

خاک ایلیتی سوراچین

۱- خلاصه:

خاکهای ایلیتی در صنعت کاشی و سرامیک برای حصول استحکام خمشی خام و خشک مصرف گسترده ای دارند و بعنوان یکی از کانیهای پر اهمیت در تولید کاشیهای دیواری اعم از دوپخت و تک پخت (مونوپوروزا) ؛ کاشی کف { مونوکوتورا } و همچنین پرسیلان محسوب میشوند هدف از این مطالعه بررسی خصوصیات فیزیکی خاک ایلیتی سوراچین و همچنین ثبات و پایداری کیفیت آن میباشد. در این مطالعه خصوصیات فیزیکی و حرارتی این کانی بصورت تک خاک و در فرمول بدنه دیواری دوپخت بررسی میگردد. بررسیها نشان میدهد که این خاک ایلیتی با برخورداری از استحکام خام و خشک میتواند در ارایه محصولات کاشی و سرامیک با گرید بالا موثر باشد.

۲- مقدمه:

نیل به خصوصیات فیزیکی لازم برای کاشی و سرامیک اعم از پلاستیسیته مناسب برای حصول استحکام خمشی خام و خشک ؛ برخورداری از میزان مناسب فاز شیشه مورد نیاز برای داشتن استحکام پخت مناسب ؛ جذب آب ؛ شیرینکیج ؛ ضریب انبساط حرارتی مناسب ؛ و سایر خصوصیات در سایه وجود کانیهای مختلفی همچون انواع رسها ؛ فلدسپارها ؛ کوارتز ؛ دولومیت و غیره میسر است که با بهره گیری از فرآیندهای آماده سازی ؛ شکل دهی و پخت قابل حصول است. در میان فرآیندهای تولید کاشی و سرامیک ؛ فرآیند شکل دهی از جمله فرآیندهای با اهمیت است که بر حسب نوع محصول با استفاده از پرسهایی با قدرت شکل دهی متفاوت صورت می پذیرد. بخش عمده ای از پارامترهای تاثیر گذار بر کیفیت محصولات در این فرآیند به خصوصیات فیزیکی خاک مربوط میگردد محصولی عاری از ترک ؛ دوپوستگی (lamination) ؛ دارا بودن استحکام خمشی خام و خشک بالا برای تحمل تنشهای حرارتی و مکانیکی حین فرآیند ؛ استحکام خمشی پخت بالا و سایر خصوصیات به ماهیت مواد اولیه مصرفی مربوط میگردد. از میان کانیهای مورد استفاده در صنعت کاشی و سرامیک نقش رسها برای حصول پارامترهای مذکور نقش پر اهمیتی است و کانیهایی همانند ایلیتها ؛ بال کلی ها و غیره از این منظر در مقام بالاتری میباشند. از آنجا که بال کلی های موجود ایران نسبت با بال کلی های شناخته شده ای چون بال کلی اکراین از مرغوبیت بالایی برخوردار نیستند کانیهای ایلیتی تا حدود زیادی میتوانند جایگزین بال کلی گردند هرچند در رابطه با برخی خواص همچون خواص ریولوژی دوغابهای تهیه شده از آنها ایلیتها نمیتوانند با بال کلی رقابت نمایند. ایلیتها معمولا با کربنات کلسیم همراه هستند در این رابطه کربنات کلسیم در دمای ۸۰۰ الی ۸۵۰ درجه سانتیگراد تجزیه شده و انیدرید کربنیک آزاد مینمایند خروج این گاز بدلیل بسته شده تخلخلها در روی سطح مشکل بوده و در نتیجه بدلیل فشار ناشی از گازهای درون تخلخلها امکان باد کردگی ایلیتها در دمای بالاتر وجود دارد که در این رابطه با یک منحنی پخت مناسب میتوان از این پدیده ممانعت نمود. ایلیتها دارای خصوصیات زیر هستند:

۱- انبساط بعد از پرس نرمال. این پارامتر نه تنها در ارایه محصولی عاری از عیوبی همچون ترک و سستی لبه موثر است بلکه در افزایش طول عمر لاینرهای قالب نیز نقش موثری را داراست.

۲- استحکام خام مناسب. ایلیتها رسهای سه لایه ای هستند که با جذب آب در بین لایه ها و لغزش آنها بر روی هم از پلاستیسیته بالایی برخوردارند این پارامتر نه تنها در افزایش استحکام خمشی خام موثر است بلکه میل به دو پوسته شدن (lamination) را نیز کاهش میدهد.

۳- استحکام خشک بالا. ایلیتها دارای استحکام خشک بالایی هستند و این پارامتر میتواند در حصول محصولی مقاوم در طول فرآیند و تولید محصولی با گرید بالا بسیار موثر باشد.

۳- تست و آزمون :

آزمونها به سه دسته تقسیم شدند.

- ۳ - ۱- تست تک خاک سوراچین در مقیاس آزمایشگاهی.
- ۳ - ۲- تست تک خاک سوراچین در فرمول بدنه در مقیاس آزمایشگاهی و صنعتی.
- ۳ - ۳- آزمونهای ثبات و پایداری محموله های متفاوت خاک سوراچین.

کلیه آزمونها بر روی دیو ۵۰۰۰ تنی ایجاد شده صورت گرفت. نمونه ای از نقاط مختلف دیو در معدن انتخاب شد بنحوی که نمونه انتخاب شده مبین کل دیو باشد. نمونه مورد آزمون در مقیاس آزمایشگاهی؛ نمونه یک کیلویی و نمونه مورد آزمون برای تست صنعتی به میزان ۲۰۰ تن مد نظر قرار داده شد. در تستهای آزمایشگاهی برای حصول نتایج دقیق سعی بر آن شد که تمامی تستها در سایز ۱۰*۲۰ صورت گیرد زیرا انتخاب سایز مذکور در مقیاس آزمایشگاهی این امکان را فراهم میسازد که با قرار دادن مستقیم آنها بر روی رولرهای کوره تولیدی؛ شرایط پخت؛ کاملاً مشابه با شرایط تولید سایزهای بزرگ تولیدی باشد.

۳ - ۱ - تست تک خاک ایلیت سوراجین در مقیاس آزمایشگاهی :

بر روی نمونه تک خاک انتخاب شده آنالیز شیمیایی و میزالی انجام شد. برای بررسی خصوصیات فیزیکی در تستهای آزمایشگاهی تک خاک؛ میزان ۳۰۰ گرم خاک را که تا دانه بندی حدود ۰,۳ سانتیمتر خردایش شده بود در فاست میل آزمایشگاهی همراه با ۶۰۰ سی سی آب و ۰,۷ درصد روانساز ۷۷۷ ریخته و به مدت ۱۰ دقیقه تا زیره ۷,۲ درصد سایش گردید. دوغاب حاصله الک؛ تخلیه؛ خشک و خردایش گردیده و با اعمال میزان ۵,۶ درصد رطوبت؛ از الک با چشمه های یک میلیمتری عبور داده شد و پس از ماندگاری بمدت ۲ ساعت با پرس آزمایشگاهی تحت فشار ویژه ۲۷۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع درست همانند فشار ویژه محصولات تولیدی؛ در ابعاد ۱۰*۲۰ پرس و در کوره تولیدی تحت دمای ۱۱۳۸ بمدت ۴۵ دقیقه پخت و پارامترهای فیزیکی آن اندازه گیری شد.

۳ - ۲ - تست تک خاک سوراجین در فرمول بدنه در مقیاس آزمایشگاهی و صنعتی :

۳-۲-۱ - تست فرمول حاوی ایلیت سوراجین در مقیاس آزمایشگاهی :

فرمول بدنه با استفاده از خاک ایلیتی سوراجین در مقیاس صنعتی و آزمایشگاهی در جدول شماره یک آورده شده است. در این مرحله میزان ۳۰۰ گرم فرمول را که تا دانه بندی حدود ۰,۳ سانتیمتر خردایش شده بود در فاست میل آزمایشگاهی همراه با ۲۰۰ سی سی آب و ۰,۷ درصد روانساز ۷۷۷ ریخته و به مدت ۱۰ دقیقه تا زیره ۷,۲ درصد سایش گردید. دوغاب حاصله الک و تخلیه؛ خشک و خردایش گردیده و با اعمال میزان ۵,۸ درصد رطوبت از الک با چشمه های یک میلیمتری عبور داده شد و پس از ماندگاری بمدت ۲ ساعت تحت فشار ویژه ۲۷۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع در ابعاد ۱۰*۲۰ پرس و در کوره تولیدی تحت دمای ۱۱۳۸ بمدت ۴۵ دقیقه پخت و پارامترهای فیزیکی آن اندازه گیری گردید. خصوصیات فیزیکی در جدول شماره ۵ آورده شده است. ویسکوسیته و دانسیته دوغاب حاصله بترتیب ۱۵۹۵ گرم بر لیتر و ۲۴ ثانیه اندازه گیری گردید.

جدول شماره ۱

ترکیب بدنه

	سوراجین	F1	B1	FK1	D1	FK2	RECY1	Shamoot
بدنه BODY 34	28	16.0	5.0	16.0	10.0	9.0	12.0	4.0

در تمامی تستها برای اندازه گیری استحکام خام و خشک از مقاومت سنج گابریلی؛ و برای خواندن داده های رنگ از اسپکتروفوتومتر کونیکا مینولتا و برای اندازه گیری ضریب انبساط حرارتی از دیلاتومتر شرکت Netzsch آلمان استفاده شد.

ریولوژی فرمول حاوی خاک ایلیت سوراجین با استفاده از روانساز ۷۷۷ و همچنین مخلوطی از سیلیکات سدیم و ST.P.P مورد بررسی قرار گرفت استفاده از ۰,۷ درصد روانساز ۷۷۷ و مخلوط سیلیکات سدیم و ST.P.P بترتیب به میزان ۰,۷ درصد و ۰,۲ درصد نتایج مشابهی را ارایه داده و مشخص شد که حصول دانسیته ۱۶۲۰ - ۱۶۱۰ و ویسکوسیته ۲۵ - ۲۲ ثانیه با روانسازهای مذکور قابل حصول است.

۳- ۲- ۲- تست فرمول حاوی تک خاک سوراوچین در مقیاس صنعتی:

تست صنعتی فرمول حاوی تک خاک سوراوچین در مقیاس ۱۰۰ تن فرمول با استفاده از ماشین آلات تولید انجام شد. رطوبت خاکهای خردایش شده اندازه گیری و در فرمول اعمال شد. خاک های خردایش شده توسط سیستمهای خردایش با دانه بندی ۳ میلیمتر همراه با خاک سوراوچین با ابعاد حدود یک سانتیمترمربع و با استفاده از روانساز ۷۷۷ در بالمیل مداوم (continuous) شارژ و به زبره حدود ۷,۵ - ۷,۰ و دانسیته ۱۶۰۰ و ویسکوسیته ۲۵ ثانیه رسیده و پس از آهن زدایی درون حوضچه های دوغاب تخلیه و با ماندگاری ۲۴ ساعت اسپری و پس از طی فرآیند aging با پرسهای ۲۰۹۰ شرکت زاکمی در سایز ۶۰*۳۰ پرس و در خشک کنهای عمودی تا رسیدن به رطوبت حدود ۰,۲ درصد خشک و در کوره های تولیدی تحت دمای ۱۱۳۸ و سیکل ۴۵ دقیقه پخت و پارامترهای فیزیکی آن اندازه گیری گردید.

۲ - ۳- تستهای لازم برای بررسی ثبات و پایداری محموله های متفاوت خاک سوراوچین:

برای بررسی ثبات دپوهای متفاوت سعی بر آن شد تا در بازه زمانی یک ساله ؛ بر روی تک خاک و همچنین فرمول بدنه حاوی این تک خاک آنالیز شیمیایی انجام شود. همچنین از آنجا که در کاشی دیواری پارامتر ضریب انبساط حرارتی بدنه از پارامترهای بسیار با اهمیت است ؛ این فاکتور نیز در بازه زمانی مذکور توسط سیستم دیلاتومتری مورد بررسی قرار گرفت.

۴ - بحث و نتیجه گیری :

الف : آنالیز شیمیایی :

آنالیز شیمیایی انجام شده بر روی نمونه در جدول شماره ۲ آورده شده است یکی از پارامترهای مهم در انتخاب یک خاک در صنعت کاشی و سرامیک گوگرد میباشد. گوگرد در تخریب ساختار آجرهای کوره نقش بسیار مهمی دارد و اگر کاملاً از طریق دودکش از کوره خارج نشود باتشکیل SO3 و ورود به محوطه اطراف کوره با ترکیب با بخار آب به اسید سولفوریک تبدیل میشود که بسیار خورنده بوده و سیستمهای اطراف را تخریب میکند. میزان گوگرد در ایلیت سوراوچین پایین گزارش شد. همچنین وجود اکسید کلسیم دال بر وجود کربنات کلسیم در این کانی است. ایلیت سوراوچین ایلیت پتاسیمی است. یون پتاسیم میتواند به شیرینکیج این خاک کمک کرده و از طرفی با شرکت در فرآیند شیشه سازی بخصوص در تولیدکاشیهای پخت بالاتر با ایجاد فاز مذاب با ویسکوسیته مناسب فرآیند سینترینگ را سهولت بخشد.

جدول شماره ۲

آنالیز شیمیایی خاک سوراوچین

L.O.I	s	K2O	Na2O	MgO	CaO	TiO2	Fe2O3	Al2O3	SiO2	نوع خاک	نام معدن	کد دپو
5.75	0.02	3.72	0.9	0.93	2.25	0.29	2.09	13.05	70.40	ایلیت	سوراوچین	465

ب: آنالیز مینرالی :

آنالیز مینرالی در جدول شماره ۲ آورده شده است ؛ بر اساس آنالیز شیمیایی و مینرالی موجود ؛ و با توجه به حضور کلسیم و میزان بسیار اندک گوگرد؛ این خاک عاری از نمکهای مخربی همچون گچ میباشد. میزان کلسیت موجود شیرینکیج این خاک را کاهش و جذب آب را افزایش میدهد. فاز ایلیت موجود در افزایش استحکام خام و خشک نقش بسزایی را داراست

جدول شماره ۳

آنالیز مینرالی خاک سوراوچین

X.R.D.6	X.R.D.5	X.R.D.4	X.R.D.3	X.R.D.2	X.R.D.1
Kaolinit	Dolomite	Albite	Calcite	Mica-Illite	Quartz

ج : خصوصیات فیزیکی تک خاک و فرمول حاصله از این تک خاکها :

۱- اندازه گیری خصوصیات فیزیکی در جدول شماره ۴ نشان میدهد که مقاومت خام و خشک این خاک بالاست و این بیانگر این است که بدنه تولیدی در حین فرآیند دارای کمترین میزان ضایعات بوده و میتواند میزان درجه بندی محصول را از طریق کاهش گوشه پریدگی و یا ترک و شکستگی افزایش دهد.

جدول شماره ۴

خصوصیات فیزیکی تک خاک سوراوچین

استحکام خمشی خام Kg/cm ²	استحکام خمشی خشک Kg/cm ²	تغییر ابعاد (شیرینکیج) %	جذب آب %	رنگ			ضریب انبساط حرارتی در C ° 400 *10 ⁻⁷ /° C
				L	a	b	
7.0	35	-1.64	12.6	63	8	23	87.09

همانگونه که در جدول ۵ آورده شده است رنگ بدنه کرم روشن است. روشن بودن رنگ بدنه میتواند در کاهش مصرف لعاب و انگوب نقش بسزایی داشته باشد از طرفی جذابیت طرحها بر روی آن افزایش می یابد از آنجا که پارامتر جذب آب انگوب در ایجاد عیب پشتنمایی از جمله پارامترهای مهم در صنعت کاشی میباشد و معمولا برای کاهش جذب آب میبایست میزان شیشه ای بودن انگوب را که بر روی سفیدی انگوب تاثیر منفی میگذارد را افزایش داد ؛ سفید بودن رنگ بدنه میتواند به طراحی انگوبی با جذب آب پایین بدون تاثیر منفی قابل توجه بر روی سفیدی آن از جمله مزیتهای قابل توجه باشد. استفاده از حدود ۲۸ درصد ایلیت سوراوچین در فرمول بدنه ؛ رنگ بدنه را در محدوده سفید مایل به کرم قرار داده است که از جذابیت خاصی برخوردار است. طرحهای اعمالی بر روی این بدنه نیز دارای جذابیت ویژه ای است. رنگ این بدنه این امکان را فراهم ساخته است که از میزان انگوب و لعاب کمتری استفاده شود و از طرفی در طراحی انگوب از میزان زیرکن کمتری استفاده گردد. همچنین با استناد به نتایج جدول شماره ۵ ؛ بالا بودن استحکام خمشی خام و خشک بخصوص استحکام خشک از جمله خواص مطلوبی است که در افزایش درجه بندی نقش موثری را داراست. بررسیهای انجام شده برای تعیین میزان ضایعات نشان داد که استحکام مناسب این بدنه در ممانعت از گوشه پریدگی ؛ ترک ؛ شوکهای حرارتی و مکانیکی فرآیند تولید نقش مهمی را ایفاء نموده است.

جدول شماره ۵

خصوصیات فیزیکی بدنه آزمایشگاهی BODY 34

نست	استحکام خمشی خام Kg/cm ²	استحکام خمشی خشک Kg/cm ²	تغییر ابعاد (شیرینکیج) %	جذب آب %	رنگ			ضریب انبساط حرارتی در C 400 ° *10 ⁻⁷ /° C
					L	a	b	
آزمایشگاهی	5.5	28	-0.13	18.3	78.2	2.3	16.8	80.47
								80.47
صنعتی	5.0	25	-0.15	18.5	77.8	2.5	16.6	79.23

د: بررسی ثبات و پایداری محموله های متفاوت خاک سوراوچین:

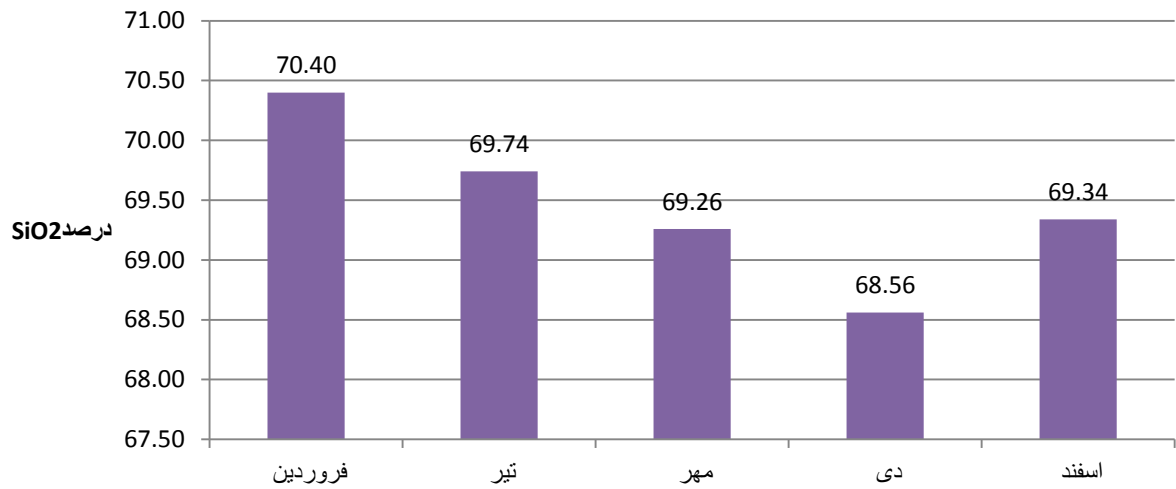
ثبات و پایداری کیفیت یک خاک منجمله ثبات خصوصیات شیمیایی ؛ فیزیکی و حرارتی از جمله پارامترهای مهم در فرآیند تولید بوده و علاوه بر سهولت تولید؛ افزایش محصولات گرید بالا را تضمین مینماید بر این اساس در بازه های زمانی متفاوت؛ آنالیز شیمیایی و مینرالی تک خاک سوراوچین و بدنه های تولیدی این خاک و همچنین ضریب انبساط حرارتی بدنه تولید شده از این خاک مورد بررسی قرار گرفت جدول شماره ۶ و منحیهای زیر حاکی از ثبات و پایداری کیفی این خاک از نقطه نظر آنالیز شیمیایی میباشد:

جدول شماره ۶

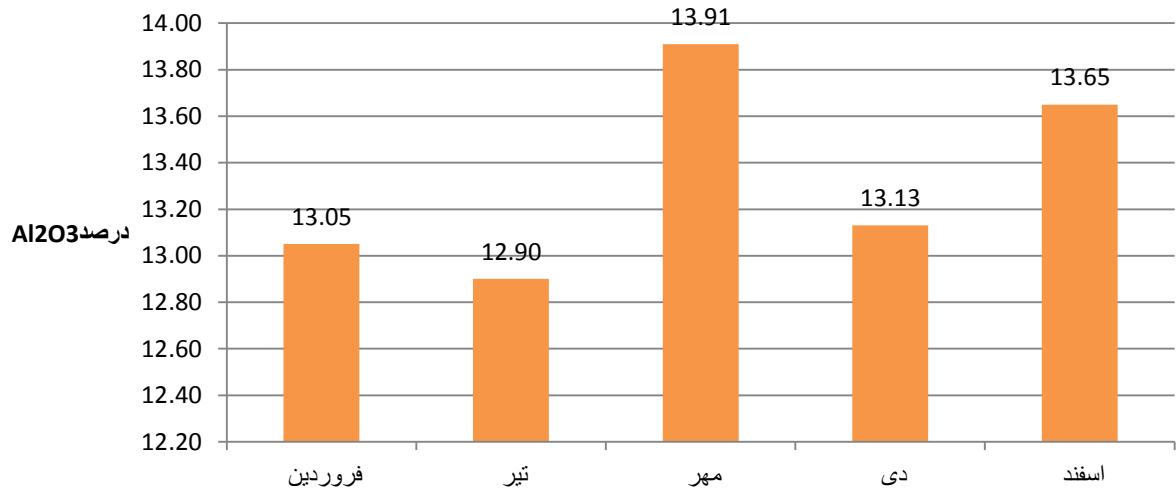
آنالیز شیمیایی خاک سوراوچین از خاک دپو شده در زمانهای متفاوت

L.O.I	s	K2O	Na2O	MgO	CaO	TiO2	Fe2O3	Al2O3	SiO2	نوع خاک	نام معدن	کد دپو
5/75	0/02	3/72	0/90	0/93	2/25	0/29	2/09	13/05	70/40	ابلیت	سوراوچین	465
6/03	0/02	3/85	0/95	1/00	2/54	0/29	2/23	12/90	69/74	ابلیت	سوراوچین	466
6/20	0/02	3/46	0/79	0/94	2/79	0/32	2/10	13/91	69/26	ابلیت	سوراوچین	768
7/44	0/02	3/43	0/86	1/05	2/62	0/32	2/20	13/13	68/56	ابلیت	سوراوچین	542
6/02	0/03	3/74	0/95	0/81	2/49	0/43	2/13	13/65	69/34	ابلیت	سوراوچین	652
5/70	0/02	4/87	0/24	1/05	0/21	0/32	1/46	16/71	69/13	ابلیت	سوراوچین	

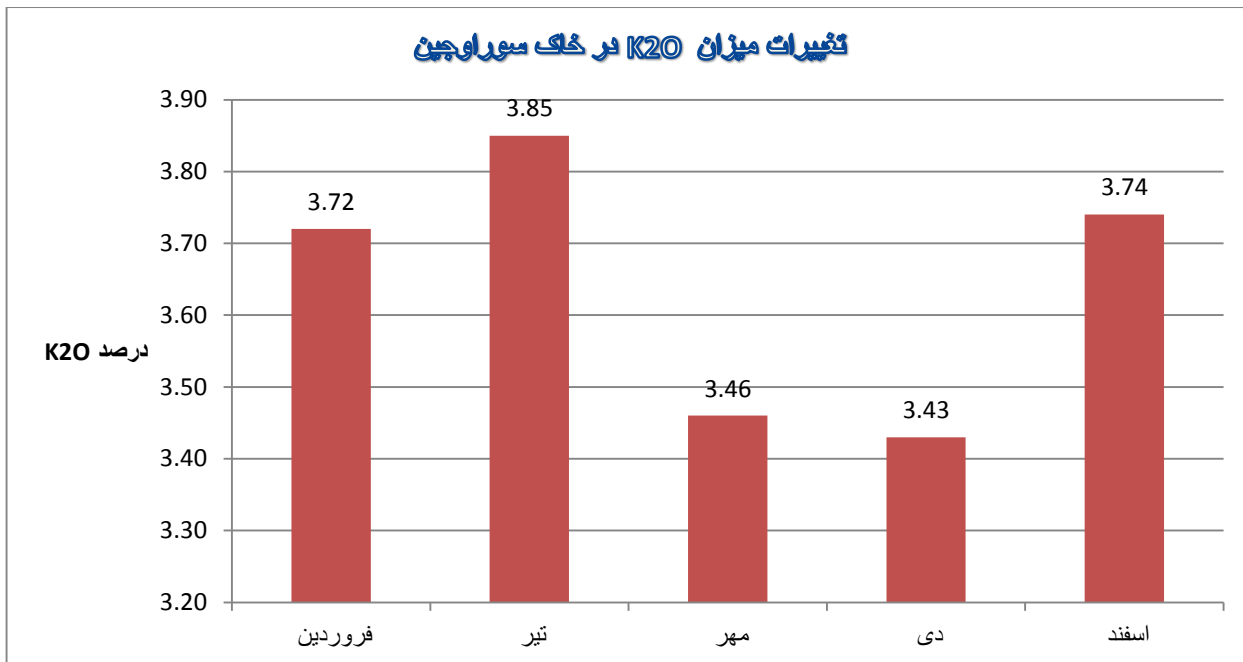
تغییرات میزان SiO_2 در خاک سوراوچین



تغییرات میزان Al_2O_3 در خاک سوراوچین

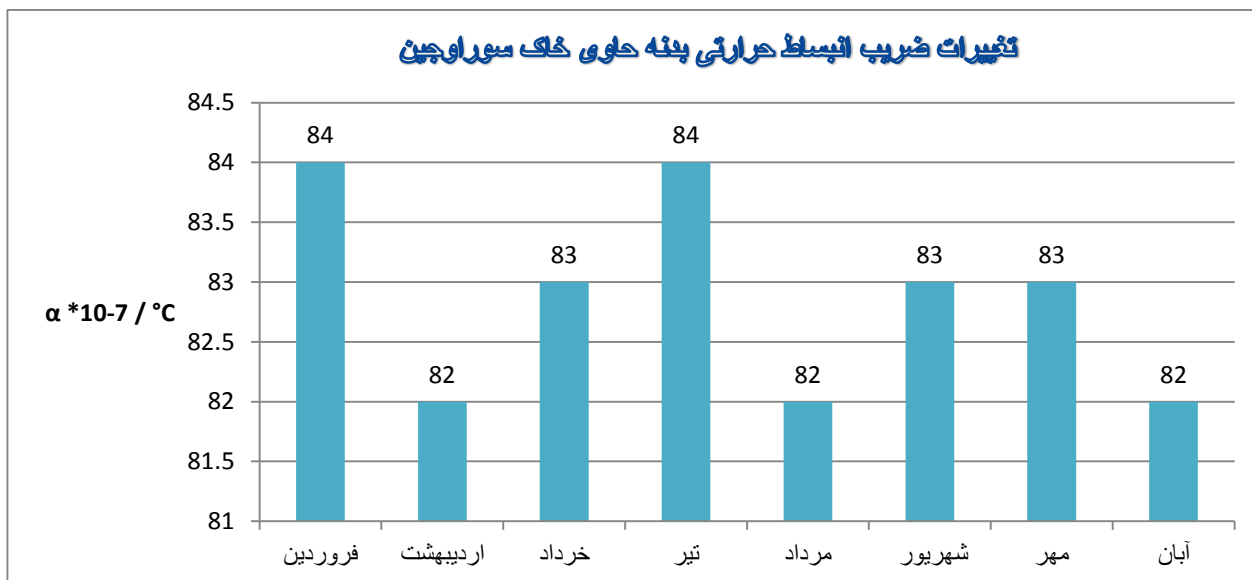


تغییرات میزان K2O در خاک سوراجین



بر روی بدنه های تولیدی از خاک سوراجین در یک بازه زمانی مشخص تست دیلاتومتری صورت گرفت نتایج نشان میداد که فرمول بدنه حاوی خاک سوراجین که درصد بالایی از این خاک را داراست از نقطه نظر ضریب انبساط حرارتی دارای ثبات خوبی است و این میتواند در افزایش گرید بالای محصولات کاشی و سرامیک موثر باشد. منحنی زیر تغییرات ضریب انبساط حرارتی بدنه را در یک بازه مشخص نشان میدهد.

تغییرات ضریب انبساط حرارتی بدنه حاوی خاک سوراجین



همچنین گرانول بدنه تولیدی حاوی خاک سوراجین در یک بازه زمانی مشخص آنالیز گردید جدول شماره ۷ آنالیز گرانول بدنه دیواری را نشان میدهد. همانگونه که در جدول یک آورده شده است آنالیز شیمیایی بدنه تولیدی در بازه های زمانی متفاوت تفاوت چندانی با یکدیگر ندارد

جدول شماره ۷

آنالیز شیمیایی بدنه دیواری در زمانهای متفاوت

L.O.I	s	K2O	Na2O	MgO	CaO	TiO2	Fe2O3	Al2O3	SiO2	نام معدن
10/59	0/02	2/49	2/02	3/06	6/18	0/25	1/31	13/05	60/6	گرانول دیوار A
10/3	0/02	2/5	2/39	3/74	5/43	0/28	1/34	13/26	60/22	گرانول دیوار B
10/62	0/02	2/47	2/2	3/86	6/01	0/26	1/36	12/91	60/41	گرانول دیوار C
10/07	0/02	2/5	2/04	3/76	5/48	0/27	1/47	13/21	60/77	گرانول دیوار D
9/75	0/17	2/87	2/46	3/49	5/63	0/26	1/25	13/15	61/04	گرانول دیوار E
9/43	0/04	2/92	2/02	3/3	5/44	0/26	1/28	13/09	61/75	گرانول دیوار F

نتیجه گیری:

- ۱- خاک ایلیتی سوراوچین فاقد ماده مضرى همانند گوگرد است. بر اساس آنالیز شیمیایی ؛ این خاک فاقد گچ میباشد.
- ۲- مقاومت خام و خشک بالای ایلیت سوراوچین بیانگر پلاستیسیته بالای این خاک میباشد. این ۲ پارامتر در تولید محصول عاری از ترک و شکست با گرید بالا بسیار موثر است .
- ۳- پلاستیسته بالای این خاک خطر دوپسته شدن یعنی Lamination را کاهش میدهد .
- ۴- پایین بودن انبساط بعد از پرس این خاک در تولید محصول فاقد عیب از نقطه نظر لبه ریزی نقش موثری داشته و از طرفی از استهلاك زودرس لاینرهای قالب ممانعت مینماید.
- ۵- ثبات کیفیت معدن سوراوچین ؛ نوسانات تولید محصولات کاشی را در فرآیند تولید کاهش داده و میتواند از این طریق در ارتقاء کمیت و کیفیت (افزایش درجه یک) نقش پر اهمیتی را ایفاء نماید .
- ۶- هرچند که ماهیت سه لایه ای بودن این خاک منجر به افزایش ویسکوسیته دوغاب بدنه آن می شود ولی با استفاده از روانسازهای موجود در بازار میتوان براحتی به دانسیته بالاتر از ۱۶۰۰ گرم بر لیتر نایل آمد. بهترین روانساز برای این خاک تری پلی فسفات سدیم و متاسیلیکات سدیم میباشد و کربنات سدیم و هیدرات سدیم استفاده محدودی دارند و این به این دلیل است که PH ایلیت نسبت به کایولن کمتر اسیدی میباشد.

با آرزوی توفیق روز افزون شما