

بررسی ضایعات آجر (آلوئک و سفیدک) در کارخانه‌های آجرسازی با دیدگاه مهندسی (مطالعه موردی جنوب شرقی گرگان، نصرآباد)

لری پاریزی نژاد، زهره^{۱*}؛ رقیمی، مصطفی^۲؛ رحیمی چاکدل، عزیز^۳؛ قلی پور، محسن^۴
^{۱،۲،۳} گروه زمین شناسی، دانشگاه گلستان، گرگان
^۴ جهاد دانشگاهی گلستان، گرگان

Parizi1368@Yahoo.Com

چکیده

آلوئک و سفیدک از مشکلات اساسی محصولات کارخانه‌های آجرسازی ایران به ویژه در کارخانجات منطقه نصرآباد جنوب شرقی گرگان می‌باشد، به منظور بررسی پدیده‌های آلوئک و سفیدک با دیدگاه مهندسی در این مقاله به بررسی خصوصیات کانی‌شناسی و فیزیکی این پدیده‌ها و خصوصیات ژئوشیمیایی، کانی‌شناسی و فیزیکی مواد خام محصولات کارخانه آجرسازی نصرآباد پرداخته شد. در بحث کانی‌شناسی کلسیت کانی اصلی آلوئک‌ها و سفیدک‌های محصولات و کوارتز، کلسیت، آلپیت کانی‌های اصلی، هماتیت، اورتوکلاز، کلریت، مونتورونیت کانی‌های فرعی مواد خام می‌باشند. براساس نتایج آنالیز شیمیایی میانگین اکسیدهای اصلی مواد خام کارخانه آجرسازی SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO و L.O.I به ترتیب ۵۳/۷۹، ۱۲/۷۳، ۶/۸۷، ۱۱/۰۲، ۸/۸۴ درصد می‌باشد و آزمایش دانه بندی به روش هیدرومتری در مواد خام بافت لوم و رس لای دار را نشان می‌دهد. میانگین مقاومت خمشی محصولات دارای آلوئک و سفیدک به ترتیب 290 Kg/cm^2 ، ۲۹۴ می‌باشد. با توجه به مطالعات انجام شده منبع پدیده‌های آلوئک و سفیدک محصولات کارخانه آجرسازی نصرآباد به مواد خام مصرفی و فرآیند تولید آن برمی‌گردد.

کلمات کلیدی: خواص مهندسی، آلوئک، سفیدک، آجر.

۱- مقدمه

اگر گل آجر سنگ آهک درشت دانه داشته باشد، هنگام پختن آجر، سنگ آهک هم می‌پزد و CO_2 آن آزاد و CaO در آجر می‌ماند، پس از رسیدن آب باران به آن آهک زنده درون آن می‌شکند و تبدیل Ca(OH)_2 می‌گردد و حجمش ۱/۲۵ تا ۳/۵ برابر می‌شود، با افزایش حجم در آجرتنش ایجاد می‌کند و آنرا می‌ترکاند (Grim, R.E., ۱۹۶۲).

یکی از عوامل مخرب آجر شوره یا سفیدک است که منجر به فرسوده شدن آجر در مدت زمان کوتاهی می‌شود، شوره ماده‌ای پودری و معمولاً سفید رنگ است که حاصل رسوب نمک‌های محلول در اثر تبخیر آب است (Ahl, J., ۲۰۰۴). شوره نه تنها یک مشکل زیبایی است همچنین می‌تواند باعث آسیب ریزساختاری و کاهش کیفیت محصول شود (Andres, A. et al., ۲۰۰۹). سه شرط برای شکوفایی لازم است ۱- وجود نمک‌های محلول در آجر ۲- وجود رطوبت کافی برای اینکه نمک به صورت محلول درآید ۳- باید مسیری برای حرکت نمک‌های محلول وجود داشته باشد، مهم‌ترین منبع نمک موجود در آجر، مواد خام استفاده شده برای ساخت آن می‌باشد (Drive, P.R. and Virginia., ۲۰۰۶). در این مقاله خصوصیات مهندسی ضایعات آجر (آلوئک و سفیدک) و منشا ایجاد آن‌ها در محصولات مطالعه شد.

۲- مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با موقعیت جغرافیای $36^{\circ}49'$ طول شرقی و $54^{\circ}29'$ عرض شمالی در ۴ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان گرگان

واقع شده است (شکل ۱). خصوصیات ژئوشیمیایی مواد خام به روش فلورسانس اشعه ایکس (XRF) و خصوصیات کانی شناسی مواد خام، آلونک ها و سفیدک های محصولات کارخانه به روش پراش اشعه ایکس (XRD) در شرکت کانساران بینالود بررسی شد، و مطالعات میکروسکوپی محصولات آلونک دار در آزمایشگاه زمین شناسی دانشگاه گلستان انجام شد، و خصوصیات فیزیکی مواد خام و محصولات در آزمایشگاه فیزیکی کارخانه آجرسازی نصرآباد مطالعه شد.



شکل ۱ عکس ماهواره از منطقه مورد مطالعه

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ضایعات آجر در محصولات کارخانه آجرسازی

از ضایعات مشهود در محصولات کارخانه آجرسازی نصرآباد آلونک و سفیدک می باشد (شکل ۲). مواد خام آجر باید عاری از هر سنگ آهک باشد زیرا وجود ذرات سنگ آهک بزرگتر از یک میلیمتر موجب شکفته شدن آهک در آجر پخته می شوند. برای جلوگیری از این پدیده باید خاک آجر را پیش از ساختن گل خوب آسیاب یا غربال کنند (حامی، ا، ۱۳۷۱). مهم ترین نمک های معمول موجود در سفیدک های تشکیل شده در سطح آجرسولفات سدیم، کربنات سدیم، بی کربنات سدیم، سدیم سیلیکات، سولفات پتاسیم، سولفات کلسیم، کربنات کلسیم و سولفات منیزیم می باشند (Loughran, P. et al., ۲۰۰۷).



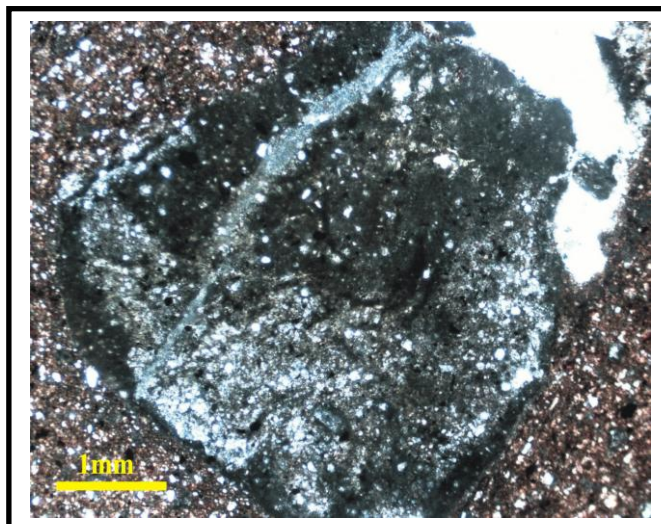
شکل ۲ آلوئک و سفیدک‌های مشاهده شده در محصولات کارخانه آجرسازی نصرآباد

۳-۱-۱- مطالعات کانی‌شناسی به روش پراش اشعه ایکس (XRD)

نتایج کانی‌شناسی به روش پراش اشعه ایکس (XRD) کلسیت را به عنوان کانی اصلی آلوئک‌ها و سفیدک‌های محصولات کارخانه آجرسازی نصرآباد نشان می‌دهد. آب باران که کمی CO_2 در خود حل کرده است با کربنات کلسیم مانده در آجر ترکیب $Ca(HCO_3)_2$ را می‌سازد که بر روی آجر ظاهر می‌شود. پس از خروج CO_2 و آب، $CaCO_3$ به شکل شوره یا سفیدک کربنات کلسیم بر روی آجر باقی می‌ماند (Drive, P.R. and Virginia., ۲۰۰۶).

۳-۱-۲- مطالعه میکروسکوپی آلوئک‌ها

در مطالعات میکروسکوپی مقاطع نازک محصولات، آلوئک‌هایی با قطر ۲ تا ۵/۵ میلیمتر و سطوح واضح دیده می‌شود و اغلب به طور معمول شبیه چند وجهی گاهی به صورت گرد قابل تشخیص هستند، و از کانی‌های ثانویه تشکیل شده‌اند (شکل ۳).



شکل ۳ تصاویر میکروسکوپی از آلوئک‌های موجود در محصولات کارخانه

۳-۱-۳- تاثیر آلوئک و سفیدک بر خواص مهندسی محصولات کارخانه آجرسازی نصرآباد

به منظور بررسی تاثیر آلوئک و سفیدک بر کیفیت محصولات کارخانه آجرسازی میانگین مقاومت خمشی محصولات دارای آلوئک و سفیدک اندازه‌گیری شد و با مقاومت خمشی استاندارد و محصولات سالم مقایسه گردید (جدول ۱). با توجه به نتایج حاصل مقاومت خمشی محصولات آلوئک و سفیدک‌دار کمتر از مقاومت خمشی محصولات سالم کارخانه است ولی با استاندارد ۲۹۰۹-۲ مغایرتی ندارند.

جدول ۱ مقایسه مقاومت خمشی محصولات کارخانه آجرسازی با استاندارد ملی ۲۹۰۹-۲ ایران برای بلوک های سقفی

محصولات	آلوئک‌دار	سفیدک‌دار	سالم	طبق استاندارد ملی ۲۹۰۹-۲
مقاومت خمشی Kg/Cm ^۲	۲۹۰	۲۹۴	۳۱۶	۲۵۰ ≤

۳-۲- بررسی مواد خام کارخانه آجرسازی نصرآباد

باتوجه به اینکه منبع آلوئک و سفیدک محصولات، به مواد خام مصرفی آنها برمی‌گردد. مطالعه بافت مواد خام به روش هیدرومتری، مطالعات ژئوشیمیایی به روش فلورسانس اشعه ایکس، مطالعات کانی شناسی به روش پراش اشعه ایکس (شکل ۴) انجام شد.

۳-۲-۱- مطالعه بافت مواد خام به روش هیدرومتری

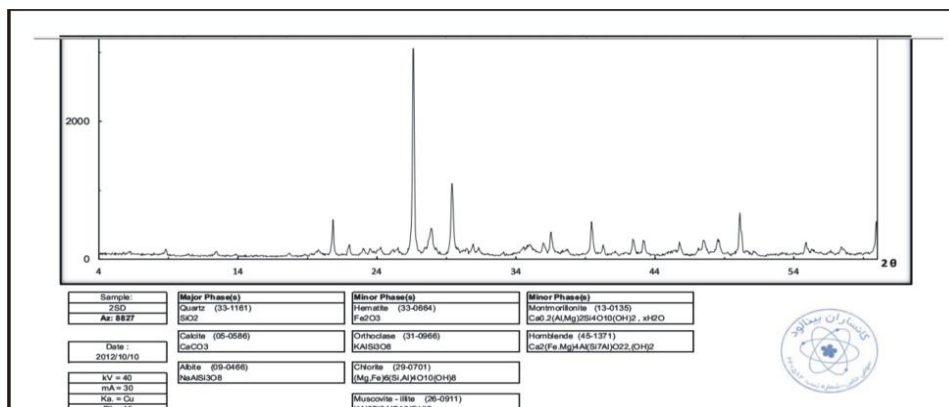
در بررسی خصوصیات فیزیکی مواد خام، دانه بندی و اندازه ذرات به روش هیدرومتري مطالعه شد. و برطبق سیستم طبقه بندی متحد (یونیفاید) خاک که توسط استاندارد ASTM تعریف شده است دارای بافت لوم و رس لای دار می باشد، و ۱۲ درصد از مواد خام را ذرات در حد ماسه تشکیل می دهند. در این سیستم به ذرات بزرگتر از ۰/۰۷۴ میلی متر تا ۲ میلی متر ماسه و ذرات بین ۰/۰۷۴ تا ۰/۰۰۵ میلی متر لای و در بعضی از منابع به ذرات ریزتر ۰/۰۰۵ میلی متر رس اتلاق می گردد و در بعضی از منابع به ذرات ریزتر از ۰/۰۰۲ میلی متر رس اتلاق می شود.

۳-۲-۳- مطالعه ژئوشیمیایی به روش فلورسانس اشعه ایکس (XRF)

براساس نتایج آنالیز شیمیایی میانگین اکسیدهای اصلی مواد خام کارخانه آجرسازی CaO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 و L.O.I به ترتیب ۵۳/۷۹، ۱۲/۷۳، ۶/۸۷، ۱۱/۰۲، ۸/۸۴ درصد می باشد، و میانگین قلیایی های $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ موجود در مواد خام ۳/۶۵ درصد می باشد. براساس نتایج به دست آمده مقدار اکسید اصلی CaO مواد خام بالا است که می تواند حاکی از وجود کانی کلسیت باشد.

۳-۲-۳- مطالعات کانی شناسی به روش پراش اشعه ایکس (XRD)

براساس نتایج کانی شناسی به روش پراش اشعه ایکس (XRD)، کوارتز، کلسیت و آلپیت کانی های اصلی و هماتیت، اورتوکلاز، کلریت، مسکویت-ایلیت، مونتموریونیت، هورنبلند کانی های فرعی مواد خام می باشند. کلسیت بالا مواد خام پتانسیل ایجاد آلونک و سفیدک در محصولات کارخانه را دارد.



شکل ۴ نتایج پراش اشعه ایکس مواد خام کارخانه آجرسازی نصرآباد

۴- نتایج

- مطالعات کانی شناسی پدیده‌های آلونک و سفیدک، کلسیت را به عنوان کانی اصلی نشان می‌دهد.
- میانگین مقاومت خمشی محصولات سالم و محصولات دارای آلونک و سفیدک به ترتیب برابر $294,290,316 \text{ Kg/cm}^2$ می‌باشد و با مقاومت خمشی استاندارد ۲-۲۹۰۹ مغایرتی ندارند.
- براساس مطالعات ژئوشیمی مقدار CaO مواد خام ۱۱/۰۲ درصد است، و مطالعات کانی شناسی حضور کلسیت را به عنوان کانی اصلی مواد خام تایید می‌کند.
- براساس مطالعه بافت مواد خام به روش هیدرومتری ۱۲ درصد مواد خام را ماسه تشکیل می‌دهند.
- با توجه به مطالعات انجام شده منشا پدیده‌های آلونک و سفیدک محصولات کارخانه آجرسازی نصرآباد به مواد خام مصرفی و فرآیند تولید آن برمی‌گردد.
- برای رفع این مشکل باید از خاک با سنگ آهک کمتر به عنوان مواد خام استفاده کرد و نیز در خط تولید قطعات سنگ آهک را به ذرات ریزتر خرد نمود.

منابع

- حامی، ا.، (۱۳۷۸). مصالح ساختمانی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ نوزدهم، ۲۹۹ صفحه.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی، (۱۳۶۸). "بلوک های سقفی مورد مصرف در سقف های تیرچه بلوک - ویژگی ها و روش های آزمون"، شماره ۲-۲۹۰۹، چاپ اول، ۱۲ صفحه.
- Ahl, J. (۲۰۰۴). "Salt diffusion in brick structures", JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE, VOL. ۳۹, PP. ۴۲۴۷-۴۲۵۴.
- ASTM. (۱۹۹۲). "Standard Test Method for Identification and Classification of Dispersive Clay Soils by Pinhole Test", ASTM Designation, PP. ۴۶۴۷-۹۲.
- Andres, A. Diaz, M. Coz, C. Abellan, J. Javier, R. and Viguri. (۲۰۰۹). "Physico-chemical characterisation of bricks all through the manufacture process in relation to efflorescence salts", Journal of the European Ceramic Society, VOL. ۲۹, PP. ۱۸۶۹-۱۸۷۷.
- Drive, P.R. and Virginia. (۲۰۰۶). "Stains - Identification and Prevention", Brick Industry Association, VOL. ۲۳, PP. ۱-۵.
- Grim, R.E. (۱۹۶۲). "Clay mineralogy", International series in the earth planetary sciences, McGraw-Hill, London, pp ۴۲۲.
- Loughran, P. AIA. P.E. and LEED, A.P. (۲۰۰۷). "Efflorescence in Masonry: Understanding the Problems and Solutions", Goettsch Partners, PP. ۱-۱۱.