰⁰	۸/۵	۸/۵

❖ معدن آرازگون آی

جدول ۲۶- مشخصات معدن بالکلی آرازگون آی

نام معدن	استان	موقعیت جغرافیایی	شروع فعالیت	ذخیره قطعی معدن	ماه های فعال سال
آرازگون آی	آذربایجان شرقی	چاراویماق- قره آغاج روستای آرازگون آی	۱۳۸۷	۱۰ میلیون تن	۱۰ ماه

جدول ۲۷- آنالیز شیمیایی انواع خاک معدن بالکلی آرازگون آی

% نمونه	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	L.O.I	MnO	P ₂ O ₅
ARS	۶۳/۸۱	۲۱/۹۴	۱/۶۶	۰/۶۳	۰/۳۲	۰/۴۴	۱/۸۷	۲/۵۶	۰/۱	۶/۳۱	۰/۰۱	۰/۳۶
AR1	۶۴/۹۱	۲۰/۴	۲/۳۵	۰/۶	۰/۳۶	۰/۳۹	۰/۸۵	۲/۳۸	۰/۱۹	۷/۱۲	۰/۰۱	۰/۱۲
AR2	۶۴/۱۶	۱۸/۵۲	۳/۲۷	۰/۵۷	۰/۷۷	۰/۳۳	۱/۶۷	۲/۱۱	۰/۲۹	۷/۵	۰/۰۱	۰/۰۸

جدول ۲۸- خواص فیزیکی انواع خاک معدن بالکلی آرازگون آی

فیزیکی			
کد محصول	AR1	AR2	ARS
دانسیتته	۱/۴۵	۱/۴۵	۱/۵
ویسکوزیته	۴۰	۴۰	۴۲
استحکام خشک	۳۰-۲۵	۳۰-۲۵	۳۷
انقباض پخت	۷	۷	۴/۵-۵/۵

WA	۵-۴	۵-۴	۵-۴
سفیدی پخت	صورتی	صورتی تیره	صورتی روشن
a ²⁵⁻⁵⁰⁰	۶/۸	۶/۸	۶/۸

❖ معدن خراسانلو

جدول ۲۹- مشخصات معدن خراسانلو

نام معدن	استان	موقعیت جغرافیایی	شروع فعالیت	ذخیره قطعی معدن	ماه‌های فعال سال
خراسانلو	زنجان	ابهر-صانین قلعه روستای خراسانلو	۱۳۸۹	۵ میلیون تن	۱۰ ماه

جدول ۳۰- آنالیز شیمیایی انواع خاک معدن خراسانلو

% نمونه	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	L.O.I	MnO	P ₂ O ₅
NKS	۷۴/۳۵	۱۷/۳۶	۰/۱۲	۰/۱	۰/۱۸	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۱۷	۰/۱۸	۶/۸۴	<۰/۰۱	۰/۱۸
NK1	۷۶/۲۵	۱۶/۸	۰/۶۷	۰/۱	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۵۴	<۰/۰۲	۵/۲	۰/۰۱	۰/۰۸

جدول ۳۱- خواص فیزیکی انواع خاک معدن خراسانلو

خواص فیزیکی		
کد محصول	NKS	NK1
دانسیته	۱/۶۴	۱/۶۴
ویسکوزیته	۱۸	۱۵
استحکام خشک	۲۰	-
انقباض پخت	۱/۵	۱/۵
WA	۱۸	۱۸
سفیدی پخت	سفید برفی	سفید صورتی
a ²⁵⁻⁵⁰⁰	۷/۷	۸/۹

❖ معدن زمهریر

جدول ۳۲- مشخصات معدن زمهریر

نام معدن	استان	موقعیت جغرافیایی	شروع فعالیت	ذخیره قطعی معدن	ماه‌های فعال سال
زمهریر	آذربایجان شرقی	شهرستان مرند روستای زمهریر	۱۳۸۷	۱۰ میلیون تن	۸ ماه

جدول ۳۳- آنالیز شیمیایی یک نوع خاک معدن زمهریر

% نمونه	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	L.O.I	MnO	P ₂ O ₅
EZ	۷۲/۲۳	۱۵/۴۱	۰/۵۵	۰/۰۴	۱/۹۰	۰/۳۵	۳/۵۳	۲/۰۶	<۰/۰۲	۳/۹۱	۰/۰۱	۰/۰۸

جدول ۳۴- خواص فیزیکی یک نوع خاک معدن زمهریر

خواص فیزیکی	
کد محصول	EZ
دانسیته	۱/۵۴
ویسکوزیته	۳۴
استحکام خشک	۲۴
انقباض پخت	۳/۵۵
WA	۸/۹
سفیدی پخت	۳۱۵
a ²⁵⁻⁵⁰⁰	۸/۳

❖ معدن فلدسپار-کائولین فلدسپار فرازکوه اردکان

جدول ۳۵- مشخصات معدن فلدسپار-کائولین فلدسپار فرازکوه اردکان

نام معدن	استان	موقعیت جغرافیایی	شروع فعالیت	ذخیره قطعی معدن	ماه های فعال سال
فرازکوه اردکان	یزد	اردکان-عقدا	۱۳۹۶	۲ میلیون تن	۱۲ ماه

جدول ۳۶- آنالیز شیمیایی انواع خاک معدن فلدسپار-کائولین فلدسپار فرازکوه اردکان

% نمونه	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	L.O.I	MnO	P ₂ O ₅
FKA	۷۲/۸۵	۱۲/۷۰	۰/۷۸	۰/۱۴	۰/۷۶	۰/۰۵	۰/۱۵	۱۰/۸۳	۰/۱۰	۰/۹۹	۰/۰۳	۰/۰۳
FN10	۷۹/۸۴	۱۲/۰۳	۰/۴۲	۰/۰۵	۰/۵۲	۰/۱۵	۶/۳۵	۰/۲۳	<۰/۰۲	۰/۴۰	۰/۰۱	۰/۰۱
FNA11	۷۵/۸۰	۱۲/۰۰	۰/۸۸	۰/۰۶	۱/۴۳	۰/۶۲	۴/۷۰	۱/۲۵	<۰/۰۲	۲/۹۲	۰/۰۲	۰/۰۳
FN12	۷۶/۶۷	۱۲/۷۵	۰/۵۵	۰/۱۲	۱/۴۰	۰/۲۲	۵/۷۳	۰/۸۳	<۰/۰۲	۱/۷۹	۰/۰۱	۰/۰۳
KF10	۷۶/۰۱	۱۲/۷۷	۰/۷۴	۰/۱۵	۱/۲۵	۰/۴۵	۳/۹۳	۲/۶۵	۰/۰۲	۲/۱۸	۰/۰۰	۰/۰۴

جدول ۳۷- خواص فیزیکی انواع خاک معدن فلدسپار-کائولین فلدسپار فرازکوه اردکان

خواص فیزیکی					
کد محصول	FN10	FN11	FN12	KF10	FKA
دانسیته	۱/۶۵	۱/۶۰	۱/۶۲	۱/۵	۱/۶۸
ویسکوزیته	۲۲	۲۳	۲۲	۵۰	۱۲

استحکام خشک	<۷	<۱۰	۸-۵	۳۳	<۵
انقباض پخت	۸/۲	۳/۲	۳/۳	۳/۴۶	۱/۱۳
WA	۱/۹	۱۵/۹	۱۳/۸	۶/۸	۲۰/۵
سفیدی پخت	صورتی	سفید	سفید	کرم	سفید
a ²⁵⁻⁵⁰⁰	۸۳	۸۴	۸۳	۸۴	۸۴

❖ معدن فلدسپار کائولن شورجه

جدول ۳۸- مشخصات معدن فلدسپار کائولن شورجه

نام معدن	استان	موقعیت جغرافیایی	شروع فعالیت	ذخیره قطعی معدن	ماه های فعال سال
شورجه	قزوین	بوئین زهرا- شورجه	۱۳۹۴	۲ میلیون تن	۱۳ ماه

جدول ۳۹- آنالیز شیمیایی انواع خاک معدن فلدسپار کائولن شورجه

% نمونه	SiO ₂	Al ₂ O ₃	BaO	FeO	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	L.O.I	MnO	P ₂ O ₅
FB1	۷۴/۰۴	۱۳/۸۳	۰/۰۷	۰/۲۲	۰/۳۳	۰/۹۹	۰/۶۶	۵/۸	۲/۰۲	<	۱/۸۹	۰/۰۱	۰/۰۴
FB2	۷۱/۰۸	۱۴/۲۷	۰/۱۱	۰/۹۴	۰/۳۵	۱/۱۳	۰/۵	۴/۶۹	۴/۶۹	<	۱/۷۷	۰/۰۲	۰/۰۵

جدول ۴۰- خواص فیزیکی انواع خاک معدن فلدسپار کائولن شورجه

خواص فیزیکی		
کد محصول	FB1	FB2
دانسیته	۱/۶۰	۱/۶
ویسکوزیته	۳۰	۳۰
استحکام خشک	۱۲	۱۸
انقباض پخت	۴/۵	۵/۵
WA	۶	۴/۵
سفیدی پخت	کرم	خاکستری
a ²⁵⁻⁵⁰⁰	۸/۶	۸/۴

❖ معدن گرگ باغی

جدول ۴۱- مشخصات معدن گرگ باغی

نام معدن	استان	موقعیت جغرافیایی	شروع فعالیت	ذخیره قطعی معدن	ماه های فعال سال
----------	-------	------------------	-------------	-----------------	---------------------

گرگ باغی	مرکزی	زرنديه-خرقان روستای گرگ باغی	۱۳۸۵	۲ میلیون تن	۱۰ ماه
----------	-------	------------------------------	------	-------------	--------

جدول ۴۲- آنالیز شیمیایی یک نوع خاک معدن گرگ باغی

% نمونه	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	L.O.I	MnO	P ₂ O ₅
SKB	۶۷/۶۴	۱۶/۵۲	۲/۹۵	۰/۶۲	۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۴۲	۳/۴۶	۰/۴۵	۶/۹۱	<۰/۰۱	۰/۱۷

جدول ۴۳- خواص فیزیکی یک نوع خاک معدن گرگ باغی

خواص فیزیکی	
کد محصول	SKB
دانسیته	۱/۵۱
ویسکوزیته	∞
استحکام خشک	۷۰
انقباض پخت	۲
WA	۷-۶
سفیدی پخت	صورتی تیره
a ²⁵⁻⁵⁰⁰	۹/۷

❖ معدن کائولن-تالک یانیق

جدول ۴۴- مشخصات معدن کائولن-تالک یانیق

نام معدن	استان	موقعیت جغرافیایی	شروع فعالیت	ذخیره قطعی معدن	ماه های فعال سال
یانیق	آذربایجان شرقی	هشترود	۱۳۹۴	۷۵۰ هزار تن	۹ ماه

جدول ۴۵- آنالیز شیمیایی انواع خاک معدن کائولن-تالک یانیق

% نمونه	SiO ₂	Al ₂ O ₃	BaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	L.O.I	MnO	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃
KTH1	۵۲/۱۴	۱۴/۷۲	۰/۰۱	۱/۴۸	۰/۷۱	۴/۸۷	۱۳/۱۷	۱/۰۸	۱/۱۹	۰/۳۶	۹/۸۳	۰/۰۳	۰/۱۴	۱/۰۱
KTHS	۵۲/۱۴	۱۶/۸۲	۰/۰۱	۰/۴۴	۰/۶۳	۱۲	۱۷/۳	۰/۳۹	۰/۵۵	۰/۲۸	۹/۷۱	۰/۰۱	۰/۱۳	۱/۰۱

جدول ۴۶- خواص فیزیکی انواع خاک معدن کائولن-تالک یانیق

خواص فیزیکی		
کد محصول	KTHS	KTH1

دانسیتته	۱/۳	۱/۲۵
ویسکوزیته	۴۰	۴۵
استحکام خشک	۳۵	۴۰
انقباض پخت	۷/۸	۷/۵
WA	۰/۱	۰/۲
سفیدی پخت	سفید	کرم
a ²⁵⁻⁵⁰⁰	۶	۶/۲

❖ کائولن و بالکلی فراوری شده

جدول ۴۷- آنالیز شیمیایی خاک های کائولن و بالکلی فراوری شده

% نمونه	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	L.O.I	MnO	P ₂ O ₅
BLW64	۵۷	۲۸	۰/۶۷	۱/۳	۰/۳	۰/۵	۰/۹	۱	۰/۳	۱۰	-	۰/۰۰۵
KWM	۵۳/۷۹	۳۱/۸۵	۰/۱۶	۰/۷۶	۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۱	۰/۳	۱۲/۳۵	۰/۰۱	۰/۳۶

جدول ۴۸- خواص فیزیکی خاک های کائولن و بالکلی فراوری شده

خواص فیزیکی		
کد محصول	BLW64	SKB
دانسیتته	۱/۷۱	۱/۶۴
ویسکوزیته	۲۲	۱۵
استحکام خشک	۲۰	۲۲
انقباض پخت	۴/۲۸	۴/۱۵
سفیدی پخت	سفید مایل به کرم	سفید
a ²⁵⁻⁵⁰⁰	۶	۸/۵

به نظر می‌رسد می‌توان از خاک‌های رسی این شرکت با مقادیر اکسید آهن کمتر از ۲ درصد و اکسید آلومینیم بیش از ۲۵ درصد وزنی بهره برد.

۱-۷- شرکت بالکلی:

متأسفانه در پی جستجوی نام و نشان این شرکت در اینترنت اطلاعات قابل ارایه‌ای از آدرس معدن، کارخانه و سوابق شرکت یافت نشد. با این وجود و با توجه به نیاز مبرم به بالکلی‌های مرغوب برای شکل دهی قطعات ظریفی همچون پایه‌های کاتالیست خودرو به بررسی آنالیزهای خاک‌های ارایه شده از سوی این شرکت می‌پردازیم. جدول ۴۹ و ۵۰ برخی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی دو نوع بالکلی این شرکت را نشان می‌دهد.

داده‌های مذکور گویای مرغوبیت این دو خاک، به ویژه بالکلی BW10، از دیدگاه میزان چسبندگی و نیز آنالیز شیمیایی است.

جدول ۴۹- آنالیز شیمیایی خاک های شرکت بالکلی

% نمونه	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	L.O.I	MnO	P ₂ O ₅
BW10	۵۹/۱۲	۲۶/۲	۰/۹۸۲	۰/۸۹۲	۰/۸۱	۰/۲۸	۱/۰۲	۲/۰۹	۰/۰۲	۸/۱۹	۰/۱۶	۰/۰۵۱
BW20	۶۲/۰۷	۲۴/۶۱	۰/۷۲	۰/۹۸	۰/۷۷	۰/۳۳	۰/۱۲	۱/۰۹	۰/۱	۰/۰۴۹	۰/۱۳۵	۸/۷۲

جدول ۵۰- خواص فیزیکی خاک های شرکت بالکلی

خواص فیزیکی		
کد محصول	BW10	BW20
سفیدی ۱۱۸۰ درجه سانتیگراد	۸۳	۸۶/۱
فرم فیزیکی	رشته ای	رشته ای
درصد رطوبت	۸	۸
بسته بندی	پاکت بزرگ	پاکت بزرگ
پلاستیسیته	۴۲	۳۵

۱-۸- گروه معدن کاران شرق

گروه معدن کاران شرق از سال ۱۳۷۰ تاسیس گردیده است. این شرکت مدعی است که توانسته است مواد مورد نیاز صنایع کانی غیر فلزی (چینی مظروف، چینی بهداشتی، کاشی و سرامیک و نسوز) را بر حسب نوع تولید با خواص فیزیکی و شیمیایی مورد نظر در اختیار کارآفرینان در این رشته قرار دهد.

در زیر آنالیز شیمیایی خاک‌های رسی که توسط این شرکت تهیه می شود، آمده است. با توجه به نامناسب بودن میزان اکسید آلومینیم موجود در این خاک‌ها، هیچ یک برای استفاده در پروژه حاضر مناسب نمی باشند.

جدول ۵۱- آنالیز شیمیایی خاک های گروه معدن کاران شرق

% نمونه	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	L.O.I
Fn	۶۸/۴۸	۱۷/۷۱	۰/۳۹	۰/۲۷	۰/۶۲	۰/۲۲	۶/۷۵	۲/۱۲	۰	۲/۵۲
NK22	۷۴/۱۸	۱۹/۱۲	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۷۰	۰/۴۰	۰/۲۱	۱/۲۳	۰	۵/۲
NK23	۷۲/۷۱	۱۷/۲۹	۰/۲۰	۰/۴۲	۰/۵۶	۰/۴۰	۰/۴۸	۱/۸۵	۰/۰۲	۵/۱
NK24	۷۵/۰۱	۱۶/۷۵	۰/۲۰	۰/۳۱	۰/۶۵	۰/۳۵	۰/۴۷	۱/۳۰	۰	۴/۷۱

جدول ۵۲- خواص فیزیکی خاک های گروه معدن کاران شرق

خواص فیزیکی				
کوارتز/موسکویت/ ایلیت	کوارتز/موسکویت/ ایلیت	کوارتز/موسکویت/ ایلیت	کوارتز/موسکویت/ ایلیت	فاز اصلی

آلبیت/کلریت/ پیروفیلیت/ارتوکلاز	آلبیت/کلریت/ پیروفیلیت/ارتوکلاز	آلبیت/کلریت/ پیروفیلیت/ارتوکلاز	آلبیت/کلریت/ پیروفیلیت/ارتوکلاز	فاز فرعی
۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	اندازه قطعات
۱/۶۸	۱/۶۸	۱/۶۸	۱/۶۸	چگالی (دانسیته)
۳۰	۳۷	۳۵	۳۰	ویسکوزیته
۵/۵	۶	۳	۵/۵	باقیمانده روی الک ۲۳۰
۱۸	۳۵	۲۳	۱۸	مقاومت خشک
سفید	سفید	سفید	سفید	رنگ بعد از پخت ۱۱۸۰ درجه سانتیگراد
۱۵/۰۴	۹/۳۲	۱۵/۰۴	۱۵/۰۴	درصد جذب آب
				مقاومت پخت ۱۱۸۰ درجه سانتیگراد
۱/۲۰	۲/۳۲	۱/۷۳	۱/۲۰	درصد انقباض

۲- تالک

ذخایر تالک در ایران عمدتاً در مناطقی هستند که از سنگ‌های اولترا بازیک غنی از منیزیم تشکیل شده‌اند. مهم‌ترین ذخایر تالک ایران در نواحی افیولیتی، مانند نواحی جندق انارک، تفتان، خوی و حوالی میناب و همچنین مناطق واقع در محدوده تاثیر گسل بزرگ سنندج - سیرجان، واقع شده‌اند. وجود دولومیت و سنگ‌های دولومیتی در استان لرستان نیز باعث گردیده تا تحت تأثیر شرایط دگرگونی و جریان محلول‌های دارای SiO_2 در راستای شکستگی‌ها، ماده معدنی تالک تشکیل شود و ذخایری چون تیدار، ده موسی، ده حاجی، مسعود آباد و گوشه محسن بی علی در حوالی بروجرد و ازنا مورد شناسایی و بهره‌برداری قرار گیرند.

تجزیه گرمایی سنگ‌های هارزبورژیتهی سرپانتینیته شده حوالی انارک، جندق، تفتان و میناب تحت تأثیر شرایط دگرگونی خفیف و با نفوذ محلول‌های دارای CO_2 و SiO_2 در درز شکاف‌ها باعث تشکیل ماده معدنی تالک و ایجاد ذخایری چون چاه زرد، چاه ابراهیم زهرا و چاه صفاهو در جندق و شمال انارک و سیاه بره خوار در تفتان و نقشه بشاگرد در نزدیکی میناب شده است.

بنابراین، ذخایر بالقوه تالک در استان‌های لرستان (اطراف بروجرد، ازنا و دورود)، اصفهان (حوالی جندق)، تهران (مناطق که دولومیت‌های سلطانیه دگرگون شده‌اند (نظیر منطقه طالقان) و زنجان (منطقه علم‌کندی) قرار دارند. همچنین، اکتشاف تالک در استان‌های یزد (شمال اردکان)، هرمزگان (افیولیت‌های میناب) و آذربایجان غربی (منطقه قشلاق خوی) را می‌توان مد نظر قرار داد.

مناطقى نیز وجود دارد که هیچ‌گونه عملیات اکتشافى بر روى آن‌ها انجام نگرفته، ولى با توجه به مسائل زمین‌شناختى سنگ‌ها و تکتونیک منطقه احتمال کانى زایى تالک در آن‌ها مى‌رود. این مناطق عبارتند از مجموعه افیولیتى سیستان و بلوچستان در اطراف تفتان و جنوب ایرانشهر که وجود تالک در آن مناطق محرز است.

با توجه به این توضیحات در ادامه به معرفى برخى از معادن و یا شرکت‌هاى تامین کننده تالک مى‌پردازیم.

۲-۱- شرکت زمین کاو

این شرکت مدعى است که در حال حاضر در زمینه‌هاى معدن، زمین شناسى، تونل، نقشه بردارى، سنگ‌هاى ساختمانى، محیط زیست، تهیه و تولید نرم افزارهاى تخصصى و مطالعات فنى و اقتصادى طرح‌هاى صنعتى و معدنى و بطور کلی فعالیت‌هاى مرتبط با علوم زمین تخصص دارد. یکى از انواع مواد اولیه‌اى که توسط این شرکت استخراج مى‌شود، تالک است. تالک از جمله مواد اولیه‌اى است که به دلیل دارا بودن اکسید منیزیم مى‌تواند در کنار دیگر مواد اولیه در ترکیب، منجر به تشکیل کوردیریت شود. در جداول ۵۳- ۵۹ آنالیز شیمیایى برخى از تالک‌هاى این شرکت آورده شده است.

جدول ۵۳- آنالیز شیمیایى برخى از تالک‌هاى شرکت زمین کاو

ترکیب	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	L.O.I	TiO ₂	SO ₃	Pb	As	F	P ₂ O ₅	MnO
مقدار	۲۶/۶۲	۲۵	n.d	۱/۸۲	۳۲/۲۵	۰/۹۸	—	۲/۵۲	۰/۱	۰/۸۴	n.d	n.d	n.d		n.d

جدول ۵۴- آنالیز شیمیایى تالک صابونى ta- aks

ترکیب	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	L.O.I	TiO ₂	SO ₃	کل
مقدار	۰/۷۶	۲۹/۱۶	۵/۲۸	۰/۶۶	۵۹/۱۶	۰/۰۱	—	۴/۸۹	—	۰/۰۵	۹۹/۹۶

جدول ۵۵- آنالیز شیمیایى تالک مناسب رنگ سازى TA-GHA

ترکیب	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	L.O.I	TiO ₂	SO ₃	کل
مقدار	۰/۵۷	۳۰/۲۹	۰/۰۴	۲/۰۳	۶۱/۹۵	—	—	۴/۸۲	—	—	۹۹/۹۶

جدول ۵۶- آنالیز شیمیایى تالک مناسب کاغذ سازى و سرامیک TA-TAD

ترکیب	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	L.O.I	TiO ₂	SO ₃	کل
مقدار	۱۵/۲	۲۹	۶/۳۱	۱/۸۴	۳۲/۲۵	۰/۷۸	۰/۳	۱۳/۳۳	۰/۱	۰/۸۴	۹۹/۹۵

جدول ۵۷- آنالیز شیمیایى تالک مناسب آرایشى و بهداشتى TA-TAT₁

ترکیب	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	L.O.I	TiO ₂	SO ₃	کل
-------	--------------------------------	-----	-----	--------------------------------	------------------	------------------	-------------------	-------	------------------	-----------------	----

مقدار	۰/۵۷	۳۵/۲۹	۰/۰۴	۲/۰۳	۵۶/۹۵	—	—	۴/۸۲	—	—	۹۹/۹۶
-------	------	-------	------	------	-------	---	---	------	---	---	-------

جدول ۵۸-آنالیز شیمیایی تالک مناسب جهت پلاستیک سازی TA-TAT₂

ترکیب	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	L.O.I	TiO ₂	SO ₃	کل
مقدار	۳/۵۹	۲۹/۹۹	۵/۲۹	۲/۶۷	۵۷/۰۹	—	—	۱/۵۲	—	—	۹۹/۷۴

جدول ۵۹- آنالیز شیمیایی تالک (ta-kh)

ترکیب	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	L.O.I	TiO ₂	SO ₃	کل
مقدار	۰/۷۶	۲۹/۱۵	۵/۲۸	۰/۶۶	۵۹/۱۶	۰/۰۱	—	۴/۸۹	—	۰/۰۵	۹۹/۹۶

به نظر می‌رسد که از میان انواع نمونه‌های معرفی شده نمونه‌های با کدهای TA-GHA و TA-TAT₁، از خلوص بالاتری از تالک برخوردارند و برای استفاده در پروژه حاضر مناسب‌تر خواهند بود.

۲-۲- تالک تیدار

شرکت‌های زیادی امروزه مدعی تامین تالک تیدار هستند. در جدول ۶۰ آنالیز شیمیایی این تالک نشان داده شده است.

جدول ۶۰- آنالیز شیمیایی تالک تیدار

ترکیب	کائولن گناباد	تالک تیدار	آلومینا
اکسید سیلیس	۵۸/۱۲	۳۹/۹۷	۰/۵
اکسید آلومینیوم	۲۷/۰۴	۱۴/۲۷	۹۸
اکسید آهن	۰/۲۳	۰/۴۳	۰/۰۵
اکسید تیتانیوم	۰/۲۹	۰/۴	—
اکسید کلسیم	۱/۴۶	۲/۱۸	۰/۰۵
اکسید منیزیم	۰/۴	۲۹/۲۸	—
اکسید سدیم	۰/۱۸	۰/۰۵	۰/۳
اکسید پتاسیم	۰/۰۵	۰/۲۹	—
اکسید سولفور	ناچیز	ناچیز	—
مواد فرار	۱۱/۴۸	۱۲/۸۲	—

۲-۳- تالک سیاه بره خوار تفتان

در جدول ۱۹ دو نمونه از تالک سیاه بره خوار تفتان نشان داده شده است.

جدول ۶۳- آنالیز شیمیایی دو نمونه تالک بره خوار تفتان

ترکیب	کد ۱	کد ۲
SiO ₂	۶۲/۰۹	۴۹/۹۲

۱/۷۷	۰/۳۷	Al ₂ O ₃
۵/۵۹	۲/۱۱	Fe ₂ O ₃
۰/۰۴	۰/۰۰۴	TiO ₂
۵/۸۵	۰/۹	CaO
۲۹/۹۶	۲۹/۸۱	MgO
۰/۲۵	۰/۰۳	Na ₂ O
۰/۰۴۶	۰/۰۰۶	K ₂ O
۰/۴۹		SO ₃
۹/۰۲	۴/۸۰	L.O.I

به نظر می رسد که نمونه حاوی مقادیر اندک CaO نمونه‌ای مناسب برای استفاده در پروژه حاضر باشد.

۳- منیزیت

کارخانه اکسید منیزیم سربیشه خراسان جنوبی ۵۰ درصد اکسید منیزیم مورد نیاز کشور را تولید می‌کند. تولید این کارخانه بیش از ۴۷ هزار تن در سال است. شرکت تهیه و تولید مواد نسوز کشور محصولات کارخانه را فرآوری می نماید. یکی از محصولات آن اکسید منیزیم تکلیس شده است که در این طرح استفاده می‌شود. منیزیت کاملاً تکلیس شده در حقیقت همان منیزیت غیر فعال است که به دلیل کلسیناسیون در دماهای نسبتاً بالا، مشکل هیدراتاسیون یا انقباض آن مرتفع شده و می‌توان از آنها در ساخت محصولات سرامیکی همچون مونولیت استفاده نمود. روش اعمال شده برای تولید این ماده از کربنات و هیدروکسید منیزیم تقریباً مشابه است. تجزیه کربنات منیزیم در حدود ۶۰۰°C خیلی سریع است که این دما به طور قابل توجهی بالاتر از دمای تجزیه هیدروکسید منیزیم است. عمل کلسیناسیون را می‌توان در کوره‌های دوار یا عمودی انجام داد. کلوخه‌های بزرگ (حداقل ۱۵۰ mm) را در کوره‌های عمودی و کلوخه‌های کوچک‌تر را مستقیماً در کوره‌های دوار کلسینه می‌کنند. در هنگام پخت حضور ناخالصی‌ها می‌توانند به زینتر شدن کمک کنند، هر چند که CaO یک ناخالصی مضر محسوب می‌شود. این ماده می‌تواند به صورت آزاد در منیزیت پخته شده وجود داشته که در نهایت به آسانی آب را جذب می‌کند و یا به صورت سیلیکات‌هایی با نقطه ذوب پایین نظیر موتی سیلیت یا مرونیت ظاهر می‌شود و در نهایت باعث تخریب قطعه نهایی می‌شود.

حضور ناخالصی‌هایی نظیر SiO₂ و Fe₂O₃ نسبت به CaO مضرات کمتری دارد، هنگام زینتر منیزیت، فازهای کریستالی جدیدی بسته به دما و مدت زمان پخت تشکیل می‌شوند. محصول زینتر شده عمدتاً پریکلاس، موتی سیلیت، اسپینل و مگنزیوفرایت است. پریکلاس پایدارترین فاز کریستالی در منیزیت پخته شده است. هنگامی که دمای پخت به بالاتر از ۱۰۰۰°C افزایش یابد، فازهای سیلیکاتی شروع به ظاهر شدن می‌کنند. ابتدا فازهای دی سیلیکات کلسیم و فورستريت و سپس انواع فازهای دوتایی موتی سیلیت یا مرونیت تشکیل می‌شود. با افزایش دمای زینترینگ تمایل به هیدراته شدن کاهش می‌یابد و بنابراین دمای پخت معمولاً در

حدود 1850°C یا بالاتر است. استفاده از دماهای پخت بالاتر معمولاً باعث تمایل به هیدراته شدن کمتر، اندازه بلوره‌های بزرگ‌تر و وزن مخصوص بیشتر می‌شود.

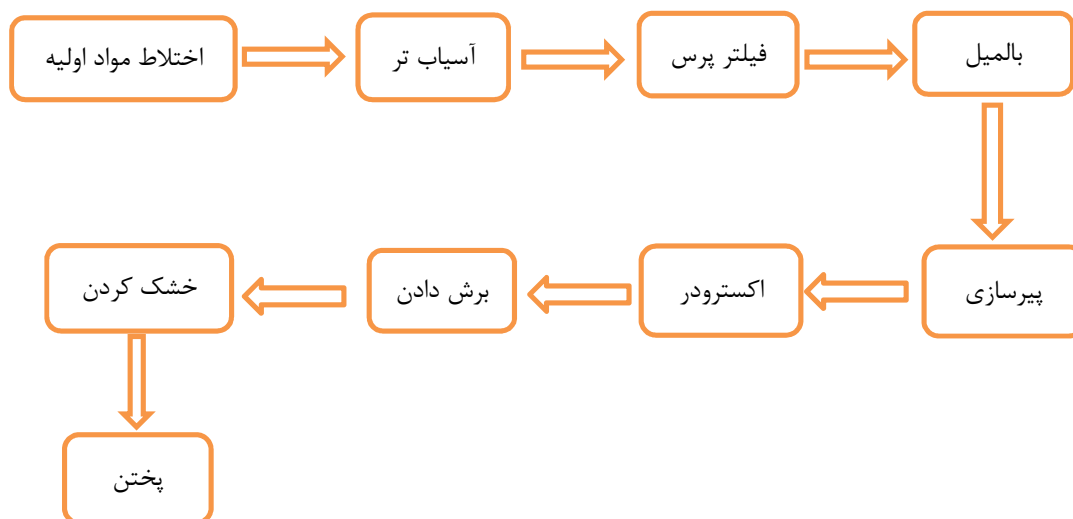
IRRP MP60	IRP MP80	IRP MP88F	IRP MP88	IRP MP90	IRP MP92	IRP MP94	IRP MP95	IRP MP96	IRP MP97	Code:
۶۰.۰۰	۷۹.۰۰	۸۶.۰۰	۸۶.۰۰	۸۹.۲۰	۹۱.۵۰	۹۳.۵۰	۹۴.۵۰	۹۵.۵۰	۹۶.۵۰	MgO% min
۳.۵۰	۳.۰۰	۵.۰۰	۵.۰۰	۳.۵۰	۳.۰۰	۲.۵۰	۲.۲۰	۰.۹۰	۰.۹۰	CaO% max
۳۰.۰۰	۱۷.۰۰	۷.۵۰	۸.۰۰	۶.۵۰	۵.۳۰	۴.۰۰	۲.۷۰	۲.۸۰	۱.۹۰	SiO ₂ % max
۰.۷۰	۰.۷۰	۰.۵۰	۰.۵۰	۰.۵۰	۰.۵۰	۰.۴۰	۰.۳۰	۰.۳۰	۰.۳۰	Al ₂ O ₃ % max
۵.۰۰	۱.۵۰	۲.۵۰ (min)	۰.۷۰	۰.۷۰	۰.۶۰	۰.۶۰	۰.۴۰	۰.۸۰	۰.۸۰	Fe ₂ O ₃ % max
۰.۱۰	۰.۲۰	۰.۲۰	۰.۲۰	۰.۲۰	۰.۲۰	۰.۲۰	۰.۲۰	۰.۲۰	۰.۲۰	L.O.I% max
۲.۹۰	۳.۱۰	۳.۱۲	۳.۱۲	۳.۱۲	۳.۳۰	۳.۳۱	۳.۳۴	۳.۳۶	۳.۳۸	B.D min

مشخصات گریدهای مختلف منیزیت تکلیس شده تولیدی کارخانه به شرح زیر است.

بنابر موارد گفته شده به نظر می‌رسد که IRP MP97 مناسب برای ساخت مونولیت باشد.

بخش دوم: روند انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی و تجهیزات مورد نیاز

روند کلی انجام فعالیت‌ها در شکل ۱ به صورت کلی نشان داده شده است.



شکل (۱) - روند نمای ساخت قطعات سرامیکی با استفاده از اکسترودر

تجهیزات مورد نیاز

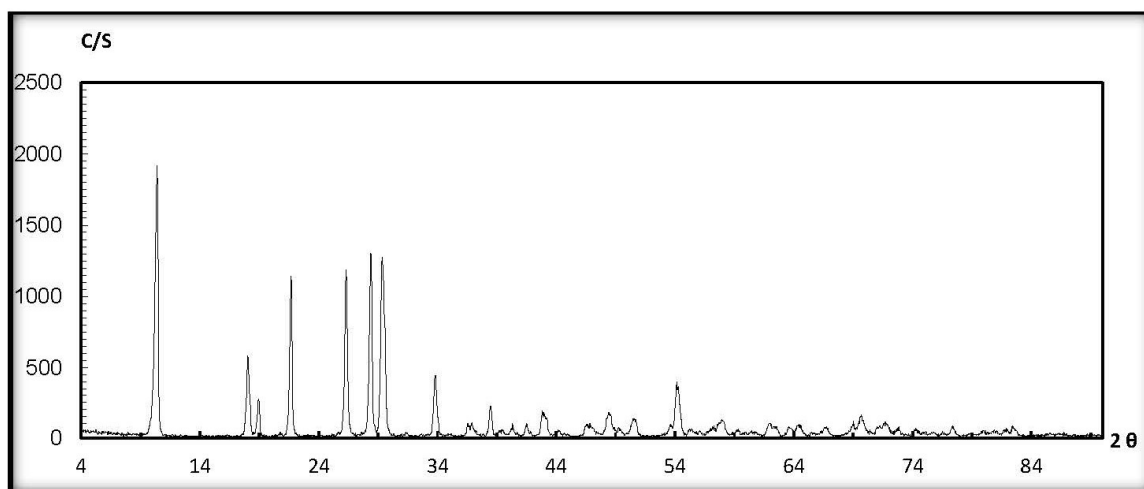
با توجه به شکل ۱، برای ساخت آزمایشگاهی قطعه لانه زنبوری علاوه بر مواد اولیه‌ای هم‌چون رس کائولینیتی، بالکلی، تالک و کربنات منیزیم به امکانات زیر نیاز خواهد بود:

- ترازو با ظرفیت اندازه گیری ۵ کیلوگرم و دقت دو رقم اعشار
- جارمیل آزمایشگاهی به‌مراه ۲ عدد جار آلومینایی ۱۰ لیتری و ۱۰ کیلوگرم گلوله آلومینایی ۱ تا ۳ سانتی‌متر
- فیلتر پرس آزمایشگاهی ۱۰ صفحه‌ای و ابعاد صفحات ۲۵ در ۲۵ سانتی‌متر
- دستگاه ففركورن به منظور اندازه گیری پلاستیسیته گل
- کولیس
- دستگاه پاگمیل - اکسترودر بدنه استیل دارای قطر دهانه خروجی متناسب با قطر نمونه کاتالیست آزمایشگاهی با قابلیت ایجاد خلا حداقل ۲-۱۰ torr و موتور ۷/۵ کیلووات و قابلیت ایجاد فشار ۱۰۰ بار با ظرفیت تولید ۲۰۰ کیلوگرم گل در ساعت
- محفظه نگهداری گل، با رطوبت نسبی ۷۰٪ و دمای ۳۰ °C برای نگهداری گل پاگمیل شده
- قالب مناسب برای شکل دهی قطعه مورد نظر
- خشک کن ۵۰ لیتری آزمایشگاهی ۱۱۰ درجه سانتیگراد
- کوره الکتریکی آزمایشگاهی ۵۰ لیتری ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد جهت پخت نمونه شکل داده شده.

بخش سوم- بررسی و آنالیز نمونه خارجی کاتالیست

به منظور آنالیز و بررسی و دستیابی به ترکیب اولیه مونولیت، یک نمونه هندی تهیه و آنالیز XRD و XRF از آن تهیه شد.

آنالیز پراش اشعه ایکس XRD نشان داد که این قطعه کوردیریت می باشد. (شکل ۲)



Sample:	Major Phase(s)	Minor Phase(s)	Trace Phase(s)
M-India	Indialite (13-0293)	--	--
Az : 1123-1	Mg ₂ Al ₄ Si ₅ O ₁₈		
Date :			
26/09/2021			
kV = 40			
mA = 30			
Ka. = Cu			
Fil. = Ni			

شکل ۲- آنالیز فازی نمونه مونولیت هندی

Row.	Sample	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MgO
		%	%	%	%	%	%	%
1	M-India	47.28	36.30	0.01	0.13	0.07	0.08	14.62

Row.	Sample	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	L.O.I	S	Cl	Ba
		%	%	%	%	ppm	ppm	ppm
1	M-India	0.821	0.022	0.056	0.42	183	3	47

Row.	Sample	V	Sr	Pb	As	Zn	Cu	Ni
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	M-India	52	89	12	1	152	70	33

Row.	Sample	Cr
		ppm
1	M-India	16

شکل ۳- آنالیز شیمیایی نمونه مونولیت هندی

جدول ۶۴- آنالیز شیمیایی، خواص فیزیکی و مکانیکی مونولیت‌های مورد استفاده در کاتالیز

Item		Measurement	Normalized Value	Measuring results
Al ₂ O ₃		%	35.4±1.5	35.22
MgO		%	13.5±1.5	13.30
SiO ₂		%	49.7±1.5	48.79
TiO ₂		%	< 1.5	1.07
Fe ₂ O ₃		%	< 0.5	0.15
K ₂ O		%	< 0.5	0.088
Na ₂ O		%	< 0.5	0.16
CaO		%	< 1.5	0.97
Specific Weight/volume		Kg/L	≤0.50	0.48
Wall thickness (400 cpsi)		mm	0.18±0.04	0.17
Compression Strength	A-axis	Mpa	≥10.0	12.13
	B-axis	Mpa	≥3.0	4.34
	C-axis	Mpa	≥0.15	0.48
CTE (Room temperature-800℃)		/℃	≤ 1.5×10 ⁻⁶	1.040×10 ⁻⁶
Soften temperature (0.1 MPa)		℃	≥1360	1405
Thermal stability (550℃)		times	≥3	3
Water-absorbing rate		%	22-32	25.81

در ادامه پروژه با توجه به اینکه نتایج اولیه حاکی از آن است که هنوز خاک پلاستیک مناسب جهت شکل دهی مونولیت در بین خاکهای مورد آزمون وجود ندارد برخی از تست ها مجدداً تکرار و چند خاک پلاستیک مناسب دیگر هم که تهیه شده است مورد آزمون قرار می گیرد. پس از انتخاب اولیه خاکهای مناسب از منظر شکل دهی فرمول نویسی مونولیت پس از آنالیز دقیق خاک انجام خواهد شد. سپس مرحله انتخاب منحنی پخت مناسب جهت دستیابی به ترکیب کوردیریت انجام خواهد شد.

لازم به ذکر است که خاک های رسی برای تهیه بدنه مورد نظر مناسب خواهند بود که حداقل دارای ۲۵٪ وزنی اکسید آلومینیم باشند.

در گزارش قبلی به بررسی آنالیز شیمیایی و فازی و خواص اولیه خاکهای در دسترس از معادن مختلف پرداخته شد و با توجه به الزامات موجود خاکهای اولیه انتخاب شدند. طبق این گزارش، جهت شروع فرایند ساخت بدنه، از میان خاکهای رسی موجود، از شرکت الف- کائولن خراسان دو خاک KCC-Z و KCP2، ب- از شرکت خاک چینی ایران دو خاک ESZWNK و GZWNK و پ- از خاک استقلال آباده خاک های SPV1, SP100, SPH انتخاب شدند.

از طرفی از میان انواع تالک و نمونه های معرفی شده توسط شرکت زمین کاو، نمونه های با کدهای TA-GHA و TA-TAT1، از خلوص بالاتری از تالک برخوردارند و برای استفاده در فرایند سنتز کوردیریت مناسب تر خواهند بود. تالک بره خوار تفتان نیز به دلیل داشتن مقدار آهن کمتر، برای این منظور انتخاب شد. از منیزیت بیرجند برای تنظیم ترکیب استوکیومتری کوردیریت استفاده شد.

• بررسی پلاستیسیته ی خاک ها

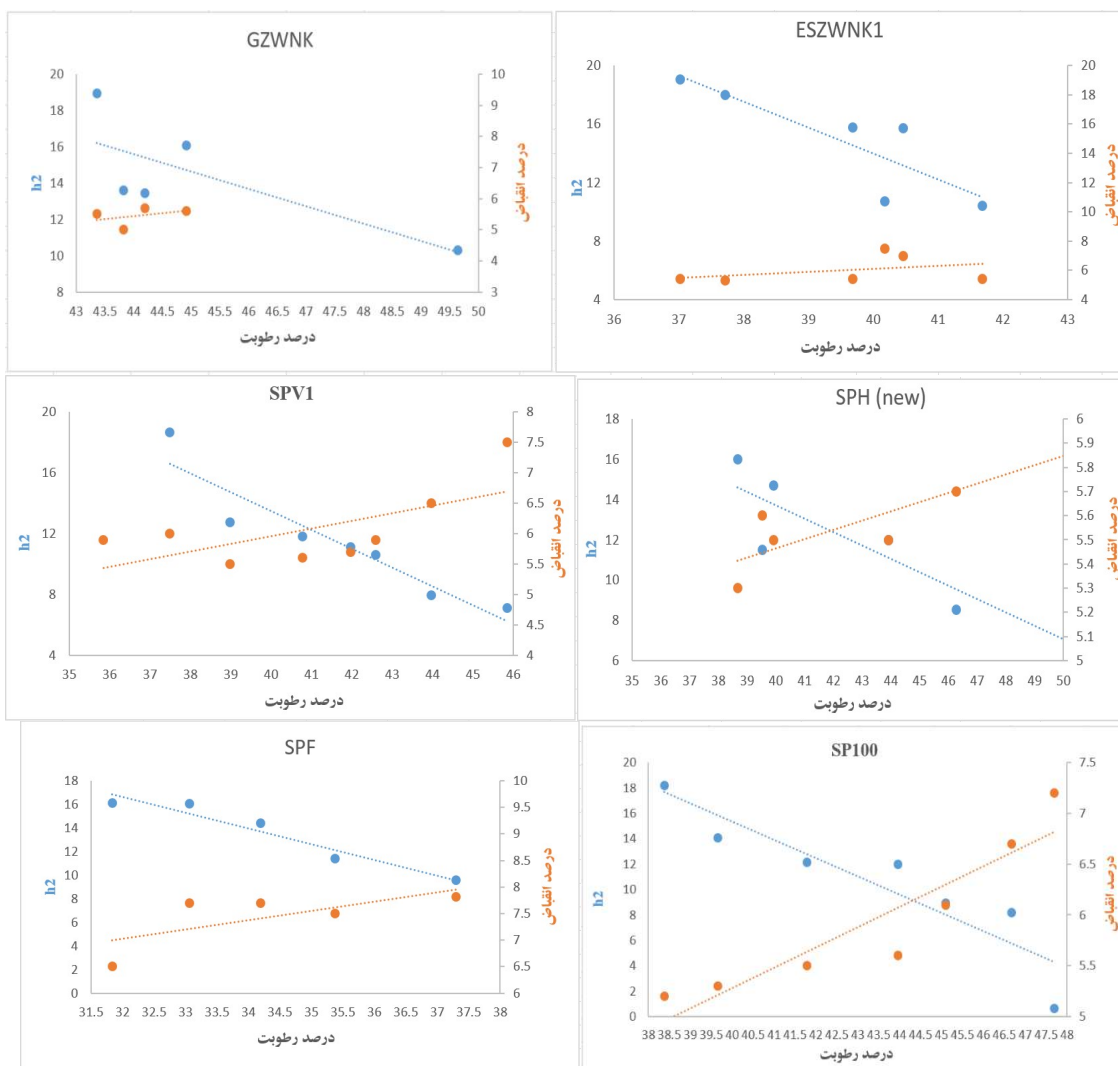
معروف ترین روش سنجش پلاستیسیته ی بدنه های سرامیکی، آزمون ففرکورن می باشد. در این روش ابتدا خاک های مختلف آسیاب و سپس الک شده و دوغابی از خاک ها با غلظت مناسب تهیه می شود. نمونه های آزمون ففرکورن پس از گرفتن آب دوغاب حاصله بر روی صفحات گچی، بصورت خمیرهای استوانه هایی به ارتفاع ۴ سانتی متر و قطر ۲/۸ تهیه شدند. سپس این نمونه در زیر دستگاه ففرکرون (شکل ۵) قرار داده شده و وزنه دستگاه بر روی آن رها می شود.

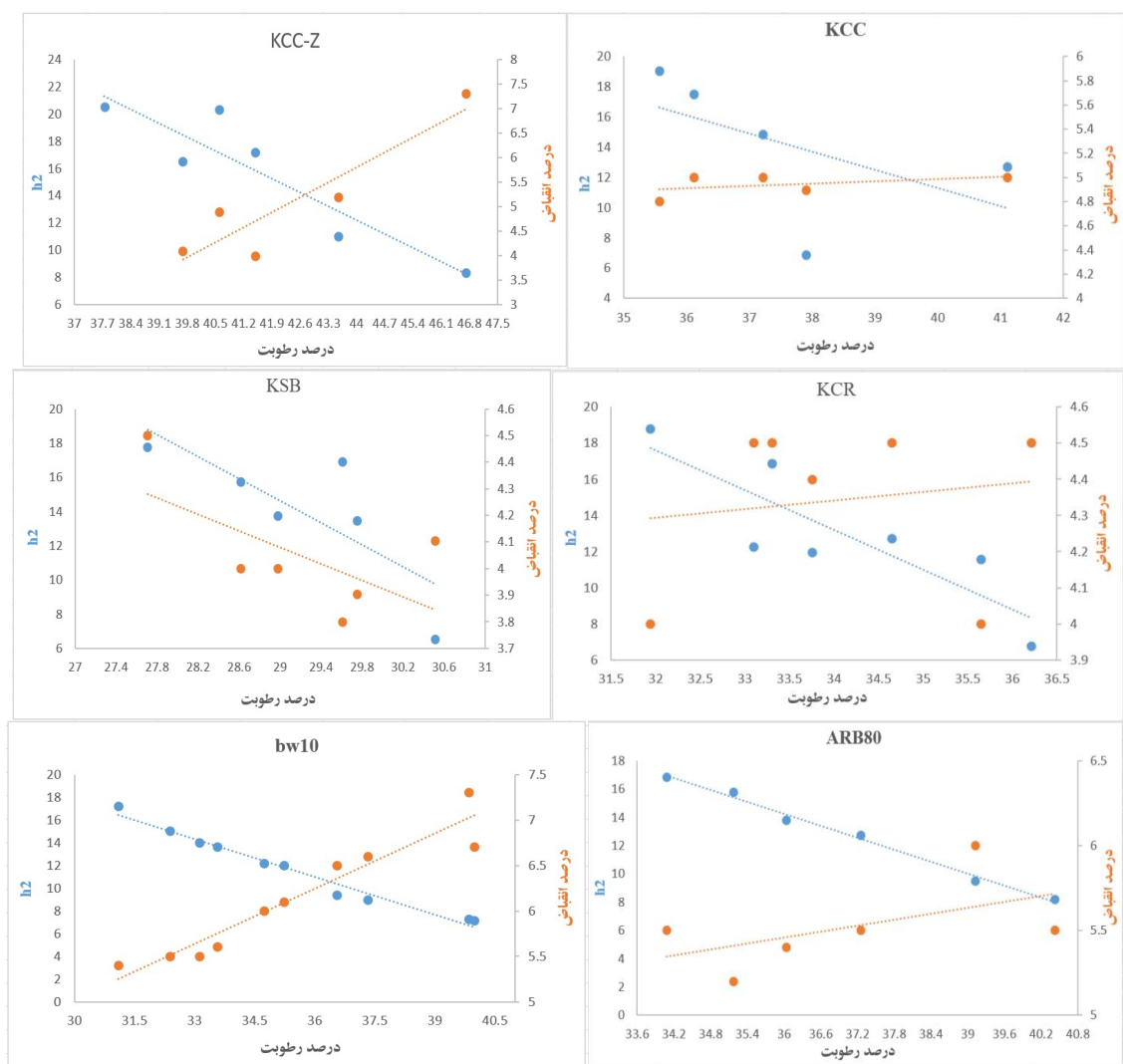


شکل ۴- دستگاه ففرکورن

میزان تغییر فرم حاصل از برخورد دیسک انتهایی وزنه دستگاه، که با نسبت ارتفاع اولیه به ارتفاع ثانویه بیان می شود، محاسبه و سپس میزان رطوبت اندازه گیری می شود. این آزمون بر روی نمونه هایی با درصد های مختلف آب تکرار شده و سپس منحنی تغییرات ارتفاع ثانویه نمونه (h_2) بر حسب میلی متر به میزان آب موجود در آن ترسیم می شود. عدد ففرکورن که مبین پلاستیسیته نمونه است، عبارت است از درصد آبی که در آن ارتفاع ثانویه نمونه گل برابر با ۱۶ میلی متر باشد. در مرحله ی بعد، این نمونه ها در خشک کن و در دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶ ساعت خشک شدند و درصد انقباض برای نمونه ها محاسبه شد.

شکل ۵ نمودار ارتفاع ثانویه گل و نیز درصد انقباض نمونه خشک شده را بر حسب میزان رطوبت موجود در خاک ها نشان می دهد.





شکل ۵: نتایج آزمون فترکورن انواع خاک

در جدول ۶۵ عدد پلاستیسیته بدست آمده از آزمون فترکورن، که معادل با میزان رطوبت نمونه وقتی که ارتفاع ثانویه آن به ۱۶ mm می رسد است، را برای انواع خاکها آمده است.

جدول ۶۵: عدد پلاستیسیته خاکها

نوع خاک	ESZWNK1	GZWKN	SPV1	SP100	SPF	SPH	KCC-Z	KCC	KSB	KCR	ARB80	bw10
آب پلاستیک	۳۸/۸	۴۳/۵	۳۸	۳۹/۵	۳۲/۵	۳۷/۵	۴۱/۲	۳۶	۲۸/۶	۳۲/۷	۳۴/۸	۳۱/۵

گفته می شود نمونه های رسی که از میزان آب پلاستیک بیشتری برخوردار باشد می بایست همزمان میزان انقباض تر به خشک بزرگتری را نیز به نمایش گذارند و نمونه ای با پلاستیسیته بیشتر نیز خواهد بود. با توجه به این نکته، به نظر می رسد خاک GZWNK و KCC-Z از این دیدگاه بر دیگر نمونه ها برتری داشته و می بایست در ترکیب بدنه کوردیریتی نقش آفرینی نمایند.

• بررسی استحکام خاکها

برای بررسی استحکام خاکها از آزمون خمش سه نقطه ای استفاده شد. استحکام نمونه های خشک شده در دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶ ساعت و استحکام نمونه های پخته شده در دمای ۹۵۰°C به مدت ۲ ساعت اندازه گیری شد.

جدول ۶۶ و ۶۷ به ترتیب عدد استحکام نمونه های خشک و پخته شده مذکور را نشان می دهد.

جدول ۶۶: عدد استحکام بعد از خشک کردن برای انواع خاکها

نوع خاک	ESZWNK1	GZWNK	SPV1	SP100	SPF	SPH	KCC-Z	KCC	KSB	KCR	ARB80	bw10
عدد استحکام (Kg/cm2)	۱۲/۹	۱۰	۲۴/۳	۱۶/۷	۱۶/۳	۱۶/۹	۶/۵	-	۱/۱	۴/۴	۱۶/۳	۲۲/۳

جدول ۶۷: عدد استحکام بعد از پخت برای انواع خاکها

نوع خاک	ESZWNK1	GZWNK	SPV1	SP100	SPF	SPH	KCC-Z	KCC	KSB	KCR	ARB80	bw10
عدد استحکام (Kg/cm2)	۵۹/۳	۳۴/۷	۱۲۸/۸	۱۱۸/۳	۱۰/۱ ۹	۱۱/۲ ۲	۲۶/۱	۱۳/۳	۳/۸	۲۳/۹	۱۵۲/۶	-

جمع بندی مواد اولیه:

با توجه به آنالیز شیمیایی و فازی مواد اولیه مذکور و نیز نیاز به موادی با پلاستیسیته مناسب جهت اکستروود پذیری بدون عیب گل حاصل از آن، برای شروع کار عملی، از میان خاک‌های رسی مذکور، از شرکت الف- کائولن خراسان دو خاک KCC-Z و KCP2 ، ب- از شرکت خاک چینی ایران دو خاک ESZWNK و GZWNK و پ- از خاک استقلال آباده سه خاک SPV1, SP100,SPF و SPH برای انجام آزمایش‌های ففركورن و اندازه‌گیری استحکام خمشی خشک و پخت بر روی آن‌ها انتخاب شدند.

بدیهی است که برای تامین اکسید منیزیم مورد نیاز، جهت تشکیل فاز کوردیریت، می‌بایست از تالک‌های معرفی شده در کنار کائولن و بالکلی استفاده نمود. به نظر می‌رسد که از میان انواع نمونه‌های معرفی شده توسط شرکت زمین کاو نمونه‌های با کدهای TA-GHA و TA-TAT1، از خلوص بالاتری از تالک برخوردارند و برای استفاده در پروژه حاضر مناسب‌تر خواهند بود. هم‌چنین، از دو نمونه تالک بره خوار تفتان نمونه اول به دلیل داشتن مقدار آهن کمتر، مناسب‌تر بوده و می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد.

هم‌چنین، انتظار می‌رود بتوان از برخی از خاک‌های منیزیتی نیز برای تنظیم استوکیومتری ترکیب کوردیریتی استفاده نمود. بهترین گزینه در این راستا منیزیت با کد MP97IRP خواهد بود.