

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

راهنمای فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما

نشریه شماره ۸۳۸

آخرین ویرایش: ۱۶-۰۴-۱۴۰۵

وزارت صنعت، معدن و تجارت

معاونت معادن و فرآوری مواد

دفتر نظارت امور معدنی

برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

<http://www.mimt.gov.ir>

<http://www.minecriteria.mimt.gov.ir>

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی و اجرایی

nezamfanni.ir



omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده‌ی گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هر گونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به‌صورت زیر گزارش فرمایید:

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
 - ۲- ایراد مورد نظر را بصورت خلاصه بیان دارید.
 - ۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال کنید.
- کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه :

تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه - سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی
Email: nezamfanni@chmail.ir **web: nezamfanni.ir**
تهران، خیابان انقلاب، خیابان استاد نجات‌الهی، خیابان سمیه، نبش کوچه پورموسی، وزارت صنعت، معدن و تجارت
Email: info@mimt.gov.ir **http://www.minecriteria.mimt.gov.ir**



پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل پیشنهاد، مطالعه، طراحی، اجرای طرح‌های اکتشافی، بهره‌برداری و فرآوری مواد معدنی از نظر توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها، کیفیت طراحی، اجرا و هزینه‌های مربوطه اهمیت ویژه‌ای دارد. برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن به‌کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی را در کلیه مراحل انجام عملیات معدنی مورد تاکید جدی قرار داده است.

با توجه به مراتب یاد شده، دفتر نظارت امور معدنی وزارت صنعت، معدن و تجارت با همکاری اساتید، صاحب‌نظران، متخصصان، دست‌اندرکاران بخش معدن کشور و با همکاری دفتر نظام امور فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور و به استناد مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران، ماده ۱۰۷ آیین‌نامه اجرایی قانون معادن و ماده ۳۲ قانون نظام مهندسی معدن و همچنین به استناد ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و «سند نظام فنی‌و اجرایی یکپارچه کشور»، موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۰۵۴۴/ت/۶۳۷۱۹ هـ مورخ ۱۴۰۴/۰۳/۰۶ هیات محترم وزیران و با در نظر داشتن موارد زیر اقدام به تهیه ضوابط، معیارها و دستورالعمل‌های مورد نیاز بخش معدن کرده است:

- استفاده از منابع معتبر و استانداردهای بین‌المللی
 - بهره‌گیری از تجارب دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌ها، شرکت‌ها و واحدهای معدنی
 - استفاده از تخصص‌ها و تجربه‌های کارشناسان و صاحب‌نظران بخش‌های خصوصی و دولتی
 - پرهیز از دوباره‌کاری‌ها و ائتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
 - توجه به اصول و موازین مورد عمل موسسات تهیه‌کننده استاندارد
- امید است نشریه «راهنمای فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما» گام موثری در زمینه یکسان‌سازی فعالیت‌های معدنی در کشور باشد. همچنین مجریان و دست‌اندرکاران بخش معدن با به‌کارگیری این نشریه، در راستای هماهنگ‌سازی و تکامل استانداردها مشارکت کنند.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، تولیدی و زیربنایی

تابستان ۱۴۰۵



تهیه و کنترل «راهنمای فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما» [نشریه شماره ۸۳۸]

مجری برنامه:

اردشیر سعدمحمدی سرپرست امور معادن و صنایع معدنی - وزارت صنعت، معدن و تجارت

اعضای شورای عالی:

فرزانه آقارمضانعلی	کارشناس ارشد مهندسی صنایع - سازمان برنامه و بودجه کشور
عباسعلی ایروانی	کارشناس ارشد مدیریت کارآفرینی (کسب و کار) - وزارت صنعت، معدن و تجارت
بهروز برنا	کارشناس مهندسی معدن - شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران
محمد پریزادی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - سازمان برنامه و بودجه کشور
عبدالعلی حقیقی	کارشناس ارشد زمین‌شناسی
اردشیر سعدمحمدی	دکترای معدن - وزارت صنعت، معدن و تجارت
علیرضا غیاثوند	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی - وزارت صنعت، معدن و تجارت
حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
هرمز ناصرینیا	کارشناس ارشد مهندسی معدن

اعضای کارگروه فرآوری:

احمد امینی	کارشناس ارشد مهندسی فرآوری مواد معدنی
عبدالعلی حقیقی	کارشناس ارشد زمین‌شناسی
محمد رضا خالصی	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - دانشگاه تربیت مدرس
بهرام رضایی	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
زهرا مصحفی شبستری	کارشناس ارشد شیمی

اعضای کارگروه تنظیم و تدوین:

علی اصغر خدایاری	دکترای مدیریت صنعتی - دانشگاه تهران
بهرام رضایی	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
علیرضا غیاثوند	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی - وزارت صنعت، معدن و تجارت
حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
بهزاد مهرابی	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی - دانشگاه خوارزمی

اعضای گروه هدایت و راهبری:

مهدیه اسکندری	کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی - وزارت صنعت، معدن و تجارت
مهسا اصغری	دکترای زمین‌شناسی تکتونیک - وزارت صنعت، معدن و تجارت
افسون کشکلانی	کارشناس ارشد فیزیک - وزارت صنعت، معدن و تجارت

پیش‌نویس این گزارش توسط آقای مهندس جمال کسبانی تهیه شده و پس از بررسی و تایید توسط کارگروه فرآوری، به تصویب شورای عالی برنامه رسیده است.



فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	مقدمه
۳	فصل اول - کلیات
۵	۱-۱- آشنایی
۵	۱-۲- تعاریف و مفاهیم
۱۱	۱-۳- رده‌بندی سنگ‌های تزئینی و نما
۱۱	۱-۳-۱- رده‌بندی بر اساس مقاومت در برابر برش
۱۱	۱-۳-۲- رده‌بندی بر اساس منشا
۱۲	۱-۳-۳- رده‌بندی بر اساس خواص مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی
۱۳	۱-۳-۴- رده‌بندی تجاری سنگ‌های تزئینی و نما
۱۵	۱-۴- ویژگی‌ها و کاربرد سنگ‌های ساختمانی
۱۵	۱-۵- مشخصه‌های رنگی
۱۶	۱-۶- مشخصات فنی سنگ‌های تزئینی و نما
۱۸	۱-۷- ابعاد سنگ‌های تزئینی و نما
۱۹	۱-۸- فهرست استانداردهای موجود
۲۱	فصل دوم - ابزار و ماشین‌آلات فرآوری
۲۳	۲-۱- آشنایی
۲۳	۲-۲- ماشین‌آلات برش
۲۳	۲-۲-۱- ماشین قله‌بر
۲۴	۲-۲-۲- ماشین قواره‌کن
۲۵	۲-۲-۳- ماشین کله‌بر
۲۵	۲-۲-۴- ماشین اره‌بر
۲۷	۲-۳- ماشین‌آلات تکمیلی
۲۷	۲-۳-۱- ماشین عرضی‌بر
۲۷	۲-۳-۲- ماشین طولی‌بر
۲۸	۲-۳-۳- ماشین تنظیم ابعاد
۲۸	۲-۴- ماشین‌آلات ساب و صیقل
۲۸	۲-۴-۱- ماشین ساب و صیقل تمام خودکار



فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۹	۲-۴-۲- ماشین ساب و صیقل دستی
۲۹	۲-۴-۳- ماشین بغل‌بر و پخ‌زن
۳۰	۲-۵- تجهیزات تکمیلی، شکل‌دهی و ابزار مرحله پایان کار
۳۱	۲-۵-۱- ماسه‌زن
۳۱	۲-۵-۲- ماشین سوراخ‌کاری
۳۲	۲-۵-۳- چکش‌کاری
۳۲	۲-۵-۴- دستگاه شیارزن
۳۲	۲-۵-۵- ماشین شستشو
۳۲	۲-۵-۶- ماشین تمیزکاری
۳۳	۲-۶- ابزارهای برش و صیقل
۳۳	۲-۶-۱- سگمنت‌ها
۳۴	۲-۶-۲- ساینده‌ها، ابزار ساب و صیقل
۳۶	۲-۶-۳- انواع دانه‌های ساینده و روش شماره‌بندی لقمه‌ها
۳۸	۲-۷- دستگاه‌های جانبی
۳۸	۲-۷-۱- جرثقیل
۳۸	۲-۷-۲- واگن حمل
۳۹	۲-۷-۳- لیفتراک، دامپر و بیل مکانیکی
۳۹	۲-۷-۴- میز غلتک‌دار
۳۹	۲-۷-۵- دستگاه گرم‌کننده
۳۹	۲-۷-۶- اره چوب‌بری
۴۰	۲-۷-۷- سامانه هوای فشرده
۴۰	۲-۷-۸- سامانه تامین حرارت
۴۰	۲-۷-۹- کاربرد ماشین‌آلات سنگبری
۴۳	فصل سوم - مراحل مختلف فرآوری
۴۵	۳-۱- آشنایی
۴۵	۳-۲- مرحله اول: برش اولیه



فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۴۵	۳-۲-۱- برش کوپ
۴۵	۳-۲-۲- برش سنگ قواره
۴۷	۳-۳- مرحله دوم: ساب و صیقل
۴۷	۳-۳-۱- روش دستی
۴۸	۳-۳-۲- روش نوین (ساب نواری پیوسته)
۴۸	۳-۴- مرحله سوم: برش نهایی (برش طولی و عرضی سنگ)
۴۹	۳-۴-۱- ماشین‌های تک تیغه‌ای
۴۹	۳-۴-۲- ماشین‌های چند تیغه‌ای
۴۹	۳-۵- مرحله چهارم: پرداخت
۴۹	۳-۵-۱- لبه‌زنی (پخ‌زنی)
۵۰	۳-۵-۲- چکش‌زنی
۵۰	۳-۵-۳- ماسه‌زنی
۵۰	۳-۵-۴- پرداخت با شعله
۵۱	۳-۵-۵- سوراخ‌کاری
۵۱	۳-۵-۶- شیارزنی
۵۱	۳-۵-۷- پرداخت با پودرهای مخصوص
۵۱	۳-۶- مرحله پنجم: شستشو و خنک کردن
۵۲	۳-۷- مرحله ششم: ظریف‌کاری
۵۲	۳-۷-۱- ظریف‌کاری بر روی ورق‌های نازک سنگ
۵۲	۳-۷-۲- ظریف‌کاری بر روی ورق‌های ضخیم سنگ
۵۲	۳-۷-۳- ظریف‌کاری بر روی قطعاتی با سطح استوانه‌ای
۵۲	۳-۷-۴- عملیات ویژه برای تهیه نیمرخ‌های گوناگون
۵۳	۳-۸- مرحله هفتم: شفاف‌سازی
۵۳	۳-۸-۱- رزین و واکس‌کاری
۵۳	۳-۸-۲- روکش کردن
۵۳	۳-۸-۳- پوشش‌های ضد آب



فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۵۴	۳-۹- عوامل موثر در فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما
۵۴	۳-۹-۱- برش با اره
۵۴	۳-۹-۲- برش با تیغه اره‌ای
۵۴	۳-۹-۳- ساب و صیقل
۵۵	۳-۹-۴- پرداخت نهایی
۵۵	۳-۱۰- کنترل فرآیند طی عملیات فرآوری
۵۶	۳-۱۱- کنترل کیفیت سنگ فرآوری شده
۵۶	۳-۱۱-۱- ابعاد سنگ
۵۶	۳-۱۱-۲- کنترل میزان صیقل سنگ فرآوری شده
۵۷	۳-۱۲- فرآیند تولید سنگ‌های تزئینی و نما
۵۷	۳-۱۲-۱- فرآیند تولید پلاک گرانیت با استفاده از ماشین اره جمعی
۵۷	۳-۱۲-۲- فرآیند تولید پلاک گرانیت با استفاده از برش تیغه‌ای
۶۱	۳-۱۲-۳- فرآیند تولید سنگ‌های تزئینی و نمای نرم (مرمر، مرمریت و تراورتن)
۶۲	۳-۱۳- قسمت‌های مختلف کارخانه فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما
۶۲	۳-۱۳-۱- محوطه باز کارخانه
۶۳	۳-۱۳-۲- سالن‌های تولید
۶۳	۳-۱۳-۳- محوطه بارگیری
۶۳	۳-۱۳-۴- ساختمان‌های نیمه‌صنعتی
۶۳	۳-۱۳-۵- ساختمان‌های اداری، خدماتی و رفاهی
۶۵	فصل چهارم - مدیریت تولید
۶۷	۴-۱- آشنایی
۶۷	۴-۲- رنگ‌آمیزی سنگ
۶۷	۴-۳- مقاوم‌سازی
۶۸	۴-۴- لک‌زدگی سنگ
۶۸	۴-۴-۱- تعریف و منشأ لک سنگ
۶۸	۴-۴-۲- نحوه زدودن لکه‌ها



فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۶۹	۴-۵- فرآیند پرداخت مجدد
۶۹	۴-۶- بسته‌بندی، حمل و انبار سنگ
۶۹	۴-۶-۱- بسته‌بندی
۷۲	۴-۶-۲- انبار کردن
۷۳	۴-۶-۳- حمل و نقل
۷۴	۴-۷- بازیافت ضایعات
۷۴	۴-۷-۱- دلایل تشکیل ضایعات
۷۴	۴-۷-۲- روش‌های کاهش ضایعات
۷۵	۴-۷-۳- روش‌های استفاده از ضایعات
۷۷	۴-۸- روش‌های نوین برش سنگ
۷۷	۴-۸-۱- برش سنگ با آب پرسرعت
۷۹	۴-۸-۲- برش سنگ با لیزر
۸۲	۴-۸-۳- کاربرد کامپیوتر در فرآوری
۸۳	۴-۹- بازیافت آب
۸۳	۴-۱۰- الزامات فرآوری
۸۵	۴-۱۱- توصیه‌های ایمنی
۸۶	۴-۱۲- مشخصات شناسنامه سنگ‌های تزئینی و نما
۸۷	۴-۱۳- مشخصات سنگ سالم در ارتباط با نوع کاربرد
۸۹	پیوست ۱- معرفی استانداردهای سنگ تزئینی و نما



فهرست جدول‌ها

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
جدول ۱-۱- رده‌بندی سنگ‌های تزئینی و نما بر اساس مقاومت در مقابل برش (سخت‌بر و نرم‌بر)	۱۲
جدول ۲-۱- کاربرد سنگ‌های ساختمانی و ویژگی‌های لازم آن‌ها	۱۵
جدول ۳-۱- رنگ‌های تجاری انواع سنگ‌های تزئینی و نما	۱۶
جدول ۴-۱- ابعاد محصولات فرآوری شده سنگ‌های تزئینی و نما بر اساس استانداردهای بین‌المللی	۱۸
جدول ۱-۲- ماشین‌آلات و تجهیزات متداول موجود در کارخانه فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما و تاسیسات وابسته	۴۰
جدول ۲-۲- کاربرد ماشین‌آلات سنگبری در صنایع تولید سنگ‌های تزئینی و نما	۴۱
جدول ۱-۳- عواملی که باید طی فرآیند فرآوری سنگ کنترل شوند	۵۵
جدول ۱-۴- سرعت عملکرد تیغه‌های الماسه با قطرهای مختلف	۸۵
جدول پ. ۱-۱- استانداردهای ملی ایران مربوط به سنگ‌های تزئینی و نما	۹۱
جدول پ. ۲-۱- فهرست استانداردهای بین‌المللی مربوط به سنگ تزئینی و نما	۹۵
جدول پ. ۳-۱- استانداردهای مربوط به شرکت‌های ایتالیایی	۹۶



فهرست شکل‌ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۹	شکل ۱-۲- پلاک‌های آماده برای حمل
۱۹	شکل ۱-۳- ورق (اسلب) در فرآیند تولید و آماده برای فروش
۱۹	شکل ۱-۴- کاشی (تایل)های آماده برای حمل
۲۳	شکل ۲-۱- دستگاه قله‌بر
۲۴	شکل ۲-۲- دستگاه قله‌بر اره‌ای
۲۴	شکل ۲-۳- ماشین قواره‌کن استخراجی
۲۵	شکل ۲-۴- ماشین کله‌بر
۲۵	شکل ۲-۵- دستگاه اره‌بر تک تیغه‌ای و چند تیغه‌ای
۲۶	شکل ۲-۶- الف- ماشین اره برش جمعی و ب- ماشین اره برش جمعی در حال کار
۲۷	شکل ۲-۷- ماشین عرضی‌بر ۶ دیسک
۲۷	شکل ۲-۸- دستگاه طولی‌بر ورق
۲۸	شکل ۲-۹- دستگاه ساب و صیقل تمام خودکار با ۱۲ کله ساینده
۲۹	شکل ۲-۱۰- ماشین ساب نیمه خودکار
۲۹	شکل ۲-۱۱- دستگاه ساب و صیقل دستی
۳۰	شکل ۲-۱۲- دستگاه پیخ‌زن
۳۰	شکل ۲-۱۳- لبه‌زنی دستی گرانیات با دیسک
۳۱	شکل ۲-۱۴- جدا کردن ورق‌های بریده شده با دستگاه مکش
۳۱	شکل ۲-۱۵- دستگاه ماسه‌زن
۳۲	شکل ۲-۱۶- چکش‌زنی دستی
۳۲	شکل ۲-۱۷- دستگاه شیارزن
۳۳	شکل ۲-۱۸- سگمنت روی تیغه اره و دیسک
۳۴	شکل ۲-۱۹- نمایش اندازه‌گیری سگمنت
۳۵	شکل ۲-۲۰- دو نمونه لقمه‌های ساب در رنگ‌های مختلف
۳۵	شکل ۲-۲۱- مقایسه لقمه‌های استفاده شده با لقمه‌های آماده کار
۳۶	شکل ۲-۲۲- انواع و ابزار ساینده‌های سنگ در مرحله ساب و صیقل
۳۶	شکل ۲-۲۳- دانه‌های ساینده



فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۳۸	شکل ۲-۲۴- جرثقیل دروازه‌ای ۴۰ تنی
۳۹	شکل ۲-۲۵- دستگاه پیش گرم‌کن
۵۹	شکل ۳-۱- خط تولید پلاک گرانیت
۶۰	شکل ۳-۲- خط تولید کاشی (تایل) و پلاک گرانیت
۶۲	شکل ۳-۳- فرآیند تولید سنگ‌های تزیینی و نمای نرم در یک واحد سنگبری
۶۴	شکل ۳-۴- چیدمان خطی ماشین‌آلات در کارخانه فرآوری سنگ‌های تزیینی و نما
۶۴	شکل ۳-۵- جانمایی کلی واحدهای مختلف یک کارخانه فرآوری سنگ‌های تزیینی و نما با سه خط تولید
۷۰	شکل ۴-۱- دسته‌بندی ورق‌های گرانیت
۷۰	شکل ۴-۲- نمونه‌ای از جعبه‌های چوبی برای بسته‌بندی سنگ
۷۱	شکل ۴-۳- بسته‌بندی ورق‌های گرانیتی
۷۲	شکل ۴-۴- بسته‌بندی کاشی (تایل) و پلاک مرمر
۷۲	شکل ۴-۵- انبار ورق‌های سنگ
۷۳	شکل ۴-۶- نحوه قرارگیری ورق‌های سنگ
۷۴	شکل ۴-۷- چیدمان پالت‌ها در کانتینر
۷۶	شکل ۴-۸- نمونه‌ای از سنگ‌های مصنوعی
۷۹	شکل ۴-۱۰- ماشین برش با آب
۷۹	شکل ۴-۱۱- خروج آب از نازل و نحوه برش به وسیله ماشین برش با آب
۸۰	شکل ۴-۱۲- حکاکی و کارهای ویژه بر روی سنگ با لیزر
۸۱	شکل ۴-۱۳- محصولات حاصل از برش با لیزر
۸۲	شکل ۴-۱۴- ماشین CNC در حال چکش‌کاری



مقدمه

با توجه به فراوانی انواع سنگ‌های تزئینی و نما در ایران، ارائه دستورالعمل‌ها و معیارهایی به منظور اکتشاف، استخراج و فرآوری این مواد معدنی، بسیار ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا، سه راهنما به منظور ارائه راهکاری برای سه مرحله یاد شده، تدوین شده که در نشریه حاضر به موضوع فرآوری پرداخته شده است.

فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما از جمله مباحث مهمی است که در صورت اجرای صحیح سبب می‌شود که محصول نهایی این سنگ‌ها با کم‌ترین تلفات و بهترین کیفیت تولید شود و در عین حال مسایل ایمنی و استانداردها نیز رعایت شود.

نشریه حاضر با عنوان «راهنمای فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما» در راستای اهداف وزارت صنعت، معدن و تجارت و در چارچوب برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن تهیه شده است.



فصل ۱

کلیات



۱-۱- آشنایی

سنگ‌های تزئینی و نما^۱ به نام‌های مختلفی از جمله سنگ‌های روکار، صیقل‌پذیر و بعددار شناخته می‌شوند و به آن دسته از سنگ‌هایی گفته می‌شود که دارای استحکام لازم باشند و بتوان آن‌ها را به شکل و ابعاد مختلف برید. این سنگ‌ها پس از ساب و صیقل در قسمت‌هایی از ساختمان و بناها که در معرض دید باشند، مانند پوشش‌های درونی و بیرونی، کف اتاق‌ها، سالن‌ها، راهروها، پله‌ها، نرده‌ها و دیوارها به کار می‌روند. چنانچه در مرحله فرآوری برش، صیقل، ساب، مات، حکاکی کردن و کلیه عملیات قبل از بسته‌بندی و نصب را رعایت کنند، زیبایی سنگ بیش‌تر نمایان می‌شود و تاثیر مستقیمی بر قیمت تمام شده و فروش دارد.

۱-۲- تعاریف و مفاهیم

تعاریف و مفاهیم این بخش مطابق کاربرد صنعتی متداول آن‌ها و بدون مغایرت با کاربرد علمی رایج ارائه شده است (نشریه شماره ۸۲۲۸- سال ۱۳۹۰ سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران- پیوست یک). سایر موارد همان معانی را دارند که در نشریه شماره ۴۴۱ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان «تعاریف و مفاهیم در فعالیت‌های معدنی، واژه‌ها و اصطلاحات پایه فرآوری مواد معدنی» ارائه شده‌اند. در استاندارد (ASTM) C119-87^۲ اطلاعات کاملی در زمینه نام انواع سنگ‌های تزئینی و اصطلاحات متداول ارائه شده است که می‌توان برای آگاهی بیش‌تر به آن مراجعه کرد. بنا به ضرورت چند واژه از استاندارد یاد شده در این بخش ارائه شده است.

- انقباض سنگ^۳

خاصیتی از سنگ که در اثر سفت و سخت شدن، فضای خالی بین سنگ کاهش می‌یابد و حجم آن کم می‌شود.

- بستن سطح سنگ^۴

برداشتن خراش‌های ناشی از سنباده‌زنی به نحوی که سطحی یکنواخت، پیوسته و کاملاً صاف بر روی سنگ ایجاد شود.

- ثبات در رنگ^۵

خاصیتی که در اثر آن سنگ تحت شرایط خارجی، رنگ خود را از دست ندهد.



- 1- Decorative, cladding and dimensional stones
- 2- American society for testing and material
- 3- Contraction shrinkage
- 4- Cohesion of stone surface
- 5- Light fastness

- بی‌قواره

قطعه‌ای از سنگ که دارای شکل منظم نباشد و با حالت‌های نیمه قواره یا بی‌قواره استخراج می‌شود.

- پر کردن

پر کردن حفره‌های طبیعی سنگ حین فرآوری به وسیله موادی مانند سیمان یا رزین‌های مصنوعی را گویند.

- پلاک

قسمتی از سنگ که ضخامت آن کم‌تر از طول و عرض آن است و برخی مواقع سطوح غیرهندسی دارد.

- پیرشدگی سنگ^۱

فرآیندی که طی آن سنگ به مرور زمان تحت شرایط فیزیکی و شیمیایی تغییر کند و از حالتی به حالت دیگری تبدیل شود (به عنوان مثال تغییر رنگ سنگ‌های تزئینی به ویژه در سنگ‌های کربناته مانند مرمریت در مقابل نور آفتاب و یا دگرسانی درازمدت سنگ‌های تزئینی نشان‌دهنده پیرشدگی سنگ است).

- تخلخل

درصد فضای خالی داخل سنگ را گویند.

- تردی^۲

خاصیتی از سنگ که بر اثر ضربه، بدون تغییر پلاستیکی می‌شکند.

- تردی در اثر سرما^۳

خاصیتی از سنگ که در اثر سرما ترد می‌شود.

- تردی در اثر گرما^۴

خاصیتی از سنگ که در اثر گرما ترد می‌شود.

- 1- Ageing stone
- 2- Brittleness
- 3- Cold brittleness
- 4- Hot brittleness



- جذب روغن^۱

جذب روغن به وسیله رنگدانه‌ها برای تهیه محلولی یکنواخت با گرانشی مناسب برای عملیات رنگ‌کاری را گویند.

- خاصیت رطوبت‌پذیری^۲

خاصیت جذب رطوبت در خلل و فرج سنگ را گویند.

- خزش^۳

تغییر شکل پلاستیکی سنگ تحت تاثیر بارهای کم و به مرور زمان را گویند.

- خواص فیزیکی

خواصی مانند جرم مخصوص، تخلخل، هدایت گرمایی و موارد مشابه است.

- خواص مکانیکی

خواصی مانند مقاومت، قابلیت شکل‌پذیری، تردی، قابلیت خراشیدگی و موارد مشابه است.

- دوام^۴

توانایی سنگ برای حفظ ویژگی‌های اساسی مانند مقاومت مکانیکی، مقاومت در برابر فرسایش و حفظ نمای ظاهری است.

- ساینده^۵

لقمه‌های ماشین ساب و صیقل را گویند.

- سرامیکا

دیسک‌های الماسه انعطاف‌پذیر که برای صیقل زدن گرانیات و مرمر سخت به کار می‌روند.

- سگمنت^۶

مهره‌های الماس‌دار که برای برش، سایش و یا سوراخ کردن انواع سنگ بر روی تیغه‌های اره یا سیم برش نصب می‌شوند.



- 1- Oil absorption
- 2- Hygroscopicity
- 3- Creep
- 4- Durability
- 5- Abrasive
- 6- Segment

- سنگ آهک‌های مارنی

سنگ‌های آهکی که درصد کمی رس دارند و به سادگی برش می‌خورند و صیقل داده می‌شوند و نسبت به سنگ آهک خالص مقاومت کم‌تری دارند و زودتر فرسوده می‌شوند.

- سنگ باد بر^۱

سنگ‌هایی چهارگوش از انواع سنگ‌های تزئینی، نما و مصالح ساختمانی که به شکل مربع مستطیل بریده شده و به صورت روکار بر روی دیوارها نصب می‌شوند.

- سنگ چینی

سنگ آهکی با درجه دگرگونی پایین که دارای ابعاد یکنواخت است.

- سنگ سالم^۲

سنگی بدون ترک، شیار و یا هر گونه عیب فیزیکی را گویند.

- سنگ شکل داده شده^۳

سنگی که با حکاکی، ساب، برش اره و سایر پی دیگر به شکل مخصوصی درآید.

- سنگ مالون

سنگ‌های مقاوم ضخیم لایه که به قطعات کوچک‌تر شکسته می‌شوند و در راه‌سازی، دیوارهای حایل و نمای بیرونی به کار می‌روند.

- سنگ نما

سنگی فرآوری شده که به عنوان مصالح روکار، بر روی دیواری که از مصالح دیگری ساخته شده است، قرار می‌گیرد.

- سنگ‌های تزئینی سخت

سنگ‌های تزئینی که کانی‌هایی با سختی بالا مانند سنگ‌های آذرین و دگرگونی دارند را گویند.

- سنگ‌های تزئینی نرم

سنگ‌های تزئینی که کانی‌هایی با سختی پایین مانند سنگ‌های تراورتن، مرمر و مرمریت دارند.



1- Ashlar stone
2- Sound stone
3- Shaped stone

- تغییر رنگ سنگ

تغییر رنگ در اثر گرم شدن و تابش نور که طی آن سطح سنگ ابری می‌شود و گاه تغییر رنگ می‌دهد. این اثر را «پوست پرتقالی» شدن سنگ نیز می‌گویند.

- سنگ نواری^۱

سنگ فرآوری شده (برش، ساب و صیقل) که عرض و ضخامت مشخص و طول متغیر دارد.

- سنگ‌های تزئینی و نما

بر اساس تعریف سازمان ملی استاندارد ایران سنگ‌های تزئینی و نما (استاندارد ملی ایران به شماره ۸۲۲۸، سال ۱۳۹۰) به سنگ‌های طبیعی گفته می‌شود که در ابعاد و شکل‌های معینی انتخاب و فرآوری می‌شوند. این سنگ‌ها با یک یا چند سطح فرآوری شده و یا بدون سطوح فرآوری شده، در نمای ساختمان‌ها، سنگفرش‌ها، خیابان‌ها، بناهای یادبود و تاریخی استفاده می‌شوند.

- شمش

سنگی که طی مراحل فرآوری دارای سطح مقطع خاص و طول متفاوت باشد.

- صیقل دادن^۲

مرحله‌ای از فرآوری سنگ که در اثر آن سطوح صاف با امکان بازتاب نور ایجاد می‌شود.

- فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما

تبدیل بلوک‌های استخراجی به سنگ‌های تزئینی و نما، شامل برش، ساب، صیقل، حکاکی و سایر عملیاتی که قبل از نصب بر روی سنگ انجام می‌شود.

- فرز

تجهیزاتی که برای شکل دادن سطح مقطع سنگ‌های تزئینی و نما استفاده می‌شود و به دو شیوه دستی^۳ و ماشینی^۴ در واحدهای سنگبری انجام می‌گیرد.



omoorepeyman.ir

- 1- Stripe stone
- 2- Polished
- 3- Manual squaring machine
- 4- Bridge cutter

- سایش پذیری

خاصیتی از سنگ که طی آن در اثر سایش، امکان برداشت لایه‌هایی از سطح برای بهبود کیفیت، فراهم می‌شود.

- قله

سنگ‌هایی را که بعد از استخراج از معدن، شکل هندسی منظمی ندارند.

- بلور (کریستال)

در بازار تجاری، مرمر درشت بلور و سفید رنگ را اصطلاحاً بلور و یا کریستال گویند.

- کوپ^۱

قطعه سنگی با شکل هندسی تقریباً منظم و ابعاد مشخص که از معادن سنگ‌های تزئینی و نما استخراج می‌شود.

- ماستیک^۲ زدن

نوعی بتونه کاری همراه با چسب که موجب استحکام و براق شدن ورق‌ها می‌شود.

- مقاومت در برابر خوردگی^۳

مقاومتی که سنگ هنگام قرار گرفتن در محیطی خورنده از خود نشان می‌دهد.

- مقاومت در برابر هوازدگی

مقاومت سنگ در برابر تغییرات آب و هوا مانند دما، باران، برف، تشعشعات خورشیدی و گازهای متفاوت، بدون اینکه تغییری در ترکیب یا خواص آن داده شود.

- مقاومت در برابر یخ زدن^۴

مقاومت سنگ در برابر تنش‌های ناشی از یخ زدن آب موجود در خلل و فرج سنگ را گویند.

- 1- Block
- 2- Mastic
- 3- Corrosion resistance
- 4- Frost resistance



- دیرگدازی^۱

خاصیتی که سنگ بدون تغییر خواص فیزیکی، مکانیکی و ترکیب شیمیایی، دماهای زیاد را تحمل می‌کند.

- ورقه سنگ (اسلب)^۲

قطعه نازکی از سنگ با دو سطح موازی که در اولین مرحله استخراج یا فرآوری، تهیه می‌شود.

۳-۱- رده‌بندی سنگ‌های تزئینی و نما

۳-۱-۱- رده‌بندی بر اساس مقاومت در برابر برش

کلیه سنگ‌های تزئینی و نما، بر حسب مقاومت در برابر برش به دو دسته نرم‌بر و سخت‌بر تقسیم می‌شوند (جدول ۱-۱).

۳-۱-۲- رده‌بندی بر اساس منشا

سنگ‌ها از نظر منشا به انواع زیر تقسیم می‌شوند.

الف- سنگ‌های رسوبی

- سنگ‌های کربناتی مانند تراورتن، مرمر (اونیکس)، سنگ آهک، سنگ آهک‌های مارنی و سیلیسی
- کنگلومراها
- ماسه‌سنگ‌ها

ب- سنگ‌های آذرین

- گرانیت‌ها
- سایر سنگ‌های آذرین

پ- سنگ‌های دگرگونی

- مرمر (ماربل)
- گنیس



جدول ۱-۱- رده‌بندی سنگ‌های تزئینی و نما بر اساس مقاومت در مقابل برش (سخت‌بر و نرم‌بر)

رده سنگ	نوع سنگ	مثال
سنگ‌های سخت‌بر	سنگ‌های آذرین درونی	آذرین درونی خیلی تیره
		آذرین درونی تیره
		آذرین درونی نیمه‌روشن
		آذرین درونی روشن
	سنگ‌های آذرین بیرونی	آذرین بیرونی خیلی تیره
		آذرین بیرونی تیره
		آذرین بیرونی نیمه‌روشن
		آذرین بیرونی روشن
	سنگ‌های دگرگونی	دگرگونی خیلی تیره
		دگرگونی تیره
		دگرگونی نیمه‌روشن
		دگرگونی روشن
سنگ‌های نرم‌بر	سنگ‌های رسوبی	آواری
		برش
	غیرآواری	سنگ‌های آهکی متراکم مانند مرمریت
		سنگ‌های آهکی فسیل‌دار
	شیمیایی	تراورتن
		مرمر (اونیکس)
	سنگ‌های دگرگونی	سنگ‌های آهکی دگرگون شده
		مرمر

۳-۱-۳- رده‌بندی بر اساس خواص مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی

الف- جرم مخصوص

بر این اساس سنگ‌ها را به دو گروه با جرم مخصوص بیش از $1/8$ گرم بر سانتی‌مترمکعب و کمتر از آن تقسیم می‌کنند.

ب- مقاومت فشاری تک‌محوری

بر این اساس سنگ‌ها را به دو گروه با مقاومت فشاری تک‌محوری بیش از 100 مگا پاسکال و کمتر از آن تقسیم می‌کنند.

پ- سختی

بر اساس رفتار سنگ‌ها در مراحل برش، ساب و صیقل، آن‌ها را به چهار گروه بسیار سخت (مانند گرانیت و گابرو)، سخت (مانند سرپانتینیت، سنگ آهک متراکم و مرمریت بلورین)، نیمه‌سخت (مانند سنگ آهک نرم و مارن) و نرم (مانند توف و گچ) تقسیم‌بندی می‌کنند.



ت- مقاومت در برابر یخزدگی

بر اساس مقاومت در برابر یخزدگی، سنگ‌های تزئینی و نما را به ۱۰ درجه (۱۰، ۱۵، ۲۵، ۳۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ مگا پاسکال) تقسیم‌بندی می‌کنند. رعایت این درجه‌بندی با توجه به شرایط آب و هوایی مناطق مختلف مهم و ضروری است.

ث- مقاومت در برابر اسیدها

بر این اساس سنگ‌ها را به دو گروه مقاوم و غیرمقاوم در برابر اسید تقسیم می‌کنند. گرانیت، دیوریت، ماسه‌سنگ‌های سیلیسی و موارد مشابه در گروه سنگ‌های مقاوم و مرمرها، تراورتن‌ها و دیگر سنگ‌های کربناتی در گروه غیرمقاوم در برابر اسیدها قرار می‌گیرند.

ج- مقاومت در برابر بازها (قلیایی‌ها)

بر این اساس سنگ‌ها را به دو گروه مقاوم و غیرمقاوم در برابر قلیایی‌ها تقسیم می‌کنند. سنگ‌های کربناتی در گروه سنگ‌های مقاوم قرار می‌گیرند.

۴-۳-۱- رده‌بندی تجاری سنگ‌های تزئینی و نما

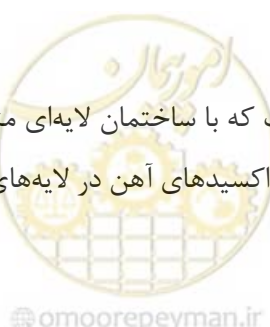
رده‌بندی تجاری یکسانی در مورد سنگ‌های تزئینی و نما وجود ندارد و در بازار تولید و مصرف، گرانیت در یک سو و انواع سنگ‌های مرمریت، تراورتن، چینی و موارد مشابه، در سوی دیگر قرار دارند. در این رده‌بندی گرانیت الزاما در معنی «سنگ‌شناسی» و علمی خود به کار نمی‌رود، بلکه اصطلاحی است که انواع سنگ‌های آذرین، اعم از نفوذی و خروجی و یا طیف کاملی از اسیدی تا اولترابازیک را می‌پوشاند. سنگ‌های غیرگرانیت که از نظر سنگ‌شناسی در گروه‌های رسوبی و یا دگرگونی قرار می‌گیرند، در عرف بازار نام‌های متعددی از جمله تراورتن، مرمریت، چینی، کریستال و بسیاری نام‌های دیگر دارند. در تجارت، سنگ‌های تزئینی و نما به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

الف- گرانیت

به کلیه سنگ‌های آذرین، گرانیت گفته می‌شود. این نوع سنگ‌ها با توجه به تنوع رنگ و سختی زیاد در بازار تجارت اهمیت خاصی دارند.

ب- تراورتن

نوعی سنگ آهک بلورین یا ریزبلورین است که با ساختمان لایه‌ای متمایز می‌شود. به دلیل نقش و نگارهایی که ناشی از اختلاف میزان آغشتگی به اکسیدها و هیدرواکسیدهای آهن در لایه‌های مختلف تراورتن است، ظاهر بسیار زیبا و جذابی



دارد. انواع مختلف تراورتن بر اساس رنگ نام‌گذاری می‌شوند، به عنوان مثال می‌توان از انواع تراورتن‌های قرمز، لیمویی، گردویی، سفید و کرم نام برد.

پ- مرمریت

از نظر علمی سنگی به نام مرمریت وجود ندارد ولی طبق اصطلاح معمول مرمریت، سنگی آهکی است که تا حدودی دگرگون شده باشد. مرمریت بر حسب شدت دگرگونی و ترکیب سنگ مادر، به سه گروه چینی، کریستال و ابری به شرح زیر تقسیم می‌شود.

- سنگ چینی

سنگ چینی به مرمریت‌های دانه‌ریزی گفته می‌شود که بافت بلورین، هم‌اندازه و دانه‌ریز دارد. سنگ چینی را به این دلیل چینی می‌نامند که در ضخامت‌های کم (حدود دو سانتی‌متر) در مقابل ضربه صدای چینی می‌دهد.

- کریستال

کریستال به مرمریت دانه درشت، تمام بلورین و هم‌بعد گفته می‌شود.

- ابری

به مرمریتی که حاوی نوارهای غیرموازی از تمرکز کانی‌های روشن و تیره تشکیل شده باشد، ابری می‌گویند.

ت- مرمر اونیکس

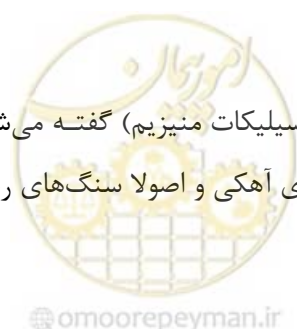
این سنگ را در بازار به نام مرمر می‌خوانند، بنابراین با مرمر زمین‌شناسی که سنگی دگرگونی است تفاوت دارد. مرمر اونیکس شفاف است و نور را از خود عبور می‌دهد و به رنگ‌های سبز، سبز کم‌رنگ، قهوه‌ای، قرمز، سفید، کرم و صورتی یافت می‌شود.

ث- مرمر

مرمر سنگی است که از دگرگونی سنگ‌های آهکی به وجود می‌آید. در واقع مرمر نسبت به مرمریت درجه دگرگونی بیش‌تری را تحمل کرده است.

ج- مرمر سرپانتینی

این سنگ در بازار به نوعی سرپانتین (هیدروسلیکات منیزیم) گفته می‌شود که برای ساخت وسایل تزئینی به کار می‌رود. از نظر علمی، این سنگ به گروه سنگ‌های آهکی و اصولاً سنگ‌های رسوبی تعلق ندارد.



۴-۱- ویژگی‌ها و کاربرد سنگ‌های ساختمانی

کاربرد سنگ‌های ساختمانی و ویژگی‌های لازم برای استفاده از آن‌ها در جدول (۲-۱) ارائه شده است.

جدول ۲-۱- کاربرد سنگ‌های ساختمانی و ویژگی‌های لازم آن‌ها

ردیف	کاربرد سنگ	ویژگی‌های لازم
۱	پوشش دیوارهای داخلی ساختمان‌ها	قابلیت شستشو و دوام در برابر شوینده‌ها، تخلخل کم، جلاپذیری مطلوب، رنگ و ظاهر زیبا
۲	کف و پلکان سالن‌ها	قابلیت برش در یک جهت، مقاومت ضربه‌ای زیاد، محکم و سخت، مقاومت سایشی نسبتاً زیاد، تخلخل کم، رنگ و ظاهر زیبا، قابل شستشو و پایداری در برابر اسیدها، بازها و شوینده‌ها
۳	سنگ نما	قابلیت صیقل خوردن و برش، مقاومت‌های کششی و خمشی نسبتاً خوب، تناسب عمر مفید ساختمان با عمر سنگ، رنگ با ثبات در برابر بخارها، گازها و پرتو آفتاب
۴	کف خیابان و پیاده‌رو	سخت، با دوام و دارای مقاومت سایشی نسبتاً بالا
۵	پشت بام	سبک و غیرقابل نفوذ، با دوام، مقاومت خمشی خوب، بدون تخلخل و مقاوم در برابر یخبندان
۶	دیوار و پی	نسبتاً سخت، مقاومت فشاری بالا، تخلخل و قابلیت انحلال کم
۷	تزئینات ساختمان	قابلیت کار آسان، دوام مناسب، مقاومت کششی و خمشی خوب و دارای رنگ و ظاهری زیبا
۸	ساختمان‌های صنعتی	- مقاوم در برابر دما مانند تالک، توف، آندزیت و بازالت - مقاوم در برابر اسید مانند گرانیت، دیوریت کوارتزیت، ماسه‌سنگ‌های کوارتزیتی، آندزیت، بازالت و دیاباز - مقاوم در برابر باز مانند سنگ‌های آهکی متراکم، دولومیت‌ها و ماسه‌سنگ‌های کربناتی
۹	زیرسازی جاده‌ها	دانه‌بندی همگن، بدون تخلخل، سخت و مقاومت فشاری زیاد

۵-۱- مشخصه‌های رنگی

کانی‌های فرعی عامل رنگین‌سازی سنگ‌های تزئینی و نما هستند.

الف- گرانیت

- خاکستری: پلاژیوکلاز و کانی‌های فرومنیزیتی
- صورتی و سرخ: ارتوز همراه با هماتیت

ب- مرمر

- سیاه: مواد کربن‌دار (معمولاً مواد آلی مانند نفت و موارد مشابه)
- سبز: دیوپسید، هورنبلند، سرپانتین و تالک
- سرخ: هماتیت
- زرد و قهوه‌ای: لیمونیت

پ- ماسه‌سنگ

- نخودی، قهوه‌ای و سرخ: لیمونیت و هماتیت



- سبز: گلوکونیت

ت- سنگ آهک

- خاکستری و یا سیاه: مواد آلی (مانند نفت خام، قطران و موارد مشابه)

- زرد و یا قهوه‌ای: اکسیدهای آهن (مانند لیمونیت و هماتیت)

ث- سنگ لوح (اسلیت)، میکا و یا شلیست

- خاکستری: مواد آلی کربن‌دار و گرانیت

- سرخ و قهوه‌ای: اکسیدهای آهن (مانند لیمونیت و هماتیت)

- سبز: کلریت

در جدول (۱-۳) رنگ‌های تجاری انواع سنگ‌های تزئینی و نما ارائه شده است.

جدول ۱-۳- رنگ‌های تجاری انواع سنگ‌های تزئینی و نما

نام سنگ رنگ غالب	تراورتن	سنگ لوح	ماسه سنگ	کوارتزیت	گرانیت همگن	مرمریت بلوری
سفید، متمایل به سفید	کمیاب	وجود ندارد.	وجود ندارد.	کمیاب	محدود	زیاد
زرد	محدود	بسیار محدود	محدود	محدود	محدود	بسیار محدود
بژ	زیاد	متوسط	بسیار زیاد	بسیار زیاد	متوسط	بسیار محدود
صورتی	بسیار محدود	وجود ندارد.	متوسط	متوسط متمایل به زیاد	بسیار زیاد	محدود
قرمز	محدود	محدود	متوسط متمایل به زیاد	متوسط متمایل به زیاد	زیاد	بسیار کمیاب
بنفش، ارغوانی	بسیار محدود	محدود	محدود	متوسط متمایل به زیاد	کمیاب	کمیاب
قهوه‌ای	متوسط	زیاد	زیاد	بسیار زیاد	متوسط	بسیار محدود
سیاه (درجات مختلف)	وجود ندارد.	متوسط	وجود ندارد.	متوسط متمایل به زیاد	متوسط	بسیار محدود
سبز روشن و تیره	وجود ندارد.	محدود	کمیاب	محدود	متوسط	کمیاب
خاکستری	متوسط	زیاد	زیاد	زیاد	بسیار زیاد	بسیار زیاد
آبی	وجود ندارد.	بسیار محدود	عملاً وجود ندارد.	کمیاب	کمیاب	کمیاب
آجری، نارنجی	بسیار محدود	کمیاب	متوسط	متوسط	محدود	بسیار محدود

۶-۱- مشخصات فنی سنگ‌های تزئینی و نما

ویژگی‌های فنی سنگ‌ها با آزمایش‌های شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی همراه با بررسی‌های کانی‌شناسی میکروسکوپی تعیین می‌شود. جرم مخصوص، میزان جذب آب، مقاومت‌های فشاری، خمشی، کششی، سایشی و ثبات رنگ از مهم‌ترین این مشخصات به شمار می‌روند.

الف- جرم مخصوص

جرم مخصوص در جلاپذیری سنگ اهمیت دارد به نحوی که سنگ‌هایی با جرم مخصوص کم‌تر از ۱٫۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب جلای مناسب نمی‌پذیرند و انواع با جرم مخصوص بالای ۲٫۲ گرم بر سانتی‌مترمکعب به خوبی جلا پذیرند. جرم مخصوص سنگ‌های ساختمانی بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۵۶۹۹- سال ۱۳۹۰ قابل اندازه‌گیری است.

ب- میزان جذب آب

میزان جذب آب، مقدار آبی است که سنگ بر حسب درصد وزن خشک خود جذب می‌کند و در سنگ‌های آذرین بسیار کم است. سنگ آهک‌ها و ماسه‌سنگ‌ها مقادیر مختلفی را نشان می‌دهند. برای سنگ‌های ساختمانی میزان جذب آب باید کم باشد. اندازه‌گیری میزان جذب آب سنگ باید طبق روش استاندارد ملی ایران به شماره ۵۶۹۹- سال ۱۳۹۰ انجام گیرد.

پ- مقاومت فشارشی

مقاومت فشارشی سنگ، میزان پایداری آن را در برابر نیروهای فشاری اعمال شده نشان می‌دهد. اغلب شرکت‌ها تنها آزمایشی که بر روی سنگ انجام می‌دهند، تعیین مقاومت فشارشی است. سنگ‌هایی که برای مقاصد ساختمانی استفاده می‌شوند، به ندرت مقاومتی کم‌تر از ۴۰ مگا پاسکال دارند و در بسیاری موارد به ویژه در سنگ‌های آذرین این مشخصه به ۱۴۰ تا ۲۰۰ مگا پاسکال و حتی بیش‌تر می‌رسد. برای اندازه‌گیری مقاومت فشارشی سنگ باید از روش استاندارد ملی ایران به شماره ۵۶۹۸- سال ۱۳۸۹ استفاده شود.

ت- مقاومت خمشی

مقاومت خمشی سنگ را می‌توان به عنوان توانایی آن در برابر تنش‌های خمشی بیان کرد. معمولاً این مقاومت بر حسب مدول گسیختگی بیان می‌شود. گاه سنگ به کار رفته در آستانه پنجره‌ها، بر اثر تنش خمشی شکسته می‌شود که دلیل این شکستگی مربوط به مقاومت خمشی خیلی کم آن است. برای اندازه‌گیری مقاومت خمشی سنگ باید از روش استاندارد ملی به شماره ۸۲۲۹- سال ۱۳۹۰ استفاده شود.

ث- مقاومت کششی

مقاومت کششی، تنش کششی لازم برای شکستن نمونه‌ای با شکل و ابعاد خاص است. مقاومت کششی سنگ‌ها به میزان بارگذاری و رطوبت بستگی دارد. مقدار مقاومت کششی سنگ‌ها از مقاومت فشارشی آن‌ها کم‌تر و معمولاً بین ۱۰ تا ۴۰ درصد است.

ج- مقاومت سایشی

مقاومت سایشی سنگ به وضعیت دانه‌بندی و سختی کانی‌های تشکیل‌دهنده بستگی دارد. برخی از سنگ‌ها به علت



سختی متفاوت، دچار سایش نامنظمی می‌شوند و از این نظر ممکن است کم‌تر از سنگ‌هایی که سختی کم اما یکنواخت دارند، مورد توجه باشند.

مقاومت سایشی سنگ وقتی مهم است که در معرض سایش مانند استفاده در پلکان، سنگفرش، پیاده‌روها و کف ساختمان‌ها یا کانال‌های آب و فاضلاب قرار گیرد. برای اندازه‌گیری مقاومت سایشی سنگ باید از روش استاندارد ملی ایران به شماره ۵۷۰۰- سال ۱۳۸۹ استفاده شود.

در حال حاضر ویژگی سنگ‌ها با توجه به نوع آن‌ها باید با یکی از استانداردهای زیر مطابقت داشته باشد:

گرانیت: استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۹۴- سال ۱۳۸۹، سنگ‌های ساختمانی- گرانیت- ویژگی‌ها

آهک: استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۹۵- سال ۱۳۸۹، سنگ‌های ساختمانی- سنگ آهک- ویژگی‌ها

مرمریت: استاندارد ملی ایران شماره ۶۵۶۹- سال ۱۳۸۹، سنگ مرمریت- ویژگی‌ها

تراورتن: استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۴۷- سال ۱۳۸۹، سنگ‌های ساختمانی- تراورتن- ویژگی‌ها

۷-۱- ابعاد سنگ‌های تزئینی و نما

ابعاد استاندارد برای انواع سنگ‌های تزئینی و نما (پلاک و کاشی)^۱ در جدول (۴-۱) ارائه شده است. این جدول بر اساس ابعاد رایج از نظر استاندارد نویسی، کنترل کیفیت و همچنین استانداردهای BIS^۲ تهیه شده است. در شکل‌های (۱-۲) تا (۴-۱) تصاویر ورق (اسلب)، کاشی (تایل) و پلاک نشان داده شده است.

جدول ۴-۱- ابعاد محصولات فرآوری شده سنگ‌های تزئینی و نما بر اساس استانداردهای بین‌المللی

ردیف	شرح	پلاک (میلی‌متر)	کاشی/تایل (میلی‌متر)
۱	گرانیت (ASTM)	حداقل ۲۶۰۰ × ۱۴۰۰	۳۰۵ × ۳۰۵ ۴۰۶ × ۴۰۶ ۴۵۷ × ۴۵۷ ۶۱۰ × ۶۱۰
		حداکثر ۳۰۰۰ × ۱۷۰۰	
۲	مرمر (ASTM)	۲۰ تا ۳۰	۱۰ و ۲۰، ۱۵، ۱۲
		۱۲۱۹ × ۶۱۰ ۲۱۳۴ × ۹۱۴	۶۰۰ × ۳۰۰ ۶۰۰ × ۶۰۰
۳	سنگ آهک (BIS-1128)	۲۰ تا ۳۰	۲۰ تا ۳۰ و گاه ۱۰
		۱۴۰۰ تا ۶۰۰ × ۱۰۰۰ تا ۳۰۰	۶۰ تا ۱۵ × ۶۰ تا ۱۵
۴	ماسه‌سنگ (BIS-3622)	۲۵ تا ۹۵	۱۵ تا ۹۵
		۵۹۵۰ تا ۲۹۵۰ ۱۴۹۰ تا ۷۹۵۰	-
		۴۰ تا ۹۵	-

1- Tile

2- Bureau of india standard



شکل ۱-۲- پلاک‌های آماده برای حمل



شکل ۱-۳- ورق (اسلب) در فرآیند تولید و آماده برای فروش



شکل ۱-۴- کاشی (تایل)‌های آماده برای حمل

۸-۱- فهرست استانداردهای موجود

تا پایان سال ۱۳۹۳ بیش از ۱۰۰ استاندارد در زمینه سنگ‌های ساختمانی تهیه شده که از این تعداد حدود ۸۵ استاندارد در مورد سنگ‌های تریپنی و نما (جدول پ. ۱-۱) و ۲۶ مورد آن استاندارد ملی معرفی شده است. اغلب این



استانداردها در واقع ترجمه‌هایی از استانداردهای ASTM و در بعضی موارد GOST^۱ است. در چند مورد هم بر اساس تحقیقات ملی و بین‌المللی و تجارب شخصی تهیه شده‌اند. سایر موارد نیز ترجمه دیگر استانداردهای جهانی مانند ISO^۲، BS^۳، EN^۴، DIN^۵ و BIS^۶ است.

با بررسی اجمالی استانداردهای تدوین شده در کشورهای پیشرفته عموماً استانداردها به سه بخش واژه‌شناسی فنی، مشخصات محصول و روش‌های آزمایش استاندارد تقسیم می‌شوند.

۱- واژه GOST مخفف کلمات استاندارد در زبان روسی است و آن مجموعه‌ای از استانداردهای فنی است که توسط شورای اروپا و آسیایی (اوراسیا) علم اوزان، مقادیر و گواهینامه تحت نظارت کشورهای مستقل مشترک‌المنافع و روسیه (EASC) تهیه و تدوین می‌شود.

- 2- International standard organization
- 3- British standards (institute)
- 4- European norms
- 5- Deutches institute fur normug
- 6- Bureau of Indian standards



فصل ۲

ابزار و ماشین آلات فرآوری



۲-۱- آشنایی

جنس و سختی سنگ از عوامل مهم در انتخاب روش برش و ماشین‌آلات مورد نیاز است. از این نظر سنگ‌ها به دو گروه مرمر و گرانیت تقسیم می‌شوند.

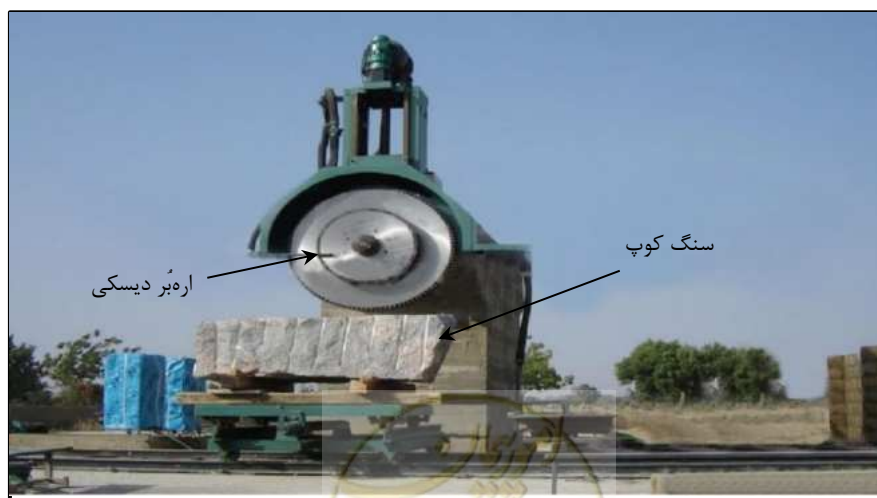
گروه مرمرها به دلیل مقاومت و درصد کوارتز کم‌تر نسبت به سنگ‌های گرانیت نرم‌ترند و به راحتی بریده می‌شوند و برای برش آن‌ها می‌توان از سیستم برش یک مرحله‌ای استفاده کرد. گرانیت‌ها مقاومت فشارشی و درصد کوارتز بالایی دارند به همین دلیل برش آن‌ها به راحتی مرمرها نیست و باید در چند مرحله انجام شود. ماشین‌های برش این قسمت به دو نوع ماشین‌های برش دروازه‌ای و برش دیسکی یا قله‌بر تقسیم می‌شوند.

انتخاب روش و ماشین‌آلات ساب و صیقل نیز تابع جنس و نوع سنگ است و انتخاب تعداد و انواع لقمه‌ها نیز به نوع و جنس سنگ بستگی دارد.

۲-۲- ماشین‌آلات برش

۲-۲-۱- ماشین قله‌بر^۱

از این دستگاه برای بلوک‌های سنگی که امکان تهیه ورق از آن‌ها وجود ندارد، استفاده می‌شود. به کمک این دستگاه، سنگ‌ها به ابعادی بریده می‌شوند که قابلیت تبدیل به کاشی (تایل) را داشته باشند. این ماشین‌ها دیسک قائمی دارند که حداقل و حداکثر قطر پذیرش آن‌ها به ترتیب ۸۰۰ و ۱۳۰۰ میلی‌متر است و یک دیسک افقی با قطر ۳۵۰ میلی‌متر نیز دارند. حداکثر ارتفاع سنگ ورودی دو متر است (شکل ۲-۱). نمونه‌ای از ماشین قله‌بر به روش اره‌ای در شکل (۲-۲) نشان داده شده است.



شکل ۲-۱- دستگاه قله‌بر



شکل ۲-۲- دستگاه قله‌بر اراهی

۲-۲-۲- ماشین قواره‌کن^۱

قسمت‌های اضافی هر بلوک با استفاده از دستگاهی به نام ماشین قواره‌کن یا تک لام با سیم برش الماسه بریده و قواره می‌شود (شکل ۳-۲).



ب- ماشین سیم برش الماسه معمولی



الف- ماشین سیم برش الماسه با چرخش بازویی

شکل ۳-۲- ماشین قواره‌کن استخراجی



۳-۲-۲- ماشین کله‌بر

این ماشین نوعی دستگاه فرز دروازه‌ای است که برای برش و تبدیل ورق به پلاک به کار می‌رود (شکل ۲-۴). ماشین‌های کله‌بر از تجهیزات اصلی هر واحد سنگبری‌اند.



شکل ۲-۴- ماشین کله‌بر

انواع مختلف فرز، از فرزهای دستی بسیار ساده تا ماشین‌های کاملاً پیشرفته وجود دارند که متداول‌ترین آن‌ها فرز دروازه‌ای است.

۴-۲-۲- ماشین اره‌بر

الف- ماشین اره‌بر تیغه‌ای

معمولاً برای برش سنگ‌های سخت از ماشین‌های اره‌بر تک و یا چند تیغه‌ای استفاده می‌شود (شکل ۲-۵).



ب- اره‌بر چند تیغه‌ای



الف- اره‌بر تک تیغه‌ای

شکل ۲-۵- دستگاه اره‌بر تک تیغه‌ای و چند تیغه‌ای

ب- ماشین برش اره جمعی^۱

این دستگاه، تعداد زیادی تیغه (بین ۸۰ تا ۱۵۰) دارد و برای تولید ورق سنگ به کار می‌رود (شکل ۲-۶). ماشین‌های برش اره سخت‌بر برای سنگ‌های سخت مانند گرانیت استفاده می‌شوند و حداکثر ابعاد بلوکی که با این اره‌ها می‌توان برید $۳/۵ \times ۳$ متر و با ضخامت حداقل یک سانتی‌متر است. دستگاه اره جمعی مجهز به کنترل الکترونیک و سامانه روغن‌کاری مرکزی است. از دیگر اجزای این دستگاه می‌توان به پمپ ساچمه‌پاش (براده فولادی)، دستگاه مخلوط‌کن و تنش‌گیری تیغه اره اشاره کرد.



الف



ب

شکل ۲-۶- الف- ماشین اره برش جمعی و ب- ماشین اره برش جمعی در حال کار



۲-۳- ماشین آلات تکمیلی

۲-۳-۱- ماشین عرضی بُر ۱

این دستگاه یک تا شش و گاه تا ده دیسک با قطر ۴۰ سانتی متر دارد و حداکثر عرض و ضخامت برش آن به ترتیب ۷۰ و ۶ سانتی متر است و چنانچه بزرگ تر باشد، از ماشین طولی بُر استفاده می شود (شکل ۲-۷).



شکل ۲-۷- ماشین عرضی بُر ۶ دیسکه

۲-۳-۲- ماشین طولی بُر

این دستگاه معمولاً هفت دیسک با قطر ۳۵۰ میلی متر و حداکثر ضخامت کاری ۶ سانتی متر دارد (شکل ۲-۸).



شکل ۲-۸- دستگاه طولی بُر ورق



۳-۳-۲- ماشین تنظیم ابعاد

این ماشین قادر است دو طرف پلاک‌هایی به ضخامت یک تا دو سانتی‌متر را بتراشد تا پلاک دقیقاً به ضخامت مورد نظر برسد. این عملیات قبل از ساب و صیقل انجام می‌گیرد.

۴-۲- ماشین آلات ساب و صیقل^۱

پس از برش، ورق‌های سنگ به سالن پرداخت منتقل می‌شوند و در این مرحله با استفاده از میزهایی که امکان تا شدن به صورت هیدرولیکی را دارند به وسیله غلتک به دستگاه ساب و صیقل فرستاده می‌شوند. در این دستگاه، سنگ ساب زده شده و صیقل می‌شود. برای پرداخت محصول از پودر ویژه‌ای به نام سیلیکون کاربرد استفاده می‌شود.

۱-۴-۲- ماشین ساب و صیقل تمام خودکار

این ماشین قادر است ورق‌های سنگ تا عرض دو متر و با ضخامت یک تا ده سانتی‌متر را به طور کامل ساب و صیقل دهد. حداکثر طول، عرض و ارتفاع ماشین به ترتیب ۲۱/۳۰، ۳/۲۰ و ۲/۵۰ متر است (شکل ۲-۹). در ماشین ساب نواری خودکار، سنگ تحت تاثیر سه نوع حرکت دورانی لقمه‌های ساب، حرکت عرضی کله‌گی ساب و حرکت طولی نوار، ساب و صیقل قرار می‌گیرد. در شکل (۲-۱۰) دو نمونه دیگر ماشین ساب سنگ نیمه خودکار نشان داده شده است.



شکل ۲-۹- دستگاه ساب و صیقل تمام خودکار با ۱۲ کله ساینده





ب- ساب بعد از برش ورقه‌ای



الف- ساب قبل از برش ورقه‌ای

شکل ۲-۱۰- ماشین ساب نیمه خودکار

۲-۴-۲- ماشین ساب و صیقل دستی

در شکل (۲-۱۱)، دو نمونه ماشین ساب و صیقل دستی نشان داده شده است.



شکل ۲-۱۱- دستگاه ساب و صیقل دستی

۲-۴-۳- ماشین بغل‌بر و پخ‌زن

این ماشین‌ها معمولاً از میزی نواری شکل تشکیل شده‌اند و دیسک‌های برش و پرداخت در کنار آن‌ها نصب می‌شوند (شکل ۲-۱۲) و قابلیت ایجاد لبه‌های گرد و نیمه گرد و برش‌های اریب در سنگ را دارند. شکل (۲-۱۳) لبه‌زنی سنگ گرانیت با ماشین دستی را نشان می‌دهد. با تنظیم دستگاه پخ‌زن، اختلاف طول و عرض کاشی (تایل)‌ها را تا چند صد میلی‌متر می‌توان کاهش داد.



شکل ۲-۱۲- دستگاه پخ‌زن



شکل ۲-۱۳- لبه‌زنی دستی گرانیت با دیسک

۵-۲- تجهیزات تکمیلی، شکل‌دهی و ابزار مرحله پایان کار

تجهیزات مرحله پایان کار شامل دستگاه برش جانبی، دستگاه ساب و صیقل برای دو لبه سنگ، ماسه‌زن، ماشین سوراخ‌کن و چکش‌کاری، دستگاه برگردان پلاک و دیسک شیارزن پشت پلاک سنگ، دستگاه چرخش برای چرخاندن پلاک، دستگاه هوای فشرده برای تمیز کردن پلاک سنگ از مواد اضافی، دستگاه گرم‌کن (بخاری) برای تولید هوای داغ برای خشک کردن آب از روی پلاک، برس برای تمیز کردن و جلا دادن پلاک سنگ، میز متحرک برای جمع‌آوری پلاک سنگ و دستگاه جداکننده ورق یا دستگاه مکش برای جدا کردن قطعات بریده شده ورق از یکدیگر است (شکل ۲-۱۴).





شکل ۲-۱۴- جدا کردن ورق‌های بریده شده با دستگاه مکش

۱-۵-۲- ماسه‌زن

دستگاه ماسه‌زن با استفاده از جریان آب پرسرعت و ماسه کار می‌کند. این ماشین متشکل از یک میز غلتان است که ورق سنگ بر روی آن حرکت می‌کند و سیستم افشانه ماسه در زیر ورق سنگ قرار دارد و سرعت آن قابل تنظیم است (شکل ۲-۱۵).



شکل ۲-۱۵- دستگاه ماسه‌زن

۲-۵-۲- ماشین سوراخ‌کاری

این دستگاه برای سوراخ کردن سنگ در مواردی مانند نصب سنگ بر روی دیوار استفاده می‌شود. در ساختمان‌های بزرگ برای نصب سنگ باید از رول پلاک و پیچ‌های ویژه فولادی و سوراخ‌های تعبیه شده در پشت سنگ استفاده کرد.



۳-۵-۲- چکش کاری

در روش سنتی با استفاده از چکش دستی (شکل ۲-۱۶) و در روش‌های نوین با استفاده از چکشی که با هوای فشرده کار می‌کند، سطح خارجی سنگ را به صورت ناهموار ولی منظم درمی‌آورند. این چکش‌ها، سرهایی با شکل‌های متفاوت دارند که طرح‌های گوناگونی را ایجاد می‌کنند.



شکل ۲-۱۶- چکش‌زنی دستی

۴-۵-۲- دستگاه شیارزن

برای زیبایی و از بین بردن تیزی لبه سنگ و چسبندگی بهتر از دستگاه شیارزن استفاده می‌شود (شکل ۲-۱۷).

۵-۵-۲- ماشین شستشو

پس از صیقل، سنگ ورق را با ماشین شستشو می‌دهند و با برس تمیز می‌کنند.

۶-۵-۲- ماشین تمیزکاری

در مراحل پایانی، عمل تمیزکاری به وسیله دستگاهی به طول ۲/۵ متر انجام می‌شود.



شکل ۲-۱۷- دستگاه شیارزن

۲-۶- ابزارهای برش و صیقل

۲-۶-۱- سگمنت‌ها

الف- سگمنت‌های مصرفی در سیم برش

- سگمنت الماسه با روکش نیکل: این نوع سگمنت با روش الکترولیز روکش داده می‌شود. در این روش یک میله فلزی استوانه‌ای شکل را در محلول الکترولیت قرار می‌دهند و دانه‌های الماسه را روی آن می‌نشانند سپس با روکشی از نیکل روی میله فلزی را می‌پوشانند. این نوع سیم برش برای برش سنگ‌های نرم‌تر و برش‌های کوچک مناسب است.
- سگمنت الماسه با روکش فلزی: این نوع سگمنت با روش اشباعی و یا آغشتن مواد فلزی ساخته می‌شود. در این روش مقدار معینی ذرات الماسه را با مقدار معینی از گرد و ذرات فلزی مخلوط کرده و محصول به دست آمده را به دور تیغه فلزی نصب می‌کنند. این نوع سیم برش برای برش سنگ‌های سخت‌تر به کار می‌رود.

ب- سگمنت‌های مصرفی در ساختمان اره و قله‌برها

- سگمنت ساندویچی^۱: در سگمنت ساندویچی ترکیب لایه‌های بیرونی با لایه‌های درونی متفاوت است و مواد به صورت مخلوطی از پودر فلز و الماس در قالب‌ها ریخته می‌شود.
 - سگمنت شیاردار^۲: این نوع سگمنت معمولاً از یک یا دو لایه مواد بدون الماسه و بقیه لایه‌ها از مواد الماس‌دار تشکیل می‌شوند که پس از استفاده، سطح سگمنت دارای یک یا دو شیار خواهد شد. این شیارها به علت ایجاد سطوح اضافه برای عبور آب مناسب‌اند.
- شکل (۲-۱۸) دو نمونه سگمنت اره فولادی و تیغه‌های دیسک و شکل (۲-۱۹) اندازه یک سگمنت را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۸- سگمنت روی تیغه اره و دیسک

1- Sandwich segment
2- Groove segment



شکل ۲-۱۹- نمایش اندازه‌گیری سگمنت

۲-۶-۲- ساینده‌ها، ابزار ساب و صیقل

الف- ساینده‌های طبیعی

این نوع ساینده‌ها قبل از استفاده نهایی احتیاج به تصفیه، خردایش و دانه‌بندی دارند. فراوان‌ترین ساینده طبیعی ماسه‌سنگ است. از دیگر ساینده‌های طبیعی می‌توان به کوارتز، سنگ آتش‌زنه، ماسه‌ها، گارنت، رس و آهک اشاره کرد (دو مورد آخر برای ساینده‌های ملایم استفاده می‌شوند).

ب- ساینده‌های پوششی

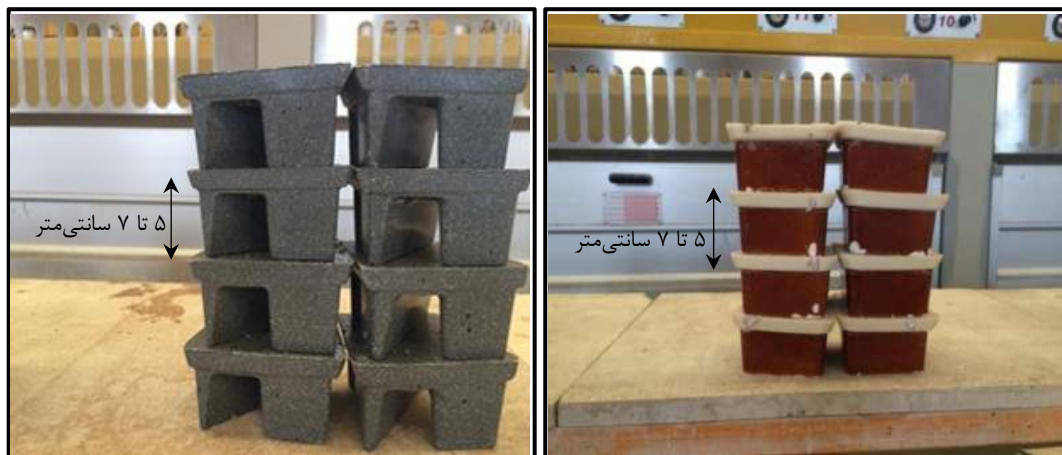
در ساینده‌های پوششی دانه‌های ساینده را به کمک چسب یا رزین بر روی یک ماده زمینه انعطاف‌پذیر مانند کاغذ یا پارچه می‌چسبانند. از جمله دانه‌های ساینده که در ساخت ساینده‌های پوششی به کار می‌روند می‌توان الماس طبیعی و مصنوعی، نیتريد بور مکعبی و آلومین را نام برد. هر یک از دانه‌های ساینده یاد شده به تنهایی و یا در کنار هم در ترکیب با دیگر اکسیدها و کاربرد استفاده می‌شوند.

پ- ساینده‌های باندی

ساینده‌های باندی به صورت جامد و در قالب اشکال مشخص ساخته می‌شوند. یکی از انواع گوناگون ساینده‌های باندی، لقمه‌های ساب است. دو نمونه لقمه با رنگ‌های متفاوت در شکل (۲-۲۰) نشان داده شده است. لقمه‌های ساب سنگ و سگمنت‌های الماسه، اره‌های برش سنگ از انواع ساینده‌های باندی به شمار می‌روند. در ساینده‌های باندی دانه‌های مواد ساینده به همراه یک باند از رزین یا فلز یا مواد سرامیکی دیگر در داخل یک محفظه، پرس شده و حرارت می‌بینند. شکل (۲-۲۱) لقمه‌های آماده برای ساییدن و پس از ساییدن را نشان می‌دهد.

ت- انواع ساینده‌های لقمه‌ای

- باند یا ملات منیزی: ملات منیزی مهم‌ترین و بهترین نوع باند است که در لقمه‌های ساب سنگ به کار می‌رود. لقمه‌های منیزی به عنوان یکی از مواد مهم سرامیکی است و در زمره مواد دیرگداز به حساب می‌آید. این ملات در ساب اسیدی و مراحل پایانی پرداخت سنگ‌ها به کار می‌رود و بدین ترتیب محصول نهایی کیفیت بسیار مطلوبی می‌یابد.
- شکل و ابعاد لقمه‌های ساب بر حسب نوع سنگ کمی متفاوت و نوع آن‌ها نیز مختلف است، به عنوان مثال سطح مقطع لقمه‌های مرمر بیش‌تر از لقمه‌های گرانیتی است.
- باند یا ملات رزینی: لقمه‌های رزینی به دلیل ایجاد خاصیت ارتجاعی برای جلوگیری از تنش در هنگام ساییدن معمولاً در آخرین مرحله پرداخت سنگ‌ها به کار می‌رود. در این مرحله سطح سنگ بسیار صیقلی و آینه‌ای می‌شود و عمدتاً در سنگ‌های صادراتی از این لقمه‌ها استفاده می‌کنند. باندهای رزینی خود به دو نوع رزین‌های پلی‌استر و رزین‌های فنولیک تقسیم می‌شوند. از رزین‌های پلی‌استر در ساخت لقمه‌های اسیدی استفاده می‌شود.



شکل ۲-۲۰- دو نمونه لقمه‌های ساب در رنگ‌های مختلف



الف- لقمه‌های آماده برای ساب ب- لقمه‌های استفاده شده

شکل ۲-۲۱- مقایسه لقمه‌های استفاده شده با لقمه‌های آماده کار

- باند یا ملات سرامیکی: باند سرامیکی یکی از باندهای شناخته شده چرخ‌های ساینده است که به علت سختی زیاد در لقمه‌های ساب سنگ به کار نمی‌رود. در شکل (۲-۲۲) انواع ابزار و ساینده‌های معمول ساب و صیقل نشان داده شده است.



پ- فرچه سیمی دستی



ب- لقمه سایش



الف- سنگ سنباده و لقمه سایش



ج- فرچه سیمی ماشینی

ث- انواع کفشک‌های ساینده و
صیقل‌دهنده

ت- کفشک ساینده

شکل ۲-۲۲- انواع و ابزار ساینده‌های سنگ در مرحله ساب و صیقل

۳-۶-۲- انواع دانه‌های ساینده و روش شماره‌بندی لقمه‌ها

الف- انواع دانه‌های ساینده

متداول‌ترین ذرات ساینده‌ها اکسید آلومینیم و کاربید سیلیسیم‌اند، در مواردی از کردندم نیز استفاده می‌شود (شکل ۲-۲۳).



شکل ۲-۲۳- دانه‌های ساینده

ب- شماره‌بندی لقمه‌ها

لقمه‌های ساب سنگ را بر اساس ابعاد ذرات بر حسب عدد مش شماره‌بندی می‌کنند.

شماره لقمه‌های ساب سنگ مرمر^۱ به ترتیب مرحله به شرح زیر است:

- مرحله اول: شماره ۳۶ یا در بعضی مواقع شماره ۴۶ لقمه سنگ‌های سخت
- مرحله دوم: شماره ۸۰ یا در بعضی مواقع شماره ۱۰۰ لقمه سنگ‌های سخت
- مرحله سوم: شماره ۲۲۰ لقمه سنگ‌های سخت
- مرحله چهارم: شماره ۴۰۰ لقمه سنگ‌های سخت
- صادراتی: از شماره ۶۰۰ لقمه سنگ‌های سخت به بالا
- لقمه اسیدی (مرحله پایانی)

شماره لقمه‌های ساب سنگ گرانیت^۲ به شرح زیر است:

- زیر ۱۰۰ مش^۳ شامل ۱۶، ۲۰، ۲۴، ۳۶، ۴۶، ۶۰ و ۸۰
- زیر ۱۰۰۰ مش شامل ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۲۰، ۲۸۰، ۳۲۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰
- بیش از ۱۰۰۰ مش شامل ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰
- لقمه اسیدی (مرحله پایانی)

پ- لقمه اسیدی

لقمه‌هایی که در آخرین مرحله پرداخت به کار می‌روند، لقمه‌هایی اسیدی‌اند که با باند رزینی از نوع پلی‌استر پیوند داده شده‌اند. این لقمه‌ها باعث شفافیت و جلا دادن سطح سنگ‌ها می‌شوند. نام اسیدی از آنجا گرفته شده است که اسید ضعیفی به نام اگزالیک اسید اثر جلابخشی بر روی مرمر دارد^۴.

۱- در ایران لقمه‌های خاصی برای مرمر ساخته نمی‌شود بلکه از تعدادی از لقمه‌های سنگ‌های سخت برای ساب سنگ‌های نرم استفاده می‌کنند. در مورد سایر سنگ‌های آهکی و نرم مانند تراورتن، سنگ چینی، کریستال و دیگر سنگ‌ها شماره‌های خاصی موجود نیست و خود سنگبری‌ها بر حسب تجربه و نظر خود تعدادی از لقمه‌های مش‌های پایین را برای ساب این سنگ‌ها به کار می‌برند.

۲- سنگ‌های سخت باید هنگام ساب از زیر تمام شماره‌های مربوطه بگذرد تا محصول نهایی کالای تجاری مناسبی شود.

۳- منظور استاندارد در سیستم (ASTM) است که برای توضیح اندازه و دانه‌بندی پودرها و بیان تعداد دانه‌های لقمه در واحد طول به کار می‌رود.

۴- جنس لقمه‌های اسیدی که در ایران تولید می‌شوند از نمک است و اصولاً ربطی به کلمه اسید ندارد. بیش‌تر نمک‌های به کار رفته در لقمه‌های اسیدی از جنس نمک طعام‌اند و به علت داشتن ید، رنگ این لقمه‌ها به زرد گراییده است. در بعضی مواقع نیز از زاج (سولفات آلومینیم و پتاسیم) در تهیه این لقمه‌ها استفاده می‌شود.

ت- نوع اتصال لقمه‌ها در دستگاه‌های ساب سنگ

انواع اتصال لقمه‌ها به شرح زیر است:

- اتصال کشویی مانند لقمه‌های ساب سنگ گرانیت و مرمر
- اتصال چسبی که در بیش‌تر لقمه‌های نرم ساب^۱ تراورتن و سنگ چینی به کار می‌رود.
- اتصال میله‌ای که به صورت نر و ماده به دستگاه متصل می‌شود (لقمه شماره ۶ در شکل ۲-۲۲).

۲-۷- دستگاه‌های جانبی

۲-۷-۱- جرثقیل

برای جابه‌جا کردن بلوک‌های سنگ و یا تخلیه و بارگیری آن‌ها، در کارخانجات نیاز به جرثقیل دروازه‌ای با ظرفیت بین ۲۰ تا ۵۰ تن است (شکل ۲-۲۴). همچنین برای جابه‌جا کردن ورق‌های سنگ و یا تعمیر ماشین‌آلات در سالن‌ها، جرثقیل‌های سقفی نصب می‌شود. ظرفیت این نوع جرثقیل معمولاً بین ۳ تا ۱۰ تن است.



شکل ۲-۲۴- جرثقیل دروازه‌ای ۴۰ تنی

۲-۷-۲- واگن حمل

سنگ به وسیله جرثقیل بر روی واگن حمل قرار می‌گیرد. این واگن‌ها به وسیله کشنده موتوری، سنگ را به قسمت ماشین قله‌بر یا اره برش جمعی هدایت می‌کنند.



۱- این نوع لقمه‌ها به صورت مجموعه‌ای ۶ یا ۸ تایی به طور پیوسته ساخته شده و به نام بشقابی خوانده می‌شوند.

۳-۷-۲- لیفتراک، دامپر و بیل مکانیکی

برای بارگیری و حمل محصولات تمام شده به انبارها و جابه‌جایی سنگ‌ها در سالن تولید از یک یا دو دستگاه لیفتراک و برای جمع‌آوری باطله از دامپر و برای تخلیه کانال‌ها و یا استخرهای آب در صورت نبود پمپ‌های مخصوص از بیل مکانیکی استفاده می‌شود.

۴-۷-۲- میز غلتک‌دار

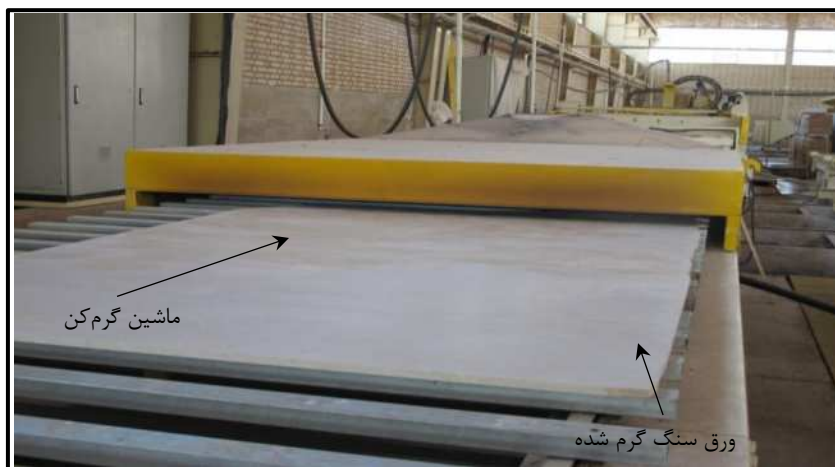
یک دستگاه میز غلتک‌دار به طول ۲/۱ متر، ورقه‌های برش شده و اندازه شده را به ماشین سنگ‌زنی منتقل می‌کند و پس از آن سنگ‌ها به وسیله میز غلتکی دیگری به طول ۲/۱ متر به ماشین ساب و صیقل انتقال می‌یابند. حداکثر عرض قابل پذیرش به وسیله دستگاه سنگ‌زنی ۶۱ سانتی‌متر و حداکثر ضخامت ۶۰ میلی‌متر است.

۵-۷-۲- دستگاه گرم‌کننده

این دستگاه برای گرم کردن ورق یا پلاک برای ماستیک زدن سنگ استفاده می‌شود (شکل ۲-۲۵).

۶-۷-۲- اره چوب‌بری

برای بسته‌بندی پلاک یا ورق سنگ به ویژه برای صادرات، جعبه یا تخته‌های چوبی^۱ ساخته می‌شود. در ساختن جعبه یا پالت باید دقت کافی و محاسبه دقیق انجام گیرد که این جعبه‌ها بر اساس استاندارد شماره ۴۳۴۸ UNI کشور ایتالیا ساخته شوند. وجود یک دستگاه اره سه کاره چوب‌بری برای تهیه جعبه‌های بسته‌بندی در هر واحد ضروری است.



شکل ۲-۲۵- دستگاه پیش گرم‌کن



۷-۷-۲- سامانه هوای فشرده

با توجه به اینکه تعداد زیادی از ماشین‌آلات با سیستم هیدرولیکی و پنوماتیکی کار می‌کنند، در کلیه سالن‌های کارخانه، وجود خط لوله هوای فشرده با ظرفیت مورد نیاز ضرورت دارد.

۸-۷-۲- سامانه تامین حرارت

برای تسریع خشک کردن بتونه پلاک سنگ تراورتن، نیاز به حرارت دادن است تا هر چه زودتر بتونه خشک و انجام مراحل بعدی تولید میسر شود. برای تامین حرارت از بخاری با سوخت گاز و در بعضی از واحدها با سوخت گازوییل استفاده می‌شود.

۹-۷-۲- کاربرد ماشین‌آلات سنگبری

خلاصه مشخصات ماشین‌آلات و تجهیزات متداول مورد استفاده در واحدهای فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما در جدول (۲-۱) و کاربرد ماشین‌آلات و تجهیزات متداول مورد استفاده در صنایع تولیدی سنگ‌های تزئینی و نما و نیز سنگ‌های مصنوعی در جدول (۲-۲) ارائه شده است.

جدول ۲-۱- ماشین‌آلات و تجهیزات متداول موجود در کارخانه فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما و تاسیسات وابسته

ردیف	ماشین‌آلات و تاسیسات وابسته	مورد استفاده
۱	ماشین قله‌بر	در خطوط تولید (تک و چند دیسک)
۲	ماشین قواره‌کن (تک لام)	قواره کردن کوپ‌های سنگ
۳	ماشین قواره‌کن	قواره کردن کوپ‌های سنگ
۴	ماشین کله‌بر	خطوط تولید کاشی (تایل) نرم‌بر و سخت‌بر
۵	میزهای بارگذاری و باربرداری	خط تولید ورق
۶	جرثقیل بازویی	خط تولید ورق سخت‌بر و خطوط تولید کاشی (تایل)
۷	میزهای رابط و نقاله کاشی (تایل) و ورق	خطوط تولید کاشی (تایل) نرم‌بر و سخت‌بر
۸	واگن حمل بلوک	حمل بلوک به خطوط قله‌برها
۹	باربر برقی	جابه‌جایی واگن‌های بلوک سنگ و ورق
۱۰	جرثقیل‌های سقفی سالنی	سرویس‌دهی سالن‌های تولید
۱۱	جرثقیل‌های دروازه‌ای	تخلیه و بارگیری کوپ‌های سنگ خام و محصول
۱۲	ماشین اره جمعی	خطوط تولید
۱۳	ماشین بارگذاری و باربرداری اتوماتیک ورق	خطوط تولید
۱۴	ماشین ساب اولیه ورق و کاشی (تایل)	خطوط تولید بعد از ورق کردن
۱۵	ابزار پلاستریگ ورق و کاشی (تایل)	خطوط تولید بعد از ساب زدن
۱۶	ماشین ساب و صیقل ورق و کاشی (تایل)	مراحل آخر خطوط تولید
۱۷	ماشین فرز دروازه‌ای	تبدیل ورق‌های بزرگ به پلاک
۱۸	قله‌برهای اتوماتیک	در کنار فرزهای دروازه‌ای
۱۹	ماشین وسط نصف‌کن	سنگ‌های کوپ بزرگ
۲۰	ماشین کالیبره	ابعاد کردن
۲۱	ماشین عرضی و طولی بر مولتی دیسک	برش عرضی و طولی

ادامه جدول ۲-۱- ماشین آلات و تجهیزات متداول موجود در کارخانه فرآوری سنگ های تزئینی و نما و تاسیسات وابسته

ردیف	ماشین آلات و تاسیسات وابسته	مورد استفاده
۲۲	خط پایان تولید	پخزن، شیارزن، برگردان و خشک کن
۲۳	ابزار بسته بندی	ایمنی کردن محصولات
۲۴	لیفتراک	بارگیری پالت های محصول
۲۵	دامپر	جمع آوری باطله و موارد مشابه
۲۶	پمپ های تخلیه آب یا بیل مکانیکی	تخلیه کانال ها و استخرهای آب
۲۷	سامانه آبرسانی و تصفیه آب	آبرسانی به کلیه ماشین ها و تصفیه آب مصرفی
۲۸	سامانه هوای فشرده (کمپرسور)	ماشین آلات هیدرولیکی و پنوماتیکی
۲۹	سامانه تامین برق	از طریق شبکه سرتاسری و ژنراتور
۳۰	سامانه تامین حرارت	تسریع در خشک کردن پلاک ها
۳۱	ماشین آلات و ابزار نجارخانه	ساخت پالت و بسته بندی محصول
۳۲	ماشین آلات و ابزار تعمیرگاه	- تعمیرات ماشین آلات کارخانه - سرویس و تعمیر ماشین آلات و تجهیزات

جدول ۲-۲- کاربرد ماشین آلات سنگبری در صنایع تولید سنگ های تزئینی و نما

ردیف	ماشین و ابزار برش	مرمر	گرانیت	مرمریت	ماسه سنگ	سنگ های مصنوعی
۱	ماشین برش با تیغه های اره ای	چند تیغه	×	-	×	-
		تک تیغه	×	×	×	-
		اره	×	×	×	×
	ماشین برش با تیغه های الماسه دایره ای	قله بر	×	×	×	-
		ماشین برش با سیم الماسه	×	-	×	-
۲	ماشین برش عرضی	با خط کش سگمتی	×	×	×	-
		با خط کش حلزونی ^۱ شکل	×	×	-	-
		با یک سری تیغه	×	×	-	-
	ماشین برش طولی	با خط کش سگمتی	×	×	-	-
		با خط کش حلزونی شکل	×	×	-	-
		با یک سری تیغه	×	×	-	-
		با تراز	×	×	×	-
		با برنده های دو محوره	×	-	-	-
		با برنده های عمودی	×	-	-	-

ادامه جدول ۲-۲- کاربرد ماشین‌آلات سنگبری در صنایع تولید سنگ‌های تزئینی و نما

ردیف	ماشین و ابزار برش	مرمر	گرانیت	مرمریت	ماسه‌سنگ	سنگ‌های مصنوعی
۳	ماشین‌های ساب و صیقل‌زنی	ساب و صیقل پلاک خطی	×	×	×	-
		ساب و صیقل خطی	×	×	×	×
		ساب و صیقل ستونی	×	×	×	-
		ساب و صیقل کف‌زنی	×	×	×	×
	ماشین‌های لبه‌زنی	خودکار	×	×	-	×
		دستی	×	×	-	-



فصل ۳

مراحل مختلف فرآوری



۳-۱- آشنایی

فرآیند فرآوری از سه بخش کلی برش، ساب و شکل دادن تشکیل می‌شود. این سه بخش در یک خط کامل تولید، شامل مراحل برش اولیه، ساب و صیقل اولیه، برش نهایی، ساب و صیقل نهایی، شستشو و خنک کردن، ظریف‌کاری و شفاف‌سازی است. هر چند فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما در کارخانه‌های سنگبری انجام می‌شود ولی چگونگی برش آن‌ها در هنگام استخراج بسیار مهم است.

۳-۲- مرحله اول: برش اولیه

۳-۲-۱- برش کوپ

گام اول: سنگ پس از استخراج به شکل کوپ، خواه به شکل قواره یا بی‌قواره (قله) به کارخانجات سنگبری حمل می‌شود.

گام دوم: اولین ماشینی که در اغلب واحدهای سنگبری مستقر است و برای قواره کردن کوپ در کارخانه به کار می‌رود، تک‌لام نام دارد که تیغه‌ای فولادی است که حدود ۳۵ تا ۳۷ نگین الماسه بر روی آن نصب شده است. با این تیغه، بلوک سنگ از یک یا چند طرف بریده می‌شود تا سطوحی صاف با ابعادی منظم و متناسب ایجاد شود. معمولاً بلوک‌های سنگ گرانیت را که شکل منظم ندارند، اول با ماشین سیم برش^۱ قواره می‌کنند. در بعضی از کارخانه‌ها نیز برای برش سنگ‌های سخت از سیم الماسه استفاده می‌شود. در این روش از سیمی فولادی با حلقه‌های (مهره‌های) فولادی و الماس نشان^۲ استفاده می‌کنند. سنگ در اثر خاصیت سایندگی دانه‌های الماسه و بر اثر کشیده شدن مداوم سیم بر روی سنگ بریده می‌شود.

از معایب روش استفاده از سیم برش الماسه، مشخص شدن ناخالصی‌های رنگ در سطوحی است که با سیم برش، بریده می‌شوند و از مزایای آن کار بدون توقف این دستگاه برای چند ساعت بدون متصدی، کاهش زمان برش و صرفه‌جویی در مصرف انرژی است.

۳-۲-۲- برش سنگ قواره

برش سنگ قواره طی مراحل زیر انجام می‌شود.

الف- برش سنگ‌های نرم

- برش با ماشین اره جمعی: سنگ قواره از قسمت یک سطح صاف به وسیله جرثقیل بر روی حماله‌بر برقی قرار می‌گیرد و از آنجا با ریل‌های مخصوص به زیر ماشین اره جمعی نرم‌تر کشیده می‌شود. این ماشین ۱۰ تا ۸۰ تیغه برای برش دارد. معمولاً فاصله بین تیغه‌های اره‌ها برای برش سنگ به ضخامت ۲ سانتی‌متر، ۲/۵ سانتی‌متر

1- Wire cutting machine

2- Diamond segments

است ولی برش بلوک به ضخامت بیش‌تر به عنوان مثال ۳ یا ۴ سانتی‌متر با تنظیم فاصله تیغه‌ها امکان‌پذیر است. ۰/۵ سانتی‌متر اضافی حین برش و ساب از بین می‌رود. با اره‌های مدرن ۸۰ تیغه می‌توان ورق‌هایی به ابعاد حداکثر ۲۵×۲۰۰×۳۲۰۰ میلی‌متر تولید کرد.

در این دستگاه تیغه‌ها در یک خط مستقیم و در مسیر برشی رو به پایین حرکت می‌کنند. تیغه‌ها در لبه‌های برنده خود قطعات الماس دارند که با حرکت تیغه‌ها به سمت جلو و عقب باعث سایش و برش کوپ می‌شوند. هنگام کار تیغه‌ها، آب از طریق آفشان روی تیغه‌ها پاشیده می‌شود تا از گرم شدن تیغه‌ها جلوگیری و همچنین سبب شسته شدن خرده سنگ‌های ناشی از برش شود. تیغه بعضی از این دستگاه‌ها رو به بالا است و بعضی دیگر در راستای افقی حرکت می‌کند.

– برش با قله‌بر: علاوه بر برش با اره می‌توان از قله‌بر نیز برای بریدن سنگ به شکل ورق‌های استفاده کرد. قله‌برها نیز انواع و ابعاد مختلف دارند و در آن‌ها از تیغه‌های دایره شکل با سگمنت الماسه استفاده می‌شود که قطر تیغه‌ها بین ۱۵ تا ۳۰۰ سانتی‌متر است. قله‌برها با یک یا چند تیغه قائم‌بر و یک تیغه افقی‌بر، عمل برش را انجام می‌دهند. با استفاده از تیغه‌ای به قطر ۱۶۰ سانتی‌متر می‌توان نواری از سنگ به عرض حداکثر ۶۰ سانتی‌متر و طول دلخواه با هر ضخامتی که مورد نیاز باشد، به دست آورد. این ماشین با استفاده از تیغه‌هایی به قطر ۹۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ میلی‌متر به تناسب عرض مورد نیاز، سنگ را برش می‌دهد. این ماشین پلاک‌هایی با ضخامت یک سانتی‌متر نیز تولید می‌کند.

در قله‌برهای مخصوص برش سنگ‌های نرم، تیغه به عرض پلاک مورد نیاز بستگی دارد و یکباره وارد سنگ می‌شود، به همین دلیل به برش سنگ‌های نرم با قله‌بر، یک مرحله‌ای گفته می‌شود.

در ادامه خط قله‌بر، ماشین کوچکی به نام کله‌بر قرار می‌گیرد و بر روی این دستگاه معمولاً یک یا چند عدد تیغه الماسه نصب شده است که نوارهای طولی سنگ خروجی از قله‌بر را به پلاک با ابعاد مورد نظر تبدیل می‌کند و یا اینکه دو سر نوار طولی سنگ را که معمولاً ناصاف است، در محل لازم برش می‌دهد و قسمت اضافی را قطع می‌کند.

معایب استفاده از قله‌بر، محدود بودن تعداد ورق تولید شده (حتی با قله‌بر چندین تیغه‌ای) و همچنین کم بودن ارتفاع قله است و مزایای استفاده از آن سرعت زیاد برش است. این دستگاه برای برش سنگ‌های مرمریت و مشابه بسیار مناسب است.

ب- برش سنگ‌های سخت

– برش با ماشین اره جمعی: سنگ قواره به وسیله جرثقیل بر روی واگن‌های حمل قرار می‌گیرد و این واگن‌ها به وسیله کشنده موتوری سنگ‌ها را به کنار اره برش جمعی هدایت می‌کنند. در اره‌های جمعی سخت‌بر به جای تیغه‌های الماسه، ۶۰ تا ۱۵۰ تیغه فولادی نصب شده است. سنگ به کمک براده چدنی یا فولادی، دانه‌های سیلیس و دیگر مواد معدنی بریده می‌شود. اکثر اره‌های مدرن، بلوک گرانیات را با ارتفاع ۲۰۰، عرض ۲۰۰ و

طول ۳۵ سانتی متر اهره می کنند. سرعت برش در ماشین های اهره جمعی برای گرانیته ها و تراورتن ۲۰ تا ۴۰ و برای مرمیته ها ۸ تا ۲۰ سانتی متر در ساعت متغیر است.

- برش با قله بُر: سامانه برش چند مرحله ای، عمدتاً برای سنگ های گرانیته و با درصد کوارتز بالا و سختی زیاد استفاده می شود. در این روش چندین دیسک قائم که مراکز آن ها در یک امتداد است، برش سنگ را در چندین مرحله انجام می دهند. بدین ترتیب که در هر مرحله به اندازه فقط چند سانتی متر در سنگ نفوذ می کند و همزمان دیسک های هم مرکز که گاه تعدادشان به ۳۰ تا ۴۰ می رسد چند میلی متر تا چند سانتی متر سنگ را برش می دهد و به هنگام برگشت نیز این عمل تکرار می شود و ادامه می یابد تا سرانجام به عمق نهایی برسد.

۳-۳- مرحله دوم: ساب و صیقل

پس از برش سنگ به شکل پلاک و نوار، مرحله ساب و صیقل شروع می شود. ساب و صیقل سنگ های تزئینی و نما به دلیل وابستگی مستقیم با کیفیت سنگ تولیدی، مهم ترین مرحله عملیات فرآوری است. سامانه ساب و صیقل سنگ به یک سیستم اندازه گیری تنظیم ضخامت نیاز دارد تا امکان تولید سنگ محصول را با ضخامت معین داشته باشد.

دو عدد از کله گی های ابتدایی دارای صفحه های الماسه اند که اولین قسمت از ناهمواری سطح پلاک سنگ را می تراشند و ساب می زنند و به اصطلاح ضخامت سنگ را درجه بندی و تنظیم می کنند. بقیه کله ها به همین ترتیب عمل ساب و صیقل را انجام می دهند. برای ساب معمولاً اهره کله های اول لقمه هایی با ابعاد دانه های درشت تر (با عدد مش پایین) استفاده شده و به ترتیب عدد مش لقمه ها بیش تر می شود تا به کله گی های انتهایی که عمل برق انداختن سطح را انجام می دهند، برسد. در آخرین مرحله ساب و صیقل از لقمه های اسیدی استفاده می شود که به فشار کمتری نیاز دارند. بدین ترتیب سطح سنگ به تدریج صاف و صیقل داده می شود.

خراش های حاصل از هر لقمه به وسیله شماره های بعدی انجام می شود. برای مثال سایش از مش ۴۰ شروع می شود و تا مش ۳۰۰ ادامه می یابد. سایش سنگ ها در سه مرحله با استفاده از لقمه های ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ انجام می گیرد.

۳-۳-۱- روش دستی

صیقل دهنده های دستی^۱ از نظر ابزاری شامل یک بازوی مفصل دار است که آن را به صورت دستی بر روی تمامی سطح سنگ حرکت می دهند. در ابزارهای دستی پلاک های سنگ روی نوار نقاله قرار می گیرد و ساب زده می شود.



1- Manual polishing machine

۲-۳-۳- روش نوین (ساب نواری پیوسته)^۱

ساب نواری برای ساییدن (تنظیم ضخامت) پشت سرهم قطعات سنگ به کار می‌رود، بدین ترتیب که در خط تولید خودکار ورق‌های بریده شده به وسیله طولی‌بر به شکل طولی وارد ساب نواری می‌شوند و از زیر کله‌گی ساب عبور می‌کنند و در حین عبور به وسیله کله‌گی‌ها و فشاری که روی آن‌ها وارد می‌شود به صورت تدریجی و مرحله به مرحله ساییده و صیقل داده می‌شوند.

دستگاه‌های ساب نواری پیوسته به صورت تمام خودکار، با چند ده کله‌گی کار می‌کنند. بر اثر فشار و حرکت چرخشی کله‌گی‌ها، سطح ناصاف سنگ به تدریج و بعد از چندین مرحله کم‌کم ساییده و صیقل داده می‌شود.

الف- ساب و صیقل سنگ‌های نرم

برای ساب سنگ‌های نرم از سامانه ساب‌زنی ثابت استفاده می‌شود. در این سامانه، کله‌گی‌ها پشت سر هم قرار می‌گیرند و در اثر حرکت چرخشی و گاه حرکت جانبی کله‌گی‌ها تمام سطح سنگ پوشش داده شده و بدین طریق سنگ ساییده می‌شود.

ب- ساب و صیقل سنگ‌های سخت

بهترین روش ساب و صیقل سنگ‌های سخت مانند گرانیت، سامانه ساب‌زنی متحرک به وسیله ساینده‌های الماسه است. در این روش، علاوه بر حرکت چرخشی، کله‌گی‌های ساب و لقمه‌ها حول محور مرکزی خود، یک حرکت دورانی و زاویه‌ای انجام می‌دهند. در اثر ترکیب این دو حرکت چرخشی و دورانی که سطح سنگ به خوبی ساب و صیقل می‌شود. برای ساییدن سنگ‌های سخت، گاه نیاز است که سنگ از زیر ۳۰ کله‌گی عبور کند تا ساب مطلوب حاصل شود. معمولاً برای ساییدن سنگ‌های سخت از دو دستگاه ساب استفاده می‌شود. یک دستگاه وظیفه پیش‌ساب و یک دستگاه وظیفه ساب نهایی را به عهده دارد ولی غالباً برای سنگ‌های نرم یک دستگاه ساب و ۱۰ تا ۱۴ کله کافی است.

پ- ساب و صیقل با روش سامانه ابزار الماسه

در سامانه نوین صیقل‌زنی از ساینده‌های الماسه نیز برای صیقل زدن سنگ‌های سخت و از کاغذ سنباده‌های اصلاح شده برای صیقل زدن سنگ‌های نرم استفاده می‌شود.

۴-۳- مرحله سوم: برش نهایی (برش طولی و عرضی سنگ)

برای اینکه بتوان ورق‌های بزرگ ساب خورده را به پلاک مورد سفارش تبدیل کرد، از ماشین‌های برش استفاده می‌شود. این ماشین‌ها تک یا چند تیغه‌ای‌اند. برش نهایی همواره بعد از مرحله ساب و صیقل انجام می‌شود.



۱-۴-۳- ماشین‌های تک تیغه‌ای

ماشین فرز دروازه‌ای^۱، فرز بازویی و ماشین قائم‌بر از انواع ماشین‌های تک تیغه‌ای‌اند که بر اساس نوع سنگ و حجم تولید در خط تولید سنگبری قرار می‌گیرند. در کارخانه‌های بزرگ از فرزهای دروازه‌ای استفاده می‌شود که معمولاً تیغه‌ای به قطر ۵۰ تا ۶۰ سانتی‌متر دارند. بر روی میز فرز، تا حدود ۱۰ ورق را روی هم قرار می‌دهند و پس از تنظیم دستگاه هر یک را به ابعاد مورد نظر می‌برند.

گاه در کنار فرزهای دروازه‌ای از اره‌برهای خودکار^۲ که با تیغه‌های کوچک به قطر ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متری کار می‌کنند، نیز استفاده می‌شود.

۲-۴-۳- ماشین‌های چند تیغه‌ای

در اغلب کارخانه‌های سنگبری از ماشین‌های چند تیغه‌ای طولی‌بر و عرضی‌بر برای تولید پلاک استفاده می‌شود.

۵-۳- مرحله چهارم: پرداخت

۱-۵-۳- لبه‌زنی (پخ‌زنی)

پس از مرحله ساب و صیقل از آنجا که هنوز لبه‌های سنگ پرداخت نشده است، از دستگاه لبه‌زنی برای تولید لبه‌های گرد و نیمه‌گرد و برش‌های اریب استفاده می‌شود. لبه‌زنی به دو روش سنتی و نوین انجام می‌شود.

الف- روش سنتی

اساس روش‌های سنتی، استفاده از یکی از سه دسته مواد ساینده زیر است:

دسته اول: ساینده‌های چسبی یا پیوندیافته مانند سنگ‌های سنباده و چرخ‌های منیزی

دسته دوم: چرخ‌های سنگ‌زنی ساده

دسته سوم: ساینده‌های الماسه (جدیدترین)

لبه‌زنی با روش‌های سنتی به ویژه در مورد سنگ گرانیات بسیار دشوار و وقت‌گیر است و به مهارت و دانش فنی خاص نیاز دارد. در هر مرحله از فرآیند لبه‌زنی باید دانه‌های ساینده‌ای با ابعاد مناسب انتخاب کرد تا بتوان خراش‌های حاصل از مرحله قبل را حذف کرد و سرانجام سنگ را به طور کامل صیقل داد.



1- Bridge cutter

2- Squaring machine

ب- روش نوین

در این روش لبه‌های سنگ به وسیله دو سیستم چرخ سنباده که در طرفین سنگ قرار می‌گیرند، صیقل داده می‌شود و سپس با استفاده از یک اهرم انحراف‌دهنده، سنگ را ۹۰ درجه دوران می‌دهند و دو لبه دیگر آن نیز به همین ترتیب صیقل داده می‌شود. با این روش می‌توان به طور پیوسته لبه‌های سنگ را پخ‌زنی کرد و یا برش‌های ویژه‌ای مانند باران‌گیر را شکل داد.

در سامانه نوین صیقل‌زنی، از ساینده‌های الماسه برای صیقل زدن گرانیات و از کاغذ سنباده‌های اصلاح شده برای صیقل زدن سنگ‌های نرم‌تری مانند مرمر استفاده می‌شود. این سامانه مشتمل بر استفاده از سنگ‌زنی، سنباده‌زنی و صیقل‌دهی است.

تجهیزات کمکی متعددی مانند چرخ سنباده‌های الماسه با پیوند فلزی و چرخ‌های شکل‌دهی، تیغه‌های الماسه انعطاف‌پذیر به نام سرامیکا، کاغذ سنباده ضد آب و چرخ‌های نمدی همراه با پودر صیقل‌زنی نیز ساخته شده است که به کمک آن‌ها می‌توان کارهای مختلفی بر روی سنگ انجام داد. به کمک این ابزارها می‌توان انواع گرانیات و سنگ مرمر را سنباده زد، شکل داد، پخ زد، انحنا داد و بیش‌تر صیقلی کرد.

۲-۵-۳- چکش‌زنی^۱

چکش‌زنی یا تیشه‌زنی گاه به جای پرداخت سطح سنگ به کار می‌رود. با عملیات چکش‌زنی، سطحی بر روی سنگ ایجاد می‌شود که گاه در آثار معماری و کف پیاده‌روها استفاده می‌شود. سطح سنگ را با استفاده از چکش‌های هوای فشرده مجهز به یک یا چند دیسک الماسه مربع شکل یا گرد با شیارهای چهارگوش، چکش‌کاری و چکش را معمولاً بر روی محوری که حرکت عرضی دارد، سوار می‌کنند.

۳-۵-۳- ماسه‌زنی^۲

عملیات ماسه‌زنی با شلیک جریان پرسرعت آب و ماسه به وسیله تلمبه بر روی سطح ورق سنگ انجام می‌شود. ماشین ماسه‌زنی از یک میز غلتان تشکیل شده است که ورق سنگ بر روی آن حرکت می‌کند. در زیر ورق سنگ، نازل ماسه‌پاش قرار دارد که مخلوط ساینده را به سطح سنگ می‌پاشد و با سرعتی قابل تنظیم حرکت می‌کند. حرکت عرضی نازل و حرکت طولی ورق سنگ با یکدیگر هماهنگ می‌شود تا عملیات پرداخت تمام سطح سنگ را بپوشاند.

۴-۵-۳- پرداخت با شعله

از این روش برای ایجاد ظاهری زیبا بر روی سنگ‌های کف‌پوش محیط‌های روباز و سنگ نما استفاده می‌شود. این ماشین از یک ردیف غلتک تشکیل شده است که ورق سنگ را با فاصله‌های دو یا سه سانتی‌متری، هماهنگ با عمل لوله

1- Hammering

2- Sand blast

دمش که در بالای آن قرار دارد، به حرکت درمی‌آورد. اساس کار این دستگاه‌ها ایجاد شوک گرمایی به وسیله تجهیزات شعله‌افکن است که رنگ سطح سنگ را تغییر می‌دهد و به آن جلوه‌ای زیبا می‌بخشد.

۵-۳-۵- سوراخ کاری

الف- ماشین‌های سوراخ کاری قائم و اریب

از این ماشین‌ها برای حفر سوراخ‌های اریب در زیر ورق سنگ استفاده می‌شود. این عملیات معمولاً در مورد سنگ‌هایی که باید بر روی دیوارهای پیش‌ساخته نصب شود، انجام می‌گیرد.

ب- ماشین‌های سوراخ کاری افقی

از این ماشین‌ها برای حفر سوراخ‌های جانبی در سنگ استفاده می‌شود. در بعضی از ماشین‌ها برنامه‌های سوراخ کاری بر روی نوارها یا دیسک‌های مغناطیسی ضبط می‌شود و متصدی دستگاه می‌تواند در هنگام لزوم برنامه را به ماشین منتقل کند و سپس ماشین طی چند دقیقه برای انجام کار آماده می‌شود.

۶-۵-۳- شیارزنی

برای از بین بردن تیزی لبه سنگ، جلوگیری از لغزندگی و زیبایی سطح سنگ و نیز چسبندگی بهتر، پشت آن را شیارزنی می‌کنند. برای چسبندگی مطلوب بهتر است پشت سنگ را به شکل ضربدر (x) شیار داد.

۷-۵-۳- پرداخت با پودرهای مخصوص

این روش پرداخت را به تنهایی به کار نمی‌برند و در حقیقت با روش‌هایی مانند ساب و صیقل با دستگاه ساب نواری به صورت ترکیبی به کار می‌رود. در روش پرداخت با پودر، چنانچه پودری که استفاده می‌شود رنگ ویژه‌ای داشته باشد، پودر علاوه بر ساب و صیقل، رنگ سنگ را نیز تغییر می‌دهد.

۶-۳- مرحله پنجم: شستشو و خنک کردن

هدف از این مرحله، تمیز کردن سنگ برای زدودن گرد و غبار و روغن ماشین‌آلات است. در بعضی موارد برای آن که سنگ شفافیت خاصی پیدا کند، از مواد شیمیایی مختلف استفاده می‌شود. گاه این امر سبب مشکلات قابل توجهی پس از نصب سنگ در نمای ساختمان می‌شود، به نحوی که لکه‌هایی از این مواد شیمیایی بر روی سطح کار ظاهر می‌شود. برای جلوگیری از این مساله از روش شستشوی سنگ استفاده می‌کنند. اگر صیقل کاری سنگ کامل باشد دیگر نیازی به این عملیات نیست، بلکه با شستشوی عادی جلای بسیار خوبی به سنگ داده می‌شود.

۷-۳- مرحله ششم: ظریف کاری

۷-۳-۱- ظریف کاری بر روی ورق‌های نازک سنگ

به جز ماشین‌هایی که اختصاصاً به همین منظور ساخته شده‌اند، برای کارهای ویژه بر روی قطعات نازک سنگ، معمولاً با ضخامت کم‌تر از ۵ سانتی‌متر، از ماشین‌های متداول در چرخه تولید مانند بازویی، فرز دروازه‌ای، ساب دستی، ساب نواری و ماشین پرداخت با شعله استفاده می‌شود.

کارهای ویژه شامل پرداخت مختلط (ادغام چند روش پرداخت با یکدیگر)، پرداخت سطحی کناره‌های مستقیم، اریب، گرد و یا نیمه‌گرد سنگ‌ها است. انجام برش‌های اریب، خمیده، منحنی یا گرد و کارهای مربوط به روش‌های گوناگون نصب سنگ، مانند حفر سوراخ‌های مهار در دو طرف، حفر سوراخ‌های مهار در طرف پرداخت نشده، ایجاد شکاف و شکاف فرورفته، ایجاد شیار و شیار ممتد از دیگر عملیات ظریف کاری است.

۷-۳-۲- ظریف کاری بر روی ورق‌های ضخیم سنگ

این عملیات معمولاً بر روی ورقه‌هایی با ضخامت بیش از ۸ سانتی‌متر با ماشین‌های متداول در چرخه تولید که در صورت لزوم تقویت و اصلاح شده‌اند، انجام می‌گیرد. گاه از ماشین‌های ویژه مجهز به سیم الماسه، برای انجام برش‌های منحنی استفاده می‌شود. در این گونه موارد، از ماشین‌های تک دیسک مفصل‌دار (بازودار متحرک) برای پرداخت سنگ استفاده می‌کنند.

۷-۳-۳- ظریف کاری بر روی قطعاتی با سطح استوانه‌ای

این قطعات شامل همه سنگ‌های استوانه‌ای شکل، تخت، توخالی، مخروطی یا مخروطی ناقص است که می‌توان با ماشین‌های خاص آن‌ها را شکل داد.

۷-۳-۴- عملیات ویژه برای تهیه نیمرخ‌های گوناگون

برای این نوع کارهای ویژه از ماشین‌های معمولی چرخه تولید که به تجهیزات گوناگون مجهز شده‌اند، استفاده می‌شود. با ماشین‌های مجهز به فناوری طراحی به کمک کامپیوتر^۱ و ساخت (تولید) به کمک کامپیوتر^۲ می‌توان نیمرخ‌های طراحی شده بر روی صفحه نمایش را اجرا کرد. این نیمرخ‌ها پس از طراحی بر روی صفحه نمایش به مرکز کنترل ماشین منتقل می‌شوند و کارهای ویژه در مورد آن‌ها انجام می‌گیرد.



1- Computer aided design (CAD)

2- Computer aided manufacturing (CAM)

۸-۳- مرحله هفتم: شفاف‌سازی

برای شفاف‌سازی و جلوگیری از ایجاد لکه بر روی سنگ از واکس استفاده می‌شود. بعد از کاربرد واکس باید صبر کرد تا واکس کاملاً سخت شود و در نهایت بخش اضافی آن را از بین برد.

۱-۸-۳- رزین و واکس کاری

برای از بین بردن مشکلات عمده فرآوری سنگ مانند باز شدن ترک‌های مویی و ریز، سوراخ‌ها و شکاف‌های عمیق، رگه‌های رسی و سست، بلورهای بی‌ثبات و شکننده، پیدا شدن اکسید آهن پس از برش سنگ، تاثیر فضولات پرندگان، باران‌های اسیدی، نفوذ روغن و تغییر رنگ و لک شدن سنگ، پاک شدن و از بین رفتن نوشته‌های رنگی بر روی سنگ، سر خوردن بر روی پله‌ها و سطح سنگی خیس و صیقلی، شکستن و لب‌پریدگی مصنوعات سنگی، تفاوت رنگ قسمت‌های ساب خورده و برش خورده، رشد قارچ و خزه، جمع شدن رسوبات آهکی بر روی سنگ و موارد دیگر از واکس و رزین استفاده می‌شود.

واکس‌ها ترکیبی از پارافین، موم و بعضی افزودنی‌های مصنوعی‌اند که در براق نگهداشتن و جلوگیری از ایجاد لکه بر روی سنگ بسیار موثراند. بعضی از واکس‌های پیشرفته رنگدانه‌هایی دارند که در باز یافت رنگ‌های قرمز، سبز و یا مشکی به کار می‌روند. به هیچ وجه نباید از واکس‌هایی که برای سنگ توصیه و تایید نشده‌اند، استفاده کرد.

۲-۸-۳- روکش کردن

برای روکش کردن^۱ معمولاً از انواع آکرلیک‌ها، یورتن‌ها^۲ (مانند نوعی فوم)، اپوکسی‌ها، روغن‌های جلا^۳ و لاک‌ها^۴ استفاده می‌شود. این فرآیند در مورد سنگ‌هایی که برای کف به کار می‌روند، انجام می‌گیرد که در نتیجه سنگ را در برابر سایش مقاوم می‌سازد. این روکش‌ها بر روی سنگ کشیده می‌شوند تا در صورت وارد شدن ضربه و یا صدمه‌ای، روکش از بین برود و آسیبی به سنگ وارد نشود.

۳-۸-۳- پوشش‌های ضد آب

این محصولات بدون ایجاد تغییر در ظاهر سنگ، برای پوشش و مقاوم‌سازی سطح سنگ (به ویژه سنگ کف) در برابر نفوذ آب استفاده می‌شوند. پوشش‌ها معمولاً از انواع آکرلیک، اورتان، یورتن‌ها، اپوکسی، روغن جلا و لاک‌ها است.



- 1- Coating
- 2- Urethanes
- 3- Varnishes
- 4- Lacquers

۳-۹- عوامل موثر در فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما

در فرآوری سنگ‌ها در مراحل مختلف عوامل به شرح زیر تاثیر دارند.

۳-۹-۱- برش با اره

- قواره بودن بلوک
- نوع سنگ
- جهت برش
- دستگاه برش
- مهارت برشکار
- آب و نوع مواد کمکی
- تثبیت وضعیت سنگ در هنگام برش

۳-۹-۲- برش با تیغه اره‌ای

- سرعت چرخش تیغه
- سختی سنگ
- نوع سگمنت‌های تیغه
- ثابت بودن پلاک در هنگام برش
- مستقیم بودن دو طرف قطعات برش خورده
- جهت برش

۳-۹-۳- ساب و صیقل

- مقدار و چگونگی توزیع فشار باد
- سرعت عرضی و چرخشی لقمه‌ها
- سرعت نوار زیر ورق سنگ
- تاب نداشتن صفحه‌ها
- کیفیت لقمه‌ها
- مقدار آب



۳-۹-۴- پرداخت نهایی

- نوع و جنس سنگ
- ماشین آلات و تجهیزات
- نحوه برش، ساب و صیقل
- نیروی انسانی
- کنترل کیفیت

۳-۱۰- کنترل فرآیند طی عملیات فرآوری

در جدول (۳-۱) پارامترهایی که باید طی فرآوری سنگ کنترل شوند، ارائه شده است.

جدول ۳-۱- عواملی که باید طی فرآیند فرآوری سنگ کنترل شوند

ردیف	فرآیند	عواملی که باید کنترل شوند.	معیارها	روش اندازه گیری	روش کنترل
۱	دریافت و تخلیه مواد خام	مشخصات بلوک	کیفیت و نام سنگ	چشمی	- یادداشت تاریخ دریافت بلوک - بازرسی بلوک
			نام معدن	علامت گذاری	
			تعداد و وزن	ترازو یا شیب پل	
			ترکها	چشمی	
			ابعاد	چشمی	
۲	قرار دادن بلوک زیراره	محکم کردن بلوک بر روی ریل	بررسی زاویه مناسب	چشمی	- طبق آموزش
			بررسی ابعاد	اندازه گیری	
۳	فرآوری	برش و شفافیت سنگ	کنترل ابعاد، رنگ و زاویه	چشمی	- آموزش کار بازرسی محصول - اسناد فرآوری - بازدید برش محصول - بازدید چشمی - بازدید ملزومات ابزار برش - سرعت برش - تعیین وجود کوارتز و سختی طبیعی - برنامه نگهداری اره - ضخامت سنگ
			کنترل ترکها و نواقص طبیعی سنگ	چشمی	
			تمیز کردن	شستن	
			نام یا شماره کارخانه	علامت گذاری	
			شکل ظاهری	چشمی	
۴	مقاوم سازی و پر کردن ترکها	چسباندن توری و رزین کاری	مراقبت کردن	چشمی	- آموزش کار - بازرسی ترکها
۵	ساب و صیقل	کنترل درزه ها و حفره ها، ابعاد و میزان شفافیت	رنگ، میزان شفافیت و پر شدن حفره ها	چشمی	- آموزش کار - بررسی چسب کاری برای جلوگیری از پیشرفت ترکها - دستگاه ساب و صیقل
			ابعاد	اندازه گیری	

ادامه جدول ۳-۱- عواملی که باید طی فرآیند فرآوری سنگ کنترل شوند

ردیف	فرآیند	عواملی که باید کنترل شوند.	معیارها	روش اندازه‌گیری	روش کنترل
۶	بسته‌بندی، شماره‌گذاری و بارگیری در کامیون	جنس، تعداد، ابعاد، رنگ، نحوه بسته‌بندی، تاریخ تولید و آدرس گیرنده	مشخصات فنی سنگ بارگیری و بسته‌بندی مناسب	بازدید ناظر فنی	- بازرسی همه جانبه در کارخانه طبق چک‌لیست - روش بارگیری
۷	نصب نهایی برای مشتری	جانمایی مناسب و افزایش بهره‌وری	روش‌ها و مهارت‌های ساخت و ساز و استفاده بهینه در هر مترمربع	بازدید مشتری	- روش‌های عمومی ساخت و ساز - تعمیر و نگهداری سنگ‌های تزئینی

۱۱-۳- کنترل کیفیت سنگ فرآوری شده

۱۱-۳-۱- ابعاد سنگ

ابعاد سنگ باید مطابق استانداردهای موجود و یا طبق سفارش متقاضی باشد.

۱۱-۳-۲- کنترل میزان صیقل سنگ فرآوری شده

الف- مقدار فشار باد که کله‌گی را به پایین می‌راند.

ب- چگونگی توزیع فشار باد

پ- سرعت چرخش کله‌گی، به مقداری که لقمه امکان تماس با سنگ را داشته باشد و اثر سایندگی خود را بر روی سنگ کامل کند.

ت- سرعت عرضی کله‌گی‌ها

ث- سرعت طولی نوار

ج- تراز بودن سنگ و صفحه نوار

چ- تاب نداشتن صفحه‌ها

ح- کیفیت لقمه‌ها

خ- مقدار آبی که به لقمه‌ها می‌رسد.



۱۲-۳- فرآیند تولید سنگ‌های تریینی و نما

۱۲-۳-۱- فرآیند تولید پلاک گرانیات با استفاده از ماشین اره جمعی

گام اول: تخلیه سنگ خام به صورت بلوک‌های استخراج شده (معمولا به ارتفاع ۲، طول ۳ تا ۳/۵ و عرض ۲ متر و وزن تقریبی ۲۴ تا ۲۵ تن و حجم ۳/۸ تا ۸ مترمکعب) به وسیله جرثقیل دروازه‌ای

گام دوم: قواره کردن بلوک‌هایی که ابعاد مناسب ندارند، بریدن ابعاد زاید به وسیله سیم برش الماسه یا دستگاه تک‌لام

گام سوم: انتقال قواره سنگ به وسیله جرثقیل به واگن و حمل آن به سامانه اره برش جمعی

گام چهارم: برش سنگ‌های کوپ به وسیله اره برش جمعی با تعداد بسیار زیادی تیغه (بین ۸۰ تا ۱۵۰ تیغه) با ضخامت‌های سفارش شده (معمولا بین ۲ تا ۲/۲ و در پاره‌ای موارد بین ۱ تا ۱/۱ سانتی‌متر) به صورت ورقه‌هایی به نام اسلب با استفاده از مخلوط براده فولاد و آب

گام پنجم: هدایت اسلب به سالن پرداخت برای ساب و صیقل، در این مرحله با استفاده از میزهایی که امکان تا شدن به صورت هیدرولیکی دارند به وسیله غلتک به دستگاه پیش‌ساب فرستاده می‌شوند. در این دستگاه سنگ ساب زده شده و ضخامت آن کنترل و تنظیم می‌شود. برای پرداخت محصول از پودر مخصوصی به نام سیلیکون کاربید استفاده می‌شود.

گام ششم: پس از پایان عملیات صیقل، سنگ اسلب شسته شده و با برس تمیز می‌شود.

اگر بخواهند اسلب (ورق‌های بزرگ) آماده شده را با همان ابعاد به بازار عرضه کنند، به وسیله جرثقیل هیدرولیکی به سالن بسته‌بندی منتقل می‌شود و در صورتی که بخواهند پلاک گرانیات تولید کنند، اسلب (ورق‌های بزرگ) به روی صفحه کار دیگری منتقل شده و به وسیله اره طولی بر و عرضی بر به ابعاد مورد نظر بریده می‌شود.

گام هفتم: صیقل و ابعاد کردن سنگ طبق سفارش

گام هشتم: پخ زدن بعضی از ابعاد در صورت لزوم

گام نهم: شیار زدن در صورت نیاز

گام دهم: خشک کردن

گام یازدهم: بازرسی و درجه‌بندی

گام دوازدهم: جدا کردن سنگ‌های یک‌دست، هم‌عرض و هم‌رنگ با توجه به سایر پارامترهای تجارتي و حمل به محل

بسته‌بندی

در شکل (۱-۳) فرآیند تولید پلاک گرانیات با استفاده از ماشین اره جمعی نشان داده شده است.

۱۲-۳-۲- فرآیند تولید پلاک گرانیات با استفاده از برش تیغه‌ای

گام اول: بلوک‌های استخراج شده به وسیله جرثقیل دروازه‌ای به میز ثابت دستگاه برش تیغه‌ای منتقل می‌شود، سپس با حرکت قسمت متحرک میز، سنگ به زیر دستگاه انتقال می‌یابد.

گام دوم: برش بلوک سنگ به وسیله دستگاه برش تیغه‌ای، این دستگاه مجهز به یک تیغه برش افقی و تیغه‌های برش قائم است. چندین تیغه برش قائم، سنگ گرانیات را به صورت ورق‌های بزرگ (اسلب) می‌برند. به کمک تیغه افقی ورق‌ها را از قسمت پایین از هم جدا می‌کنند.

گام سوم: برش محصول مرحله قبلی به وسیله ماشین برش طولی بُر که مجهز به یک تیغه به قطر ۳۵۰ میلی‌متر است.

گام چهارم: انتقال ورق‌های برش داده شده به ماشین سنگ‌زنی به وسیله میز غلتک‌دار به طول متوسط ۲/۱ متر

گام پنجم: انتقال سنگ‌ها به وسیله میز غلتکی دیگر به ماشین پیش‌ساب

گام ششم: ساب و صیقل نهایی

گام هفتم: شستشوی ورق‌های آماده شده

گام هشتم: انتقال و هدایت ورق‌های سنگ به دستگاه برش و برش به ابعاد مورد نظر

گام نهم: هدایت قطعات سنگ به ماشین پخ‌زن (در صورت نیاز)

این ماشین با قابلیت گرداندن پلاک به اندازه نود درجه، در پشت سنگ شیار می‌زند.

گام دهم: خشک کردن به وسیله دستگاه گرم‌کن

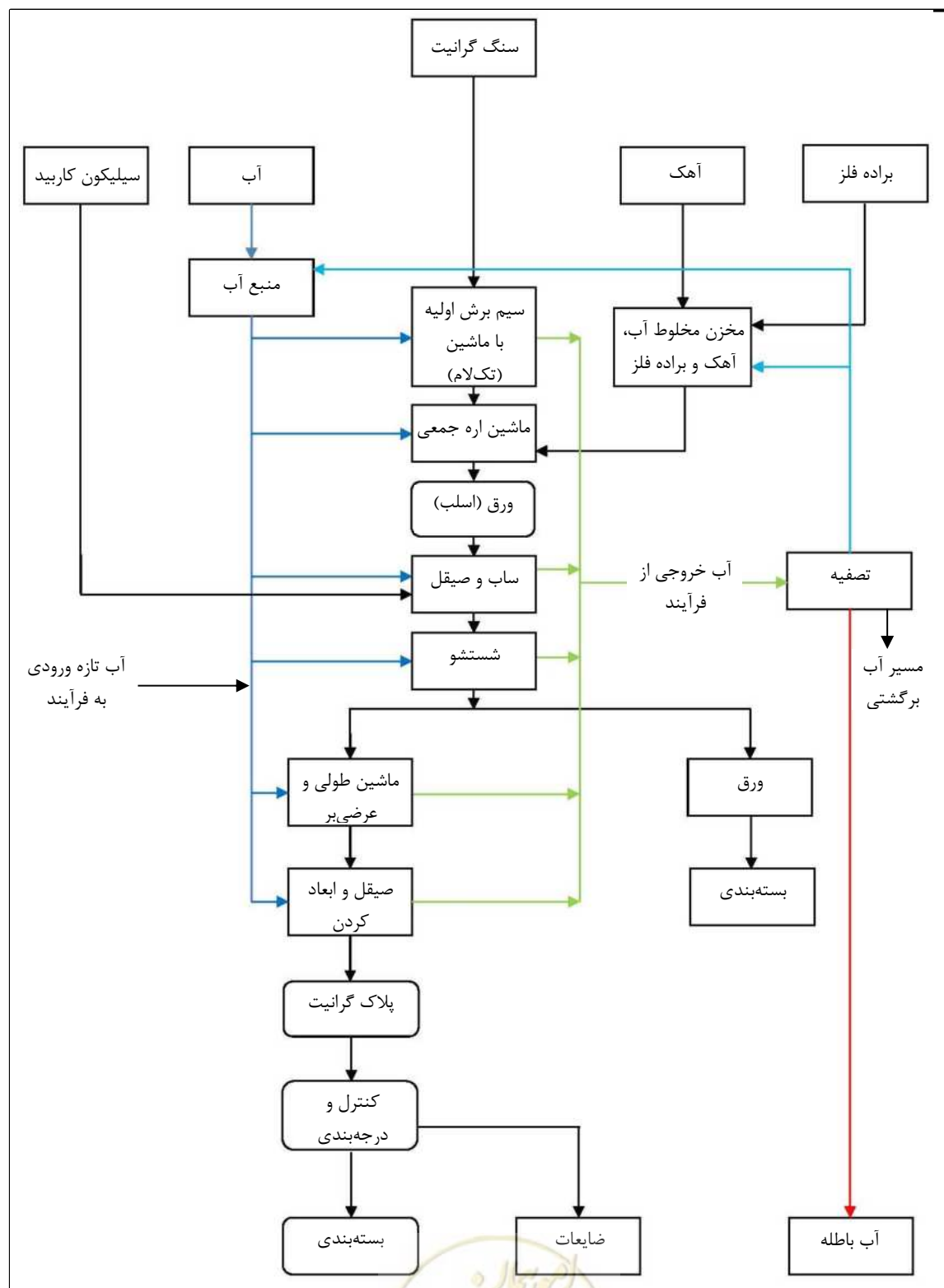
گام یازدهم: تمیز کردن

گام دوازدهم: کنترل و درجه‌بندی

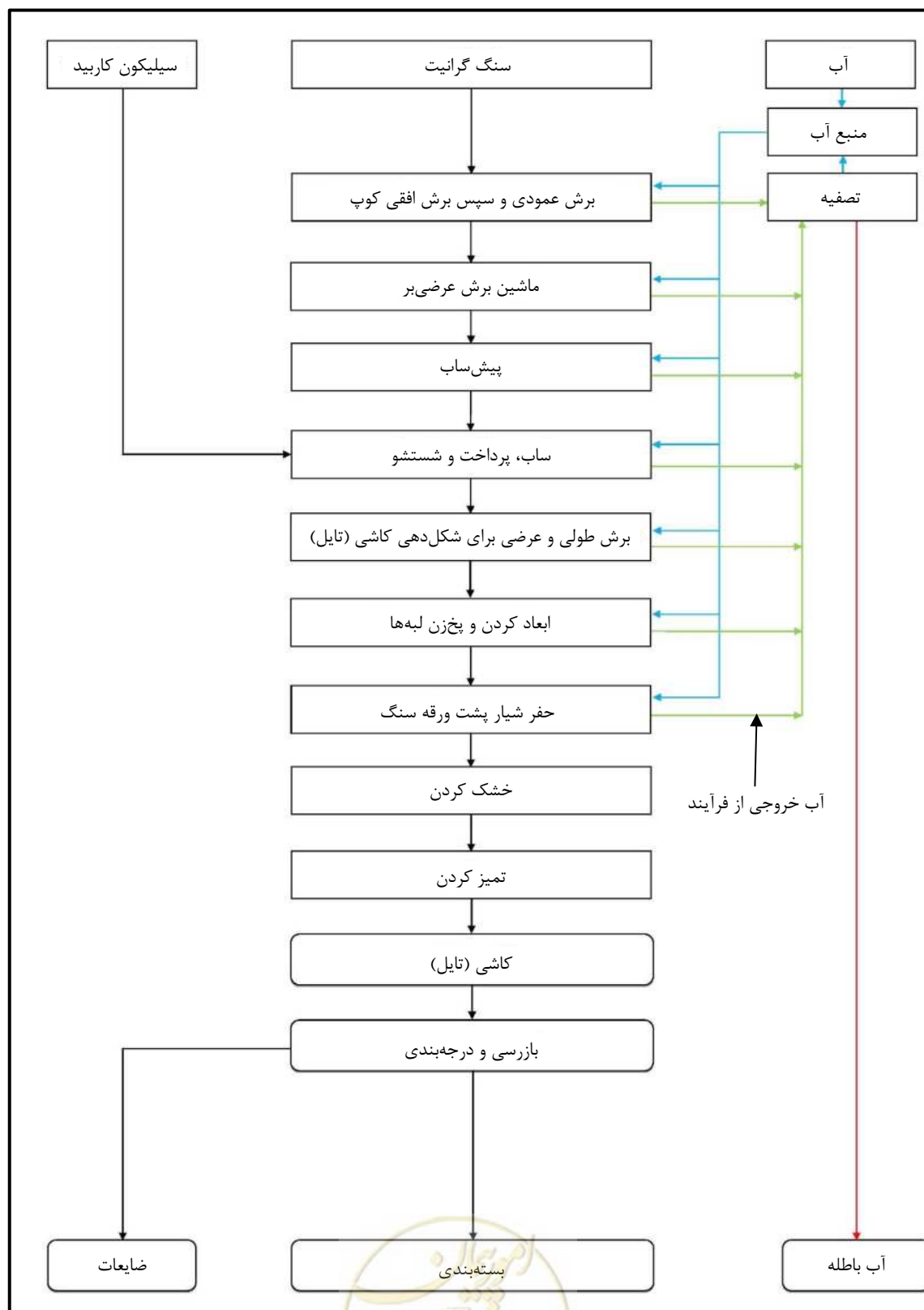
گام سیزدهم: بسته‌بندی و حمل به انبار محصول

شکل (۲-۳) فرآیند تولید کاشی (تایل) و پلاک گرانیات را نشان می‌دهد.





شکل ۳-۱- خط تولید پلاک گرانی



شکل ۳-۲- خط تولید کاشی (تایل) و پلاک گرانیت

۳-۱۲-۳- فرآیند تولید سنگ‌های تزئینی و نمای نرم (مرمر، مرمریت و تراورتن)

گام اول: تخلیه بلوک‌های استخراجی به وزن ۱۸ تا ۲۴ تن و انتقال آن به ماشین برش

گام دوم: انتقال قواره سنگ به ماشین اره برش جمعی به وسیله واگن و جرثقیل برای تهیه ورق (اسلب) و یا به ماشین قله‌بر برای تهیه سنگ طولی

گام سوم: برش سنگ به وسیله ماشین اره بر جمعی

با این ماشین امکان تولید ورق به حداکثر طول ۳/۲۰ متر، حداکثر عرض ۲ متر و ضخامت‌های متفاوت وجود دارد.

معمولاً در صورت برش سنگ به وسیله قله‌بر محصولی با حداکثر طول ۳ تا ۴ متر، حداکثر عرض ۷۰ سانتی‌متر و ضخامت ۲ تا ۴/۵ سانتی‌متر تولید می‌شود.

در بعضی واحدهای سنگبری قبل از ساب و صیقل اولیه (پیش‌ساب)، برای استحکام، پشت سنگ‌های ورق‌های را توری می‌چسبانند.

گام چهارم: انتقال ورق‌های سنگ به سالن ساب و صیقل که در این سالن سنگ ساب زده شده و ضخامت آن کنترل و تنظیم می‌شود.

گام پنجم: در مورد سنگ‌های حفره‌دار در صورت نیاز در خط ساب و صیقل، عملیات حرارت‌دهی و رزین‌کاری (با چسب اپوکسی) برای بهبود کیفیت سنگ‌های کربناته مانند تراورتن انجام می‌گیرد.

گام ششم: پس از پایان عملیات صیقل، سنگ ورق شسته می‌شود.

گام هفتم: اگر بخواهند ورق (اسلب) آماده شده را پس از ابعاد کردن به بازار عرضه کنند، به وسیله جرثقیل هیدرولیکی یا لیفتراک به زیر فرز دروازه‌ای برای منظم کردن چهار ضلع آن انتقال می‌دهند و سپس به سالن بسته‌بندی منتقل می‌کنند. در سنگ‌های طولی پس از اتمام صیقل‌دهی، بنا به درخواست مشتری، سنگ به ابعاد مورد نظر به صورت پلاک بریده می‌شود.

گام هشتم: ساییدن دو طرف لبه‌های پایین و بالا و پخ زدن آن‌ها در صورت نیاز و شیار انداختن پشت

گام نهم: بازرسی و درجه‌بندی

گام دهم: جدا کردن سنگ‌های یکدست، هم‌ضخامت و هم‌رنگ و حمل سنگ‌های باطله به محوطه انبار باطله

گام آخر: حمل سنگ‌های جدا شده به محل بسته‌بندی

در شکل (۳-۳) فرآیند تولید سنگ‌های تزئینی و نمای نرم (مرمر، مرمریت و تراورتن) در یک واحد سنگبری نشان داده شده است.





شکل ۳-۳- فرآیند تولید سنگ‌های تزئینی و نمای نرم در یک واحد سنگبری

۱۳-۳- قسمت‌های مختلف کارخانه فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما

۱-۱۳-۳- محوطه باز کارخانه

الف- محوطه باز برای انباشت کوپ

در بیش‌تر کارخانه‌ها، سنگ‌هایی را که از معدن به محل کارخانه به وسیله کامیون حمل و تخلیه می‌شوند. در محوطه باز کارخانه روی هم قرار می‌دهند و انبار می‌کنند. در کارخانه‌های بزرگ که موجودی مواد خام متفاوتی دارند، بهتر است که از بدو شروع تولید سنگ‌های مختلف در محل‌های خاص خود در کنار و یا روی هم قرار گیرند تا در موقع مصرف، متصدی انبار بتواند به راحتی سنگ‌ها را جابه‌جا و کوپ مورد نظر را به زیر اره یا قله‌بر هدایت کند.

ب- محوطه استقرار ماشین تک‌لام

در فضای باز با توجه به بزرگی کارخانه، یک یا چند دستگاه ماشین تک‌لام برای قواره کردن قله‌های سنگ که شکل هندسی منظمی ندارند و یا کوپ‌هایی که ابعاد متناسب دستگاه برش را ندارند، نصب می‌شود.

پ- جرثقیل‌های دروازه‌ای، بازویی و سقفی

معمولا در جلوی درب ورودی کارخانه، قسمتی که کامیون‌ها وارد می‌شوند، یک دستگاه باسکول با ظرفیتی حدود ۵۰ تن نصب می‌شود که سنگ خام حمل شده از معدن را وزن می‌کند.

جرثقیل دروازه‌ای معمولا با ظرفیت بین ۲۰ تا ۳۲ تن از دیگر دستگاه‌های نصب شده در محوطه ورودی و باز کارخانه است که قابلیت تخلیه و بارگیری کوپ‌های سنگ را از کامیون دارد.

جرثقیل بازویی در کنار ماشین ساب و صیقل و جلوی انبار قرار می‌گیرد و محصولات فرآوری شده را در زیر جرثقیل سقفی انبار قرار می‌دهد. جرثقیل سقفی در طول و عرض انبار حرکت و محصولات را جابه‌جا می‌کند.

۲-۱۳-۳- سالن‌های تولید

با توجه به سر و صدای نسبتاً زیاد اره‌های سنگین، معمولاً سالن برش به وسیله دیوار ضد صدا از سالن‌های دیگر جدا می‌شود تا آرامش از سایر کارکنان سلب نشود. در این سالن، گاه سایر دستگاه‌های برش و صیقل را نیز نصب می‌کنند. سالن‌های تولید معمولاً از نوعی اسکلت فلزی با سقف ورق آهن موجدار و عایق با پشم شیشه، کف بتن و دیوار پیش‌ساخته ساخته می‌شوند. چیدمان ماشین‌آلات در سالن تولید به یکی از دو روش زیر است.

الف- چیدمان خطی ماشین‌آلات

در این حالت نخستین ماشین که اره ثابتی دارد، ورق‌های سنگ را در امتداد طولی می‌برد تا پلاک تولید کند. پلاک‌ها را یکی یکی یا به طور دسته‌ای به ماشین دیگری در امتداد ماشین اول منتقل می‌کنند. این ماشین میزی دارد که ورق‌ها را به سمت دو ماشین اره‌بر هدایت می‌کند. یکی از اره‌ها در امتداد طولی و دیگری در امتداد عرضی قرار دارد. پس از برش ورق به وسیله اره اول، اره دوم ورق را اندازه‌بری می‌کند (شکل ۳-۴).

ب- چیدمان L شکل

در این حالت مسیر خط تولید به شکل L است. پلاک‌هایی که بر روی نخستین ماشین بریده شده‌اند، ۹۰ درجه می‌چرخند و بر روی نوار ماشین دوم قرار می‌گیرند.

۳-۱۳-۳- محوطه بارگیری

این محوطه در کنار انبار محصول قرار دارد و در بعضی واحدها محوطه بارگیری و انبار محصول یکی است. در این قسمت با استفاده از جرثقیل دروازه‌ای و لیفتراک، محصولات را به کامیون منتقل می‌کنند. شکل (۳-۵) جانمایی واحدهای مختلف یک کارخانه فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما را نشان می‌دهد.

۴-۱۳-۳- ساختمان‌های نیمه‌صنعتی

این ساختمان‌ها شامل تاسیساتی مانند تعمیرات، نجارخانه، انبار مواد و قطعات، پست برق و تصفیه‌خانه‌اند و مساحت مورد نیاز برای سالن این گونه تاسیسات بین ۵۰ تا ۱۵۰ مترمربع است.

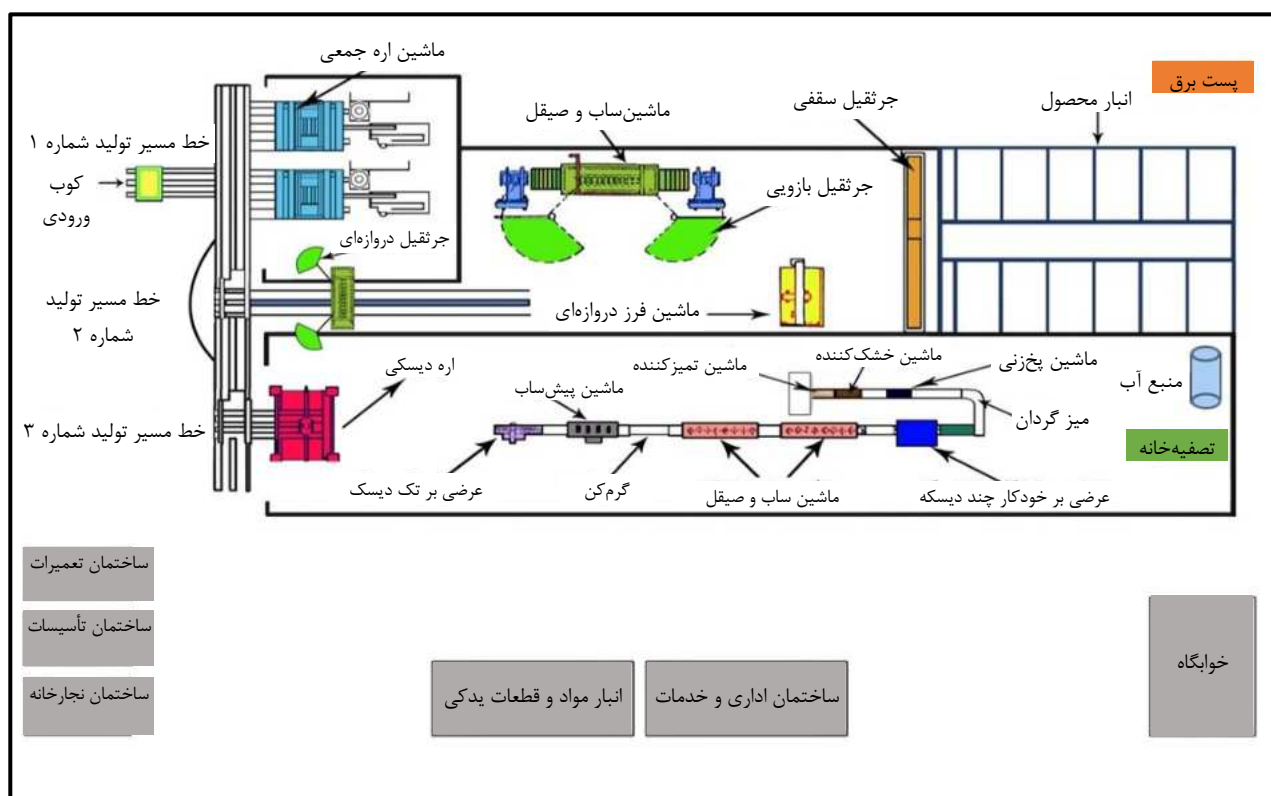
۵-۱۳-۳- ساختمان‌های اداری، خدماتی و رفاهی

فاصله ساختمان‌های اداری، مالی، بازرگانی، نقلیه و خوابگاه کارکنان نسبت به ساختمان‌های نیمه‌صنعتی باید بین ۵۰ تا ۱۰۰ متر و تا سالن تولید بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر باشد.





شکل ۳-۴- چیدمان خطی ماشین آلات در کارخانه فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما



شکل ۳-۵- جانمایی کلی واحدهای مختلف یک کارخانه فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما با سه خط تولید



فصل ۴

مدیریت تولید



۴-۱- آشنایی

پس از مراحل ساب و صیقل، بعضی کارهای دیگر نیز انجام می‌گیرد که در ادامه تشریح شده است.

۴-۲- رنگ آمیزی سنگ

سنگ‌ها عموماً در اثر قرار گرفتن در معرض پرتو فرابنفش یا باران‌های اسیدی دچار رنگ‌باختگی می‌شوند. با استفاده از رنگ آمیزی، می‌توان نمای آن‌ها را تا حدودی بازسازی کرد. روش‌های رنگ آمیزی سنگ به شرح زیر است:

- استفاده از واکس‌های رنگین به ویژه برای سنگ‌های سیاه، سبز و سرخ
- استفاده از بتونه با رنگ مشخص بعد از ساب و صیقل (عموماً برای رنگ آمیزی سنگ‌های تراورتن)
- استفاده از پودرهای رنگی در مرحله ساب و صیقل
- قرار دادن سنگ در حوضچه‌های رنگی به مدت زیاد
- ترمیم سنگ با استفاده از پودرهای رنگین

۴-۳- مقاوم سازی

برای افزایش مقاومت سنگ‌های تزئینی و نما به ویژه سنگ‌های تراورتن، جلوگیری از جدا شدن قسمتی از سنگ حین فرآوری، افزایش کیفیت و زیبایی ظاهر سنگ از طریق پر کردن خلل و فرج سنگ و حفره‌های طبیعی روی آن و یکسان سازی سطح سنگ بریده شده، از تقویت کننده‌هایی مانند ملات، چسب، پشم شیشه و ماستیک‌زنی استفاده می‌شود. سنگ به وسیله دستگاه مخصوصی با ملات پر می‌شود. این دستگاه ملات تهیه شده را در سه، چهار یا پنج بار از رقیق تا غلیظ با فشار به سنگ تزریق می‌کند. ملات مصرفی، ترکیبی از سیمان سفید، کربنات کلسیم میکرونیزه، چسب مخصوص و رنگدانه است. سنگ پر شده را پس از طی این مرحله به مدت یک هفته در هوای آزاد نگه می‌دارند. در این مدت سنگ باید هوا بخورد و روزانه روی آن آب ریخته شود تا گیرش اولیه ملات انجام گیرد و بعد از حدود یک هفته، سنگ با دستگاه ساییده شود. از معایب این روش آن است که در اثر پر شدن، سوراخ‌های موجود در سطح سنگ که دو قسمت دارند، قسمت‌هایی که به وسیله ملات پر شده براق نمی‌شود اما قسمت‌هایی که پر نشده براق است. پر کردن با ملات در سنگ‌های تراورتن عملی رایج است و در سایر سنگ‌ها تنها در موارد معدودی انجام می‌شود.

نکته مهم این است که باید بر روی این محصولات مانند بتن تا یک ماه پس از تولید به طور مرتب آب پاشیده شود تا عمل هیدراتاسیون ملات به طور کامل انجام گیرد. برای تمیز نگه داشتن سنگ‌های بتونه شده باید با استفاده از آب پرسرعت آن‌ها را تمیز کرد. بدین منظور باید چند بار سنگ را شست تا خلل و فرج آن کاملاً پاک شود و بعد از اتمام کار باید بلافاصله رطوبت را با دستگاه مکنده خارج کرد.

۴-۴- لک زدگی سنگ

۴-۴-۱- تعریف و منشا لک سنگ

هر گونه لک بر روی سنگ‌های تزئینی و نما را لک سنگ می‌گویند. لک‌های سنگ، سه منشا مواد فلزی، چربی‌ها و مواد آلی دارند.

۴-۴-۲- نحوه زدودن لکه‌ها

الف- زدودن لکه‌های آهن

این لکه‌ها عموماً به رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای و شبیه زنگ‌اند و از تاثیر رطوبت بر روی ذرات آهن یا قرار گرفتن محصولات فولادی بر روی سنگ به وجود می‌آیند. برای لکه‌گیری باید اقدامات زیر را انجام داد:

- ابتدا منشا لک (رطوبت یا آهن) از بین برده شود.
- سطوح فلزی که با سنگ در تماس‌اند باید گالوانیزه و عاری از تماس مستقیم با آهن باشند.
- در محل تماس اجسامی که بخشی از قسمت‌های تزئینی یا بند و بست سنگ‌اند، یک ورقه لاستیکی قرار گیرد.
- لکه‌های سطحی تازه معمولاً با محکم ساییدن پاک می‌شوند.
- لکه‌های کهنه را باید با مواد زنگ‌زدا پاک کرد. چنانچه لکه‌ها با این مواد پاک نشد، پس از زدن زنگ‌زدا بر روی سطح، با استفاده از پودر ساینده، لکه از بین می‌رود.

ب- زدودن لکه‌های مس و برنز

- این لکه‌ها در مرمر به رنگ سبز یا قهوه‌ای گلی ظاهر می‌شوند و از تاثیر رطوبت بر روی قطعات برنزی، مسی و برنجی لق شده یا کار گذاشته شده در سنگ پدید می‌آیند.
- اشیایی که باعث لک شده‌اند، با لایه شفاف‌ی از موادی که زود خشک می‌شوند، مانند لاک یا مواد پلاستیکی پوشش داده شود.
- روی لک و اطراف آن با لایه ضخیمی از خمیری که از مخلوط مایع سفیدکننده البسه، نشادر و نمک طعام به نسبت مساوی تهیه شده است، آغشته شده و خشک شود.
- خمیر خشک شده با کاردک فلزی تمیز و جای آن با آب شسته شده و در صورت لزوم این کار تکرار شود.

پ- زدودن لکه جوهر

- چنانچه جوهر از نمک‌های فلزی ساخته شده باشد، لکه‌های جوهر را می‌توان به همان شیوه لکه‌های فلزی از بین برد.



اگر این شیوه موثر نبود، احتمالا جوهر از نمک‌های غیرفلزی است و لکه را می‌توان با استفاده از خمیر یا کاغذ خشک‌کن آغشته به الکل چوب یا الکل گیاهی و سپس با ساییدن مخلوط نشادر و نمک به نسبت مساوی برطرف کرد. معمولاً از خمیر سفیدکننده برای زدودن باقی‌مانده رنگ استفاده می‌شود.

ت- زدودن لکه‌های روغن و چربی

معمولاً لکه‌های روغن، چربی یا عرق بدن را با روش شیمیایی می‌توان از بین برد. استون معمولی‌ترین حلالی است که نتیجه خوبی بر روی بیش‌تر روغن‌ها و چربی‌ها دارد.

ث- زدودن لکه‌های آلی

از پودر نشادر، یا محلول ۶ درصد آب اکسیژنه در مایع سفیدکننده می‌توان برای زدودن لکه‌های آلی استفاده کرد. لکه‌های آلی مانند لکه‌های ناشی از غذا یا فضولات پرندگان، ممکن است در صورت وجود رطوبت، لکه‌های قهوه‌ای متمایل به صورتی بر جای گذارند. معمولاً در فضای آزاد، تابش خورشید، بارندگی و جریان هوا لکه‌ها را پاک می‌کند. در فضای بسته این کار را با کاغذ خشک‌کن (اسفنج آغشته به آب اکسیژنه یا سفیدکننده‌ها) انجام می‌دهند، این مواد را می‌توان به صورت خمیر درآورد و از آن‌ها استفاده کرد.

۵-۴- فرآیند پرداخت مجدد

وقتی سطح جلا داده مرمر و گرانیات به شدت دچار خراشیدگی، بریدگی، تیرگی یا لک‌زدگی می‌شود، لازم است تا پرداخت مجدداً انجام گیرد. این عمل به کمک یک سنگ‌ساب دستی قابل حمل انجام می‌شود و سطح‌های آسیب دیده را کاملاً ساب می‌زنند تا همه خراش‌ها برطرف شود. درزه‌ها و شکاف‌ها را می‌توان ترمیم و بتونه‌کاری کرد. پس از آن سطح را با یک سری سنباده می‌سایند تا برای پرداخت نهایی، درزه‌گیری آماده شود. این فرآیند نتایج مطلوبی دارد ولی پرهزینه است و استفاده از این فرآیند، گل‌آب بر جای می‌گذارد.

۶-۴- بسته‌بندی، حمل و انبار سنگ

۱-۶-۴- بسته‌بندی

بعد از فرآوری سنگ‌های تزئینی برای رعایت کیفیت تا محل نصب، سنگ‌ها باید بسته‌بندی و محافظت شوند. در این مرحله سنگ‌ها که به ضخامت‌های حدود یک تا دو سانتی‌متر درآمده‌اند، با دقت به وسیله دستگاه و یا به طور دستی بسته‌بندی می‌شوند (شکل ۴-۱).

– بسته‌بندی باید مانع از تکان خوردن و حرکت کردن آن‌ها در داخل بسته‌ها شود.

- نوع بسته‌بندی بر حسب کالای ارسالی، روش ارسال، مسافت و مقصد نهایی متفاوت است. به عنوان مثال، سنگ‌های مرمر به صورت مختلط پهلوی به پهلوی، انتها به انتها، جورشدگی‌های انتهایی و کتابی و موارد مشابه دیگر در کنار هم چیدمان و بسته‌بندی می‌شوند.
- بسته‌ها باید وزن و ابعاد مناسب برای جابه‌جایی با لیفتراک و بالابرها را داشته باشند.
- برای بسته‌بندی پلاک و یا ورق سنگ، جعبه یا پالت‌های چوبی، ساخته می‌شود (شکل ۴-۲). بر اساس استانداردهای بین‌المللی جعبه باید طوری ساخته شود تا در حمل و نقل به سنگ موجود در جعبه صدمه‌ای نرسد. در مسافت‌های طولانی باید این محصولات با گوه محکم شده و خوب به یکدیگر مهار شوند. محموله‌های بزرگ به هنگام حمل در مسافت‌های طولانی، معمولاً به یکی از روش‌های زیر بسته‌بندی می‌شوند:
- ورق‌های بریده شده به وسیله تسمه‌های پلاستیکی به هم بسته شده و مهار می‌شوند.
- ورق‌های ساب زده با تکیه‌گاه‌های بالایی و پایینی مهار می‌شوند.



شکل ۴-۱- دسته‌بندی ورق‌های گرانیت



شکل ۴-۲- نمونه‌ای از جعبه‌های چوبی برای بسته‌بندی سنگ

- قطعات ساخته شده زینتی یا قطعاتی که ممکن است حین حمل آسیب ببینند، در صندوق جداگانه بسته‌بندی می‌شوند. بر روی همه بسته‌ها باید تعداد و نوع سنگ داخل آن‌ها را نوشت تا کنترل و تخلیه آن‌ها آسان‌تر شود. برای پلاک‌های سفارشی که ابعاد متفاوت یا یکسان دارند، هر پلاک در پوشش پلیتن^۱ جداگانه‌ای بسته‌بندی می‌شود تا از ایجاد خراش روی پلاک‌ها جلوگیری شود.

برای جلوگیری از شکستن، لب‌پریدگی، خش و یا خرابی صیقل سنگ و استفاده نکردن از موادی که باعث لکه‌دار شدن و پریدن رنگ سنگ می‌شود باید تمام محصولات با کاغذ پوشانده شوند و بین هر قطعه سنگ با دیگری، یک جسم واسطه ضربه‌گیر قرار گیرد و در نهایت نیز کل محصول در پالت‌های با حفاظ مستحکم قرار داده شود.

الف- بسته‌بندی سنگ گرانیت

برای بسته‌بندی مناسب، پلاک‌ها را در جعبه چوبی قرار می‌دهند و ۱۰ یا ۱۱ پلاک ۲۰ میلی‌متری و یا ۶ یا ۷ پلاک ۳۰ میلی‌متری را داخل یک جعبه چوبی می‌گذارند و ۷ عدد از این جعبه‌های چوبی را داخل یک کانتینر قرار می‌دهند. شکل (۳-۴) بسته‌بندی ورق‌های گرانیتی را برای حمل با مسافت کوتاه، به صورت چوبی و فلزی نشان می‌دهد. پلاک سنگ‌هایی تا ضخامت ۱۲ میلی‌متر را داخل کارتن‌های شیاردار یا جعبه‌های یونولیتی می‌گذارند و بسته‌بندی می‌کنند و کاشی سنگ‌های با ضخامت بیش از ۱۲ میلی‌متر را داخل جعبه‌های چوبی با حفاظ‌های یونولیتی بسته‌بندی می‌کنند.



ب- بسته‌بندی با چوب روسی



الف- بسته‌بندی فلزی

شکل ۳-۴- بسته‌بندی ورق‌های گرانیتی

ب- بسته‌بندی سنگ‌های نرم

پلاک‌ها در سینی‌های چوبی و ۸ سینی چوبی در یک پالت ۷۲ سانتی‌متری بسته‌بندی می‌شود (شکل ۴-۴).

پ- بسته‌بندی ماسه‌سنگ و سنگ آهک

این سنگ‌ها در جعبه‌های چوبی بسته‌بندی می‌شوند.

^۱ - Polythene



شکل ۴-۴- بسته‌بندی کاشی (تایل) و پلاک مرمر

۲-۶-۴- انبار کردن

به محض رسیدن سنگ به محل ساختمان یا حیاط انبار، سنگ پرداخت شده باید بر روی چوب یا سکوهایی که حداقل حدود ۷/۵ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین باشند، قرار گیرد (شکل ۴-۵). باید دقت زیادی برای جلوگیری از لک شدن سنگ به عمل آید. در صورت انبار کردن سنگ برای مدت طولانی باید پلی‌اتیلن یا دیگر مواد پلاستیکی بین چوب و سطوح پرداخت شده قرار گیرد. سوراخ‌ها باید گرفته شوند تا از تجمع و یخ زدن آب جلوگیری شود. از نمک طعام نباید برای ذوب کردن یخ‌های روی قطعات یا هر چیز دیگری که باید با سنگ در تماس باشد، استفاده کرد.



شکل ۴-۵- انبار ورق‌های سنگ

از نگهداری مرمر رنگین صیقلی شده در آفتاب باید پرهیز کرد تا جلا و رنگ آن از بین نرود. ورق‌ها باید در موقعیت قائم و طوری کنار هم قرار گیرند که سطح صیقلی آن‌ها به طرف هم باشد. ورق‌های هم‌اندازه را می‌توان در چندین ردیف قائم با استفاده از جداسازهای چوبی و مقوایی با دیگر مواد نرم، انبار کرد^۱ (شکل ۴-۶).



۱- برای اطلاعات بیش‌تر در زمینه روش بسته‌بندی و چیدمان پلاک‌های سنگ در واگن‌های ریلی و کامیون به استاندارد شماره ۴۳۴۸ کشور هند مراجعه شود.



شکل ۴-۶- نحوه قرارگیری ورق‌های سنگ

۳-۶-۴- حمل و نقل

محصولات بسته‌بندی شده باید محکم و علامت‌گذاری شوند. پس از بسته‌بندی، کل مجموعه را که به طور معمول ۵ تن وزن دارد، در جعبه یا پالت قرار می‌دهند. برای حمل جعبه‌ها و پالت‌ها از کانتینر استفاده می‌شود (شکل ۴-۷). بر اساس قوانین حمل و نقل جاده‌ای ایران، حداکثر بار مجاز ۲۴ تن و کانتینر ۲۵ تن است. بهترین حالت برای صادرات دریایی محصولات پرداخت شده، استفاده از کانتینرهای موجود در بنادر و کشتی‌هاست. این کار مانع آسیب رسیدن به محصولات در جریان بارگیری و تخلیه می‌شود و ارسال کالای تولیدی را به صورت مجموعه‌های کامل ممکن می‌سازد.

برای شناسایی متصدیان حمل و کلیه افرادی که محموله را جابه‌جا می‌کنند و همچنین تحویل درست کالا توسط گیرنده، سفارش باید دارای برگه مشخصات نمونه که حاوی نشانی گیرنده، مقصدی که کالا در آن تخلیه می‌شود، شماره جعبه یا صندوق و آدرس فرستنده است الصاق باشد. علامت باید به نحوی زده شود که اشخاص بتوانند در فاصله چند متری بسته‌هایی را که در انبار است، تشخیص دهند و آن را با کالاهای دیگر اشتباه نگیرند. نشانی گیرنده باید مختصر باشد زیرا آدرس کامل، آدرسی است که در اسناد حمل از آن استفاده می‌شود. اگر کالا برای سازمانی مانند وزارتخانه‌ها ارسال می‌شود باید نام اداره و واحد مربوطه نیز در آن قید شود تا اشتباهات به قسمت دیگری ارسال نشود.





شکل ۴-۷- چیدمان پالت‌ها در کانتینر

۴-۷- باز یافت ضایعات

علاوه بر ایجاد ضایعات در هنگام استخراج سنگ‌های تزئینی و نما، در کارخانه‌های فرآوری نیز ضایعات بسیار زیاد است به نحوی که حدود ۳۵ درصد سنگ‌های تراورتن، به صورت ضایعات درمی‌آید. در کارخانه‌های سنگبری، سنگ‌هایی با ابعاد زیر ۱۰ سانتی‌متر به عنوان باطله در نظر گرفته می‌شوند و بیش‌ترین حجم باطله مربوط به معادن سنگ گرانیت است.

۴-۷-۱- دلایل تشکیل ضایعات

عوامل تولید ضایعات به شرح زیر است:

- تولید قله‌های شکاف‌دار در موقع برش به وسیله قله‌بر
- برش سنگ به وسیله دستگاه بلوک‌بر، اره جمعی چند تیغه‌ای، دستگاه سیم برش و چکش کاری
- شکسته شدن لبه‌ها، ترک‌ها و یا خراش در سطح ساب خورده در هنگام حمل پلاک‌ها

۴-۷-۲- روش‌های کاهش ضایعات

الف- در مرحله استخراج

- استفاده از ابزارهای الماسه
- تغییر روش استخراج در معدن
- استفاده از تجهیزات برش برجا برای اصلاح بلوک‌های نامنظم و تبدیل آن‌ها به محصولات قابل فروش
- ایجاد یک انبار برای جلوگیری از تمرکز سنگ و ملزومات در محل



ب- در مرحله فرآوری

- انتخاب تجهیزات و ماشین آلات مناسب سنگ
- چیدمان اصولی و فنی ماشین آلات در کارخانه
- برش توسط کارگران ماهر و تحت نظارت مهندسان و یا تکنسین های با سابقه
- استفاده از دستورالعمل ها و استانداردهای موجود
- اختصاص محلی مناسب برای نگهداری صحیح محصولات

۳-۷-۴- روش های استفاده از ضایعات

ضایعات تر، از جمله مشکلات عمده در کارخانه های فرآوری سنگ های تزئینی و نما است. این ضایعات که ماهیتی لجنی دارند، شامل آب و نرمه سنگ اند. این لجن باعث بیشترین مشکلات در کارخانه های فرآوری می شود و می توان از آن در محلی نزدیک کارخانه، سنگفرش کف خیابان و حاشیه پیاده رو و یا در عملیات تسطیح اراضی استفاده کرد. از ضایعات جامد طی فرآیند ساخت سنگ های مصنوعی و آنتیک استفاده می شود.

الف- استفاده از ضایعات با ابعاد بزرگ تا متوسط

از ضایعات با ابعاد بزرگ با توجه به نوع سنگ (مانند مرمر، گرانیت و سنگ لاشه)، رنگ و پرداخت سطحی برای کف سازی و پوشش های ارزان قیمت و یا کاربردهای بیرون از منزل استفاده می شود.

ب- استفاده از ضایعات متوسط تا ریز (مانند تراشه و فلس)

تراشه های کوچک تا متوسط معمولاً برای تولید مصالح دانه ای به کار می رود که پس از ارسال به واحد سنگ شکنی به قلوه سنگ یا مصالح ساختمان سازی یا باغبانی تبدیل شود. در برخی موارد نیز به عنوان پرکننده در صنایع مختلف استفاده می شود.

پ- استفاده از باطله های دانه ریز (نرمه)

این ضایعات متشکل از اجزای بسیار ریزدانه به صورت گرد و غبار یا لجن است که در تولید سنگ سنباده به کار می رود. لجن کلسیتی به عنوان خنثی کننده محصولات جانبی اسیدی صنایع یا زمین های آلوده کشاورزی یا گوگردزدایی از گازهای تولید شده به وسیله نیروگاه های حرارتی با توان بالا و نیز به عنوان ماده افزودنی در ترکیبات گچ و پرکننده ها به کار می رود. لجن همچنین ممکن است برای ارسال به مصرف کنندگان تخصصی مواد آهکی در پرکننده کاغذ، رنگ های پایه و پوشش های بیتومینه به کار رود.

لجن حاصل از گرانیت و مرمر به عنوان پرکننده زمین استفاده می شود و در گذشته، مناطق باتلاقی با این مواد پر می شدند. لجن گرانیتی تولید شده به وسیله اره های دیسکی یا فرآیند صیقل، آهن کمی دارند، در نتیجه زمانی که به ماده

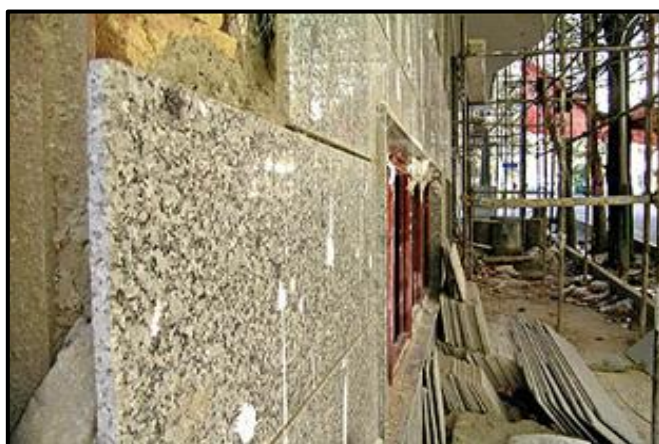
خنثی آهکی نیازی نیست، بعد از خشک شدن و سرند مستقیماً در برخی از صنایع مانند صنعت سرامیک یا پرکننده در قالب‌گیری پلاستیک‌ها استفاده می‌شود.

لجن بر جا مانده از اره کردن بلوک‌های گرانیتی با دندان‌های فلزی که مقادیر زیادی آهن داشته باشد در کوره‌های مخصوصی خشک می‌شود و سپس آهن را به کمک آهنرباهای قوی و نیز تفاوت بین جرم مخصوص آهن و ماده خنثی جدا می‌کنند.

ت- تولید سنگ‌های مصنوعی

تولید سنگ مصنوعی تکنولوژی انحصاری دارد و از فشردن خرده سنگ‌های مرمر، سنگ‌های کلسیتی، گرانیت‌ها و سنگ‌های سیلیسی به همراه مواد پرکننده، چسباننده‌ها، رنگدانه‌ها، افزودنی‌ها و مقدار کمی آب تحت شرایط خلا و ایجاد فشار و لرزش تولید می‌شوند. ترکیبی که از این راه به دست می‌آید در قالب‌هایی ریخته می‌شود که دارای نقش و نگارهای سنگ‌های طبیعی است و به این سنگ‌ها جلوه‌ای کاملاً طبیعی می‌دهد (شکل ۴-۸).

سنگ‌های مصنوعی مستقیماً به ورق‌هایی با ابعاد و ضخامت‌های متفاوت تبدیل و یا به بلوک‌هایی با ابعاد مختلف بریده می‌شوند و به ضخامت‌های متفاوت درمی‌آیند. وزن سنگ‌های مصنوعی بسته به نحوه تولید متفاوت است و از ۱۵ کیلوگرم بر مترمربع در قطعات کوچک تا ۳۷ کیلوگرم بر مترمربع در قطعات بزرگ تغییر می‌کند.



شکل ۴-۸- نمونه‌ای از سنگ‌های مصنوعی

کارگاه‌های تولید سنگ‌های مصنوعی چهار بخش به شرح زیر دارند:

- بخش اول که در آن ماشین‌آلات مخلوط‌کن و ساخت بلوک قرار دارند.
- بخش دوم محل قرارگیری ماشین‌آلات برش بلوک‌ها در ابعاد ورق است.
- بخش سوم فرآیند پرداخت ورق شامل تنظیم ابعاد، صیقل و ابزارکاری انجام می‌گیرد.
- بخش چهارم محل بسته‌بندی خودکار قطعات تولیدی است.

ث- تولید سنگ‌های آنتیک^۱

تولید سنگ‌های آنتیک طی مراحل زیر انجام می‌گیرد:

- حمل ضایعات به کارگاه تولیدی
- تفکیک قطعات بر اساس ضخامت و ابعاد و حمل به محل مناسب بر حسب قطعات تفکیک شده
- برش اول توسط کارگران استادکار و تبدیل آن‌ها به ابعاد منظم
- برش دوم توسط کارگران ماهر به ضخامت یک سانتی‌متر
- ریختن سنگ‌ها در دستگاه مخلوط‌کن همراه با مقدار معینی آب
- خشک کردن محصول سایش شده در محل‌های مخصوص

پس از خشک شدن، بسته به نوع طرح، قالب‌هایی را که از قبل به این منظور طراحی و از موادی مانند سیلیکون ساخته شده‌اند، در اختیار کارگران قرار می‌دهند. پس از دادن قطعات در قالب‌ها، پارچه‌ای به اندازه مساحت قالب‌ها پهن و روی آن را چسب کاری می‌کنند. چسب کاری باید کاملاً با دقت انجام شود و بدین منظور معمولاً از چسب چوب استفاده می‌کنند. پس از چسب کاری و خشک شدن چسب، قالب‌ها را وارونه کرده و قالب را خارج می‌کنند و پس از تمیز کردن محصول، آن را به بازار مصرف عرضه می‌کنند.

۸-۴- روش‌های نوین برش سنگ

۱-۸-۴- برش سنگ با آب پرسرعت^۲

سامانه برش با سرعت آب علاوه بر توانایی برش خطی (یک‌بعدی)، سطحی (دو‌بعدی) و فضایی (سه‌بعدی) به سامانه‌های هدایتی نیز متصل می‌شود.

الف- ماشین‌آلات اصلی و فرعی

- تجهیزات اصلی از سه بخش سامانه پرسرعت آب همراه با نازل برش، سامانه هدایت و سامانه مهار سرعت آب تشکیل شده است.
- تجهیزات فرعی شامل ماشین‌آلات آماده‌سازی برش با آب، تجهیزات افزایش فشار آب و دستگاه تغذیه ماده ساینده است.
- تجهیزات تصفیه فاضلاب بسته به شرایط محیط فراهم می‌شود.



1- Antique

2- Water jet

ب- روش برش سنگ با آب پرسرعت

در این سامانه از آب با خروج از نازلی با قطری خیلی ریز با مواد ساینده مانند گارنت و با سرعتی در حدود ۹۰۰ متر در ثانیه برای بریدن سنگ استفاده می‌شود. فشار در پشت نازل در حدود ۵۵۰۰۰ پاسکال است. آب از نازلی که قطر روزنه خروجی آن کم‌تر از نیم میلی‌متر (تقریباً ۰/۳۲۵ میلی‌متر) است خارج می‌شود (شکل ۴-۹).



شکل ۴-۹- دستگاه برش با آب

نازل بر روی یک بازوی متحرک خودکار نصب شده است و با برنامه کامپیوتری کار می‌کند. در این روش ابتدا نقش را اسکن و آن را تبدیل به سامانه رقومی کرده و سپس به کمک برنامه کامپیوتری، روی سنگ پیاده می‌کنند. در بیشتر موارد برشکاری به اندازه‌ای دقیق انجام می‌شود که درز بین سنگ‌ها مشهود نباشد.

ماده ساینده را به آب می‌افزایند و مخلوط با سرعتی تقریباً ۳ برابر سرعت صوت از نازل خارج می‌شود و مواد سخت مانند سنگ مرمر، پلاک سرامیکی، شیشه و فلز را تا ضخامت کمی بیش از ۲۰ سانتی‌متر با دقت $\pm ۱/۵$ میلی‌متر برش می‌دهد.

برای برش سنگ‌های سخت از گارنت به عنوان ماده ساینده و برای برش سنگ‌های نرم از ماسه یا الیوین با دانه‌بندی‌های مختلف استفاده می‌شود (شکل ۴-۱۰).

پ- مزیت‌های برش با آب

- برش بدون گرد و خاک و بو
- کیفیت برش بسیار عالی همراه با پارامترهای بهینه برش
- تغییر شکل ندادن سنگ
- برش بسیار نازک
- تولید حرارت نکردن بر خلاف روش‌های لیزری و پلاسمایی
- اتلاف بسیار کم سنگ
- دندان‌دندان نشدن لبه برش



- امکان برش سه بعدی
- امکان برش‌های انحنادار
- قابلیت تلفیق با سایر سیستم‌های ماشینی موجود
- امکان استفاده از سیستم‌های هدایتی
- امکان هدایت ماشین به وسیله ربات‌ها
- قابل تنظیم بودن پارامترهای برش و امکان تغییر سریع در برش با تعویض برنامه دستگاه (شکل ۴-۱۱)

۲-۸-۴- برش سنگ با لیزر

با برش لیزر می‌توان انواع طرح‌های دقیق را بر روی سنگ‌ها ایجاد کرد.

الف- مشخصات ماشین برش لیزری

در دستگاه برش لیزری با استفاده از گازی که معمولاً دی‌اکسیدکربن است، لیزر تولید می‌شود. لیزر در لوله لیزر عقب و جلو می‌رود و پس از تقویت از روزنه لوله لیزر خارج می‌شود و به وسیله لنز به نقطه مورد نظر می‌تابد و برش انجام می‌گیرد. در برش سنگ از لیزرهای با توان یک تا دو هزار وات انرژی استفاده می‌شود. دستگاه برش لیزری این فناوری را با استفاده از نرم‌افزار CAM/CAD انجام داده و سنگ را برش می‌دهد.



شکل ۴-۱۰- ماشین برش با آب



شکل ۴-۱۱- خروج آب از نازل و نحوه برش به وسیله ماشین برش با آب

ب- روش برش با لیزر

در این روش، برش با استفاده از اشعه لیزر و در اثر ذوب کردن سنگ انجام می‌گیرد. بر اساس الگوی داده شده به سیستم CAM/CAD شکل‌ها و ابعاد مختلف ایجاد می‌شود. برای حفظ پودر نرم که حین عملیات تولید می‌شود، یک سامانه آب به دستگاه برش لیزری متصل است. این دوغاب جمع‌آوری می‌شود تا به عنوان ماده پرکننده و سفیدکننده مصرف شود.

پ- برش و حکاکی سنگ با لیزر

برای تولید قطعات زینتی، حکاکی با لیزر بر روی سنگ‌ها انجام می‌شود (شکل ۴-۱۲). حکاکی عمیق امکان‌پذیر نیست و بهترین نتایج حکاکی سنگ وقتی است که این عمل در سطوح بزرگ و یا تصاویر سیاه و سفید انجام شود. از لیزر برای تمیز کردن سنگ نیز می‌توان استفاده کرد. بعد از نصب سنگ و گذشت زمان، سنگ کثیف می‌شود که برای تمیز کردن آن می‌توان از لیزر استفاده کرد. در عمل، حکاکی لیزری بر روی سنگ برای دکوراسیون استفاده می‌شود.



شکل ۴-۱۲- حکاکی و کارهای ویژه بر روی سنگ با لیزر

ت- صیقل و نشانه‌گذاری

به کمک روش‌های لیزری می‌توان در سنگ‌ها، نشانه‌گذاری‌های ویژه‌ای انجام داد که با سایر روش‌ها ممکن نیست. نشانه‌گذاری با لیزر بسیار سریع است و شکل‌ها و حروف مختلفی را می‌توان بر روی سنگ حک کرد. از نشانه‌گذاری لیزری در مقیاس صنعتی می‌توان برای ایجاد سطوح غیرلغزنده، به عنوان مثال در پله‌ها استفاده کرد که این روش ارزان‌تر از فناوری‌های شعله‌زنی یا ماسه‌زنی است. در شکل (۴-۱۳) ماشین برش لیزری و نحوه برش نشان داده شده است.





شکل ۴-۱۳- محصولات حاصل از برش با لیزر

ث- مزایا و معایب

مزایا:

- مزیت اصلی برش لیزری نسبت به سایر روش‌ها انرژی متمرکز شده آن است که قطر کانونی کوچک و همچنین سرعت زیادی دارد، بنابراین با این روش می‌توان برش‌های بسیار ظریف را انجام داد.
- کار با برش لیزری نسبت به روش مکانیکی آسان‌تر است.
- با این برش لبه‌ها خراب نمی‌شود و علاوه بر برش مستقیم، می‌توان برش را به صورت منحنی نیز انجام داد.
- برش لیزری دقت بسیار بالایی دارد.
- با وجود کمی سوزاندن، صدمه‌ای به سنگ وارد نمی‌شود.
- با فناوری برش با لیزر می‌توان شکل‌های مختلف را ایجاد کرد.
- سرعت برش بسیار بیشتر از سایر روش‌هاست.
- تنش مکانیکی در لبه برش ایجاد نمی‌شود.
- تماس مستقیم بین سنگ و کله‌گی برش وجود ندارد.
- محدودیت کم‌تر در شکل برش، مسیر و ابعاد آن و سوراخ کردن و برش با یک کله‌گی واحد انجام می‌گیرد.
- عدم تولید گرد و غبار
- امکان تولید ورق‌های بسیار نازک سنگ

معایب:

- تولید ذرات ریز
- خروج سریع گاز زاید
- مصرف انرژی با توجه به مصرف گاز زیاد
- نبود امکان پیشگیری از آلودگی یاتاقان‌های بسیار حساس



۳-۸-۴- کاربرد کامپیوتر در فرآوری

از کامپیوتر برای حذف ضایعات، استفاده بهینه از توانایی کار و کاهش نیروی کار به شرح زیر استفاده می‌شود.

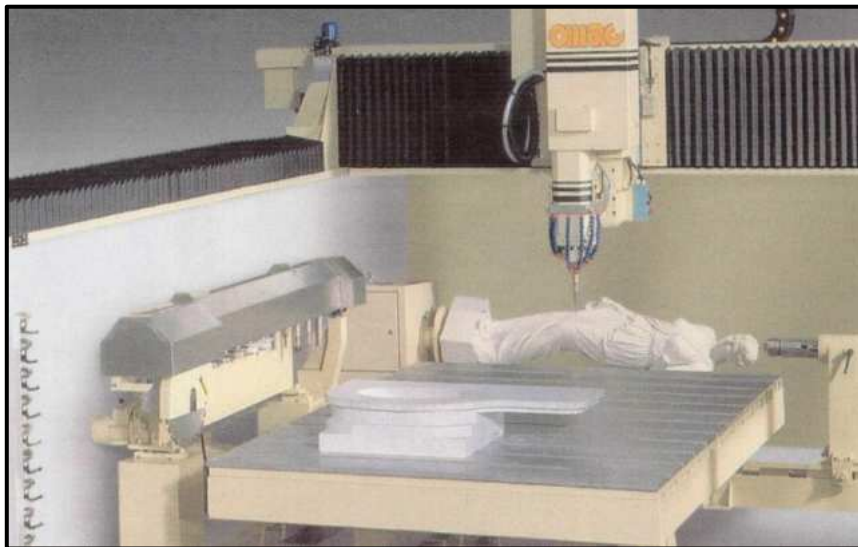
الف- کنترل عملیات

- بهینه‌سازی مسیر بلوک از زمان ورود تا تبدیل به محصول با برداشت اطلاعات لازم مانند اطلاعات دسته‌بندی شده، تاریخ و زمان دسته‌بندی، محل انباشت، ترتیب ورود، ابعاد اولیه و ابعاد محصول تولیدی، نوع سنگ و وزن آن

- کنترل لحظه به لحظه عملیات و پیشروی آن همراه با ارائه وضعیت برش به وسیله اره‌ها
- کنترل و مدیریت کل کارخانه اعم از اطلاع‌رسانی به مدیریت کارخانه، توقف‌ها، تعمیرات و سایر موارد

ب- کاربرد ماشین آلات CNC^۱

در این دستگاه‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای خاصی مانند اتوکد^۲، طرح مورد نظر با دقتی بسیار بالا تهیه و به دستگاه داده می‌شود. دستگاه نیز با دقت بسیار بالا طرح مورد نظر را بر روی سنگ پیاده می‌کند (شکل ۴-۱۴).



شکل ۴-۱۴- ماشین CNC در حال چکش‌کاری

پ- سری تراشی

تولید محصولاتی که تقاضا برای آن‌ها زیاد است به وسیله دستگاه‌های سری تراشی بسیار بهتر و ارزان‌تر انجام می‌شود. این تجهیزات با نسخه‌برداری از یک طرح قابلیت پیاده کردن تعداد قابل توجهی از آن طرح را بر روی سنگ دارند. با وجود توان سری تراشی این کار باید با نظارت پیوسته کارگران ماهر انجام گیرد.

1- Computer numerical control

2- AutoCAD

ت- کپی تراشی

از روش کپی تراشی برای تولید سنگ‌های مورد مصرف در آشپزخانه و حمام استفاده می‌شود. ماشین‌های کپی تراش مکانیکی، هیدرولیکی یا نوری قابلیت تولید محصول نهایی را ندارند زیرا این گونه ماشین‌ها با استفاده از فنون مختلف فقط منحنی‌های نامنظم و سوراخ‌های بیضوی و استوانه‌ای با سطوح پرداخت نشده را ایجاد می‌کنند، بنابراین قطعات تولید شده به وسیله این ماشین‌ها را باید برای ساب و صیقل به دست کارگران ماهر سپرد اما در صورت استفاده ماشین کپی تراش می‌توان فرآورده‌هایی آماده برای بسته‌بندی تولید کرد. این ماشین‌ها کار را بر روی قطعات سنگ گونیا شده آغاز می‌کنند و با استفاده از سیستم‌های طراحی و هدایت کامپیوتری شکل مطلوب را به سنگ می‌دهند.

۹-۴- باز یافت آب

- آب مصرف شده مخلوط با گل، به وسیله پمپ از محل حوضچه زیر دستگاه اره‌ها یا سالن‌های ساب و برش به مخزن ته‌نشینی فرستاده می‌شود. در طول مسیر پودر فلوکولانت به پساب اضافه می‌شود.
- در مخزن ته‌نشین، گل در کف ته‌نشین و آب تمیز به یک مخزن ذخیره آب هدایت شده و از این مخزن، آب تمیز به طور خودکار به میزان لازم برای استفاده مجدد به دستگاه‌ها فرستاده می‌شود.
- به وسیله شیر مخصوص، گل‌های ته‌نشین شده در مخزن، با استفاده از نیروی جاذبه در حوضچه ته‌نشین گل، تخلیه می‌شود.
- گل به وسیله پمپ مخصوصی برای آب‌گیری به دستگاه فیلتر پرس فرستاده می‌شود و طی این فرآیند حدود ۹۵ تا ۹۹ درصد آب از گل جدا می‌شود و برای استفاده مجدد به سیستم برمی‌گردد.
- با توجه به اهمیت آب در کارخانه، آب برگشتی برای خنک نگه داشتن ماشین‌آلات و تسهیل در برش و همچنین جلوگیری از گرد و غبار حاصل از برش و ساب مصرف می‌شود.
- در کارخانه‌های سنگبری، آب و سیستم آبرسانی اهمیت ویژه‌ای دارد و باید دقت شود که آب به اندازه کافی به ماشین برسد و نیز ضروری است که آب حتماً تمیز و بدون گل باشد. برای صرفه‌جویی در مصرف آب و دستیابی به نتیجه مطلوب و تولید با کیفیت بالا لازم است که در کارخانه‌های مدرن دستگاه تصفیه آب نصب شود تا آب دایماً در چرخه تولید باقی بماند و حداقل هدرروی را داشته باشد.

۱۰-۴- الزامات فرآوری

عرضه زیبایی هر سنگ بستگی به مهارت فرآوری آن دارد. در فرآوری سنگ باید از استانداردهای بین‌المللی روزآمد در زمینه‌های برش، صیقل، ابعاد کردن، ساب، حکاکی کردن و کلیه عملیات قبل از بسته‌بندی استفاده کرد، بنابراین برای حفظ ارزش سنگ الزامات زیر در مرحله فرآوری باید انجام شود:

- ورق‌ها و پلاک‌هایی که از برش کوپ به وسیله اره و یا قله‌بر به دست می‌آیند باید ضخامت یکسان با دامنه تغییرات دو میلی‌متر داشته باشند.
- در مرحله برش طولی و عرضی سنگ، سرعت پیشروی دیسک‌های برش با توجه به سختی سنگ و نوع سگمنت‌های دیسک تنظیم شود.
- در صورتی که احتمال جداشدگی در حین برش وجود داشته باشد باید با استفاده از چسب درز و شکاف را پر کرد و یا با استفاده از دستگاه تک‌لام، برش از محل شکاف و درز انجام گیرد.
- در هنگام برش، پلاک‌ها باید کاملاً ثابت و بدون حرکت باشند.
- دو طرف قطعات برش خورده باید کاملاً مستقیم و با یکدیگر موازی باشند.
- سطوح بالایی و پایینی قطعات برش خورده تخت، یکنواخت و موازی باشند.
- به دلیل اهمیت جهت برش و تاثیر آن بر روی مقاومت، هوازدگی، نحوه فرسوده شدن و زیبایی، توجه به جهت‌یافتگی کانی‌ها، پرشدگی‌های ثانویه، توزیع کانی‌های فرعی و نوع مصرف لازم است.
- عواملی مانند مقدار و چگونگی توزیع فشار باد، سرعت عرضی، چرخشی و طولی دستگاه ساب نواری پیوسته و همچنین تراز بودن سنگ و صفحه نوار، تاب نداشتن صفحه‌ها، کیفیت لقمه‌ها و مقدار آبی که به لقمه‌ها می‌رسد، در کیفیت ساب تاثیر زیادی دارد.
- عملیات ساب و صیقل سنگ باید در چند مرحله انجام گیرد تا سطح سنگ کاملاً صاف و صیقلی شود، بنابراین تعیین تعداد مراحل و درجات صیقل کاری، جنس لقمه‌های ساب و سنباده‌های مورد نیاز عملیات صیقل کاری باید با توجه به جنس و نوع سنگ به صورت مطلوب انتخاب شود.
- ضخامت سنگی که باید صیقل کاری شود باید بیش‌تر از ضخامتی باشد که برای سنگ محصول نهایی در نظر گرفته شده است.
- در مرحله ساب و صیقل سنگ نیاز به استفاده از یک سیستم تنظیم و اندازه‌گیری ضخامت وجود دارد تا بتوان محصول را با یک ضخامت یکسان تولید کرد. اندازه‌گیری در کارخانه‌های قدیمی توسط کارگر ماهر و در کارخانه‌های مدرن به وسیله ماشین انجام می‌شود.
- حداکثر اختلاف ضخامت ورق‌ها و پلاک‌ها نباید بیش از نیم میلی‌متر باشد.
- وزن مخصوص، درصد جذب آب، مقاومت فشارشی، مدول گسیختگی، مقاومت خمشی و مقاومت سایشی باید بر روی پالت‌ها و یا جعبه‌های بسته‌بندی درج شود.
- در بسته‌بندی برای صادرات و یا راه دور برای پلاک‌ها باید از چوب‌های روسی (سوزنی برگ خشک) استفاده شود و در صورت نیاز قبل از بسته‌بندی در داخل جعبه‌های یونولیتی گذاشته شده و سپس در پالت‌های چوبی قرار داده شود. وزن هر پالت نباید بیش از یک تن باشد.

- برای حمل ورق‌ها نیز باید از چوب‌های روسی و یا پروفیل‌های فلزی استفاده شود. ابعاد بسته‌های ورق‌ها بستگی به طول و ارتفاع آن‌ها دارد و وزن آن‌ها نباید بیش از پنج تن باشد.
- فضای لازم برای انبار کردن کوپ‌ها و محصولات و جابه‌جایی آن‌ها در هنگام راه‌اندازی کارخانه فرآوری باید مد نظر قرار گیرد.

۱۱-۴- توصیه‌های ایمنی

- برای ایجاد حداکثر بازدهی، سرعت عملکرد تیغه الماسه و حداکثر سرعت ایمن برای دیسک‌هایی با قطرهای مختلف باید رعایت شود (جدول ۴-۱).
- بلوک سنگ در هنگام برش باید به صورت ایمن تثبیت شود.
- برای جلوگیری از واژگونی و ریزش بلوک سنگ حین برش، برش نباید به صورت کامل انجام گیرد و یا از قسمت زیرین بریده شود.
- برای جلوگیری از تماس سکوی ابزار برش با دستگاه باید تیرهای چوبی یا باریکه‌ای از سنگ در بین قسمت زیرین بلوک سنگ و سکوی دستگاه برش قرار داده شود.
- برای جلوگیری از خطر واژگونی و نگهداری در حالت قائم به ویژه هنگام حمل باید صفحات برش داده شده به کمک گچ‌کاری و یا بستن، به یکدیگر محکم شوند.
- برای خنک کردن دیسک‌ها و جلوگیری از پراکنده شدن گرد و غبار باید به صورت پیوسته از آب استفاده شود.

جدول ۴-۱- سرعت عملکرد تیغه‌های الماسه با قطرهای مختلف

قطر دیسک	سرعت		حداکثر سرعت ایمن
	اینچ	سانتی‌متر	
۴	۱۰/۱۶	۹۰۷۲	۱۵۰۰۰
۴/۵	۱۱/۴۳	۸۰۶۳	۱۳۳۰۰
۵	۱۲/۷	۷۲۵۷	۱۲۰۰۰
۶	۱۵/۲۴	۶۰۴۸	۱۰۰۰۰
۷	۱۷/۷۸	۵۱۸۴	۸۵۰۰
۸	۲۰/۳۲	۴۵۳۶	۷۵۰۰
۹	۲۲/۸۶	۴۰۳۲	۶۸۰۰
۱۰	۲۵/۴۰	۳۶۲۹	۶۱۰۰
۱۲	۳۰/۴۸	۳۰۲۴	۵۱۰۰
۱۲ سرعت بالا	۳۰/۴۸ سرعت بالا	۶۳۰۰	۶۳۰۰
۱۴	۳۵/۵۶	۲۵۹۲	۴۴۰۰
۱۴ سرعت بالا	۳۵/۵۶ سرعت بالا	۵۴۰۰	۵۴۰۰
۱۶	۴۰/۶۴	۲۲۶۸	۳۸۰۰
۱۸	۴۵/۷۲	۲۰۱۶	۳۴۰۰

ادامه جدول ۴-۱- سرعت عملکرد تیغه‌های الماسه با قطرهای مختلف

قطر دیسک	سرعت	حداکثر سرعت ایمن	
		دور در دقیقه	دور در دقیقه
۲۰	۵۰/۸۰	۱۸۱۴	۳۰۰۰
۲۲	۵۵/۸۸	۱۶۴۹	۲۸۰۰
۲۴	۶۰/۹۶	۱۵۱۲	۲۵۰۰
۲۶	۶۶/۰۴	۱۳۹۶	۲۳۰۰
۲۸	۷۱/۱۲	۱۲۹۶	۲۳۰۰
۳۰	۷۶/۲۰	۱۲۱۰	۲۰۰۰
۳۲	۸۱/۲۸	۱۱۳۴	۱۹۰۰
۳۶	۹۱/۴۴	۱۰۰۸	۱۸۰۰
۴۲	۱۰۶/۶۸	۸۶۴	۱۵۰۰
۴۸	۱۲۱/۹۲	۷۵۶	۱۲۰۰

۱۲-۴- مشخصات شناسنامه سنگ‌های تزئینی و نما

اطلاعات زیر باید در شناسنامه سنگ درج شود:

- نام تجاری سنگ
- نام علمی سنگ
- نام سنگ در سامانه استاندارد علمی و تجاری
- وزن مخصوص
- درصد جذب آب
- تخلخل
- مقاومت فشارشی، سایشی، خمشی، برشی و مقاومت در برابر یخبندان
- سختی
- ضریب انبساط حرارتی
- محل استفاده (به طور مثال کف اتاق یا سالن، پلکان، نمای خارج، پیاده‌رو، خیابان و موارد مشابه)
- موقعیت محل استفاده در اقلیم آب و هوایی (به طور مثال سرد و خشک، گرم و مرطوب) در صورت استفاده در محیط باز یا به عنوان سنگ نما
- نام شرکت یا کارخانه تولیدکننده



۱۳-۴- مشخصات سنگ سالم در ارتباط با نوع کاربرد

آسان‌ترین راه تشخیص یک سنگ سالم و بدون ترک، داشتن صدای شبیه به صدای شیشه است. برای این کار باید چند ضربه با یک شی فلزی به سنگ زد. اگر صدای شفاف شیشه را داد این سنگ بدون ترک و پوسیدگی است. سنگ‌های نما باید بدون ترک، شیار، شکستگی و رگه‌های سست، پوسیدگی و خلل و فرج باشند. سنگ سالم سنگی است که جاذب آب زیاد نبوده و تحمل بالایی در مقابل محیط‌های طبیعی، شیمیایی و سایش داشته باشد.

در خرید سنگ ساختمانی باید به فضای ساختمان که قصد نصب سنگ در آن است، توجه شود. هر سنگی مناسب مکان خاصی است. به طور معمول این فضاها به سنگ‌های مناسب نمای خارجی، نمای داخلی، کف پله و پاگرد، کف فرش فضاهای داخلی مسکونی، کف فرش فضاهای داخلی تجاری و اداری، کف فرش بام و پیاده رو، سرویس بهداشتی، درپوش دیوارهای محوطه، حیاط و جان‌پناه بام و در نهایت سنگ روی کابینت آشپزخانه تقسیم می‌شوند.

سنگ‌های نمای خارجی باید مقاومت بالایی در برابر گرما، رطوبت، سرما و اشعه ماورابنفش و نور خورشید داشته باشند، بنابراین بهترین نوع سنگ برای نمای خارجی تراورتن، گرانیت یا ماسه‌سنگ است. البته بهترین انتخاب برای نمای خارجی تراورتن است زیرا این سنگ مقاوم و ارزان‌تر از گرانیت است. تراورتن به علت تخلخل چسبندگی مناسبی با سیمان دارد و محکم به دیوار می‌چسبد در نتیجه ماندگاری خوبی دارد.

سنگ‌های با مقاومت کم و ظاهر زیبا بهترین گزینه برای نمای داخلی است. سنگ‌هایی مانند مرمریت، گرانیت و سنگ چینی به علت عدم تماس با تغییرات جوی انتخاب مناسبی برای نمای داخلی‌اند. برخی از افراد به علت رنگ و رگه‌های خاص، تراورتن را ترجیح می‌دهند. این سنگ‌ها جلوه‌های بسیار زیبایی را در لابی‌ها، پاگردها، اطراف در آسانسورها، دیوارهای راه پله، دیوارهای پارکینگ ایجاد می‌کنند.

راه پله و پاگردها بهترین مکان برای نصب سنگ گرانیت است، این سنگ مقاومت بسیار بالایی دارد. به علت قیمت بالای گرانیت در پلکان از مرمر درجه دو استفاده می‌کنند ولی توصیه می‌شود برای پلکان ساختمان‌های اداری و تجاری و مدارس که آمد و شد زیادی دارند از جنس مرمر مرغوب یا گرانیت استفاده کرد.

بهترین سنگ مورد استفاده در فرش سنگ کف ساختمان‌ها مرمر است. در مورد سنگ منتخب برای کف فرش فضاهای داخلی تجاری و اداری نیز مرمر بسیار مناسب است اما برای این مکان‌ها باید از مرمر بسیار مرغوب استفاده کرد زیرا این مکان‌ها بیش‌تر از فضای خانه پاخور دارد.

برای کف فرش بام و پیاده‌رو باید از سنگ‌هایی استفاده کرد که در برابر یخ زدگی و فشار مقاوم باشند. استفاده از سنگ‌های تراورتن، چینی و گرانیت گزینه بسیار مناسبی است.

در سرویس بهداشتی به هیچ عنوان نباید از سنگ مرمر استفاده کرد زیرا این سنگ در برابر مواد شیمیایی بسیار ضعیف است. سنگ‌های مقاوم در برابر رطوبت و مواد شوینده برای این مکان‌ها مناسب‌اند.

در مورد درپوش دیوار محوطه، حیاط و جان‌پناه بام نیز تراورتن بهترین و ارزان‌ترین گزینه است.

سنگ منتخب کابینت آشپزخانه گرانیت و چینی است. توصیه می‌شود گرانیت‌های درجه دو و سه برای این فضاها در نظر گرفته نشود زیرا گرانیت این مکان باید از بهترین سنگ بدون خلل و فرج و ترک باشد تا در مقابل مواد شوینده و تمیزکننده و سایش مقاوم باشد.

در ادامه چند توصیه مهم در عملیات ساختمانی سنگ در هنگام بنایی ارائه می‌شود:

- سنگ را باید مرطوب کرد.
- ملات در بین سنگ‌ها باید به نحوی قرار گیرد که مانع از تماس لبه‌های فوقانی و تحتانی سنگ با یکدیگر شود.
- قطعات سنگ چیده شده در ردیف اول باید بزرگ‌تر از ردیف‌های فوقانی باشد.
- سنگ باید در جهت خواب و جهت اولیه و طبیعی آن قرار گیرد.
- عملیات بنایی با سنگ در هوای زیر ۵ درجه سانتی‌گراد مجاز نیست.
- برای نصب سنگ‌های پلاک باید از قلاب‌های مناسب فلزی از آهن زنگ نزن و یا سایر فلزات مناسب مانند برنز برای اتصال بهتر سنگ به ملات استفاده کرد.



پیوست ۱

معرفی استانداردهای سنگ تزئینی و

نما



جدول پ. ۱-۱- استانداردهای ملی ایران مربوط به سنگ‌های تزئینی و نما

ترجمه استاندارد	موضوع		شماره استاندارد
	انگلیسی	فارسی	
ISO13006	Ceramic tiles- definitions, classification, characteristics and marking	کاشی‌های سرامیکی- تعاریف، طبقه‌بندی، ویژگی‌ها و نشانه‌گذاری	INSO 25
GOST 9479-60	Blocks of natural stone for sawing facing slabs	بلوک‌های سنگ‌های طبیعی برای برش برای استفاده در نما، کف و تزیینات	ISIRI 618
ASTM C615-85	Dimension granite stone- specifications	سنگ گرانیت ساختمانی- ویژگی‌ها	ISIRI 5694
ASTM C568-89	Dimension lime stone- specifications	سنگ آهک ساختمانی- ویژگی‌ها	ISIRI 5695
ASTM C503	Marble stone- specifications	سنگ مرمریت- ویژگی‌ها	ISIRI 5696
ASTM C99-87	Dimension stone- modulus of rupture- test method	سنگ‌های ساختمانی- روش‌های آزمون ضریب گسیختگی	ISIRI 5697
ASTM C170-87	Dimension stone- determination of compressive strength- test method	سنگ‌های ساختمانی- تعیین مقاومت فشاری- روش آزمون	ISIRI 5698
ASTM C97/C97M	Dimension stone- determination of absorption and bulk specific gravity- test method	سنگ‌های ساختمانی- تعیین جذب آب و وزن مخصوص - روش آزمون	ISIRI 5699
ASTM C241-85	Dimension stones- determination of abrasion resistance of stone subjected to foot traffic	سنگ‌های ساختمانی - روش آزمون تعیین مقاومت سایشی در اثر تردد	ISIRI 5700
EN 13162	Thermal insulation products for buildings- factory made mineral wool products- specifications	مصالح ساختمانی- فرآورده‌های عایق کاری حرارتی- فرآورده‌های پشم معدنی کارخانه‌ای- ویژگی‌ها	INSO 8116
ASTM C119	Dimension stone- terminology	سنگ‌های ساختمانی- واژه‌نامه	ISIRI 8228
ASTM C880/C880M	Dimension stones- determination of flexural strength- test method	سنگ‌های ساختمانی- تعیین مقاومت خمشی- روش آزمون	ISIRI 8229
ASTM C1353	Dimension stone- abrasion resistance of stone subjected to foot traffic- taber abraser method- test method	سنگ‌های ساختمانی- تعیین مقاومت سایش در اثر رفت و آمد- با استفاده از دستگاه سایش تیبر- روش آزمون	ISIRI 8230
ISO 10545-3	Ceramic tiles- part 3- determination of water absorption, apparent porosity, apparent relative density and bulk density- test method	کاشی‌های سرامیکی- قسمت ۳- تعیین جذب آب، تخلخل ظاهری، چگالی نسبی ظاهری و چگالی توده‌ای- روش آزمون	INSO 9169-3
ISO 10545-8	Ceramic tiles-part8: determination of linear thermal expansion- test method	کاشی‌های سرامیکی- قسمت ۸- تعیین انبساط حرارتی خطی- روش آزمون	INSO 9169-8
ISO 10545-16	Ceramic tiles part 16- determination of small color differences	کاشی‌های سرامیکی- قسمت ۱۶- تعیین اختلاف‌های جزئی رنگ	INSO 9169-16
ISO 13007-3	Ceramic tiles- grouts and adhesives – part 3: terms, definitions and specifications for Tile grouts	کاشی‌های سرامیکی- روان ملات‌ها و چسب‌ها- قسمت ۳- اصطلاحات، تعاریف و ویژگی‌های روان ملات‌های بندکشی کاشی	INSO 10760-3
ISO 13007-4	Ceramic tiles - grouts and adhesives – part 4- test methods for grouts	کاشی سرامیکی- چسب‌ها و دوغاب‌ها- قسمت ۴- روش‌های آزمون دوغاب‌ها	INSO 10760-4
ISO 10845-3	Construction procurement- part 3- standard conditions of tender	تدارک در ساختمان‌سازی- قسمت ۳- شرایط استاندارد مناقصه	ISIRI 10845-3
EN 12059	Natural stone products- dimensional stone work- requirements	فرآورده‌های سنگ طبیعی- سنگ ساختمانی کار شده- الزامات	ISIRI EN 12059

ادامه جدول پ.۱-۱- استانداردهای ملی ایران مربوط به سنگ‌های تزئینی و نما

ترجمه استاندارد	موضوع		شماره استاندارد
	انگلیسی	فارسی	
-	Adhesives for tiles- determination of wetting capacity- test method	چسب‌های کاشی- تعیین قابلیت ترکندگی- روش آزمون	ISIRI 12491
DIN EN 12004	Ashesives for tiles- requirements, classification and designation (Amendment No.1)	چسب‌های کاشی- الزامات، طبقه‌بندی و شناسایی (اصلاحیه شماره ۱)	ISIRI 12492
BS 5383-1	Wall and floor tiling part 1- design and installation of internal ceramic and natural stone wall tiling and mosaics in normal conditions - code of practice	کاشی کاری کف و دیوار- قسمت ۱- طراحی و اجرای کاشی کاری و موزاییک کاری دیوارهای داخلی با استفاده از سرامیک و سنگ طبیعی در شرایط معمول- آیین کار	INSO 12495-1
BS 5383-2	Wall and floor tiling part 2- design and installation of external ceramic wall tiling and mosaics (including terra cotta and faience tiles)- code of practice	کاشی کاری کف و دیوار- قسمت ۲- طراحی و اجرای کاشی کاری سرامیکی و موزاییک بر روی دیوارهای خارجی شامل کاشی‌های سفالی و سفالینه‌های لعاب‌دار- آیین کار	INSO 12495-2
BS 5383-4	Wall and floor tiling part 4- tiling and mosaics in specific conditions- code of practice	کاشی کاری کف و دیوار- قسمت ۴- طراحی و اجرای کاشی کاری و موزاییک کاری در شرایط خاص- آیین کار	INSO 12495-4
BS 5383-5	Wall and floor tiling part 5- design and installation of terrazzo tile and slab, natural stone and composition block floorings- code of practice	کاشی کاری کف و دیوار- قسمت ۵- طراحی و اجرای کف‌سازی با موزاییک‌های مرمری و بلوک‌های سیمانی- سنگ طبیعی و بلوک‌های کامپوزیتی- آیین کار	INSO 12495-5
ASTM C121/C121M	Dimension stone- slate stone- determination of water- absorption- test method	سنگ‌های ساختمانی- سنگ لوح- تعیین جذب آب- روش آزمون	ISIRI 14212
ASTM C616/C616M	Quartz- based dimension stone- specifications	سنگ‌های ساختمانی- کوارتز- ویژگی‌ها	ISIRI 14213
ASTM C1526	Dimension stone- serpentine- specifications	سنگ‌های ساختمانی- سرپانتین- ویژگی‌ها	ISIRI 14214
ASTM C217/C217M	Dimension stones- slate stone- weathering resistance of slate- test method	سنگ‌های ساختمانی- سنگ لوح- مقاومت در برابر هوازدگی- روش آزمون	ISIRI 14215
ASTM C629	Dimension stone- slate stone- specifications	سنگ‌های ساختمانی- سنگ لوح- ویژگی‌ها	ISIRI 14216
ASTM C120/C120M	Dimension stones- flexures testing of slate (breaking load, modulus of rupture, modulus of elasticity)- test method	سنگ‌های ساختمانی- آزمون خمشی سنگ لوح (بار شکست، ضریب گسیختگی، ضریب کشسانی)- روش آزمون	ISIRI 14217
ASTM C406	Dimension stone roofing slate specifications	سنگ‌های ساختمانی- سنگ لوح برای سقف‌سازی- ویژگی‌ها	ISIRI 14218
-	Dimension stone - Travertine- specifications	سنگ‌های ساختمانی- تراورتن- ویژگی‌ها	ISIRI 13247
تحقیقات و تجربیات	Antibacterial ceramic Tiles- specifications	کاشی‌های سرامیکی آنتی باکتریال (خود تمیز شونده)- ویژگی‌ها	ISIRI 14499
تحقیقات و تجربیات	Decorative tiles – tiles for used mosaicking - specifications	کاشی‌های تزئینی- کاشی‌های مورد مصرف در معرق کاری- ویژگی‌ها	ISIRI 14501
تحقیقات و تجربیات	Ceramic tiles - packing and marking	کاشی‌های سرامیکی- بسته‌بندی و نشانه‌گذاری	ISIRI 14508
تحقیقات و تجربیات	Decorative and faced stones -exploration guide	سنگ‌های تزئینی و نما- راهنمای اکتشاف	INSO 14685
تحقیقات و تجربیات	Lime- quicklime and hydrated classification and definitions	آهک- آهک زنده و هیدراته- تعاریف و طبقه‌بندی	INSO 14696
تحقیقات و تجربیات	Graded stone- vocabulary	سنگ دانه‌بندی شده- واژه‌نامه	INSO 14697

ادامه جدول پ.۱-۱- استانداردهای ملی ایران مربوط به سنگ‌های تزئینی و نما

ترجمه استاندارد	موضوع		شماره استاندارد
	انگلیسی	فارسی	
تحقیقات و تجربیات	Decorative products build with waste ceramic tiles- specifications and test methods	محصولات تزئینی با استفاده از ضایعات کاشی- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون	INSO 14698
تحقیقات و تجربیات	Colored granite stone- specifications and test methods	سنگ گرانیت رنگ‌آمیزی شده- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون	INSO 14700
تحقیقات و تجربیات	Stone products- definitions and classification	مصنوعات سنگی- تعاریف و طبقه‌بندی	INSO 14704
EN 13501	Adhesives for stone- specifications	چسب سنگ- ویژگی‌ها	INSO 14718
ISO 7361	Building construction- presentation of performance levels of facades made of same-source components	ساختمان- نمایش سطوح اجرایی نماهای ساخته شده از اجزا یکسان	INSO 14747
DIN EN 13364	Natural stone determination of the breaking Load at dowel hole-test methods	سنگ طبیعی- تعیین بار شکست در پین چال- روش‌های آزمون	INSO 14861
BS EN 14231	Dimension stone- determination of the slip resistance by means of the pendulum tester- test method	سنگ‌های طبیعی- تعیین مقاومت لغزشی با استفاده از دستگاه آونگی- روش آزمون	INSO 14870
BS EN 14147	Dimension stone- determination of resistance to ageing by salt mist- test method	سنگ‌های طبیعی- تعیین مقاومت در برابر پیرشدگی با استفاده از غبار نمک- روش آزمون	INSO 14871
BS EN 13373	Dimension stone- determination of geometric characteristics- test method	سنگ‌های طبیعی- تعیین مشخصات هندسی- روش‌های آزمون	INSO 14872
ISO 12136	Reaction to fire tests- measurement of material properties using a fire propagation apparatus	آزمون‌های واکنش در برابر آتش- اندازه‌گیری خواص مواد با استفاده از دستگاه پیشروی آتش	INSO 14958
BS EN 12371	Natural stone- determination of frost resistance- test method	سنگ طبیعی- تعیین مقاومت در برابر یخ‌زدگی- روش آزمون	INSO 14959
BS EN 12504-4	Dimension stone- determination of sound speed propagation- test method	سنگ طبیعی- تعیین سرعت انتشار صوت- روش آزمون	INSO 16015
BS EN 14581	Dimension stone- determination of linear thermal expansion coefficient- test method	سنگ طبیعی- تعیین ضریب انبساط حرارتی خطی- روش آزمون	INSO 16016
BS EN 15388 BS EN 15285	Agglomerated stone- slabs and cut-to-size products for vanity and kitchen tops- requirements	سنگ آگلومره- اسلب‌ها و فرآورده‌های به اندازه بریده شده برای رویه میز و کابینت آشپزخانه- الزامات	INSO 16426
BS EN 1468	Natural stone- rough slabs- requirements	سنگ طبیعی- ورق سنگ‌های (اسلب‌های) زبر- الزامات	INSO 16934
BS 8298-1	Natural stone- design and installation for cladding and lining- Part 1- general- code of practice	سنگ طبیعی- طراحی و نصب برای نما و پوشش- قسمت ۱- کلیات- آیین کار	INSO 16935-1
BS 8298-2	Natural stone- design and installation for cladding and lining- Part 2- traditional handset external cladding- code of practice	سنگ طبیعی- طراحی و نصب برای نما و پوشش- قسمت ۲- نمای سنتی قلاب گوشی بیرونی- آیین کار	INSO 16935-2
BS 8298-4	Natural stone- design and installation for cladding and lining- part 4- rainscreen and stone on metal frame cladding systems- code of practice	سنگ طبیعی- طراحی و نصب برای نما و پوشش- قسمت ۴- پوشش پرده باران و پوشش سنگی بر روی سامانه‌های پوشش قاب فلزی- آیین کار	INSO 16935-4
BS EN 1925	Natural stone- determination of water absorption coefficient by capillarity- test method	سنگ طبیعی- تعیین ضریب جذب آب با استفاده از خاصیت موینگی- روش آزمون	INSO 16936

ادامه جدول پ.۱-۱- استانداردهای ملی ایران مربوط به سنگ‌های تزئینی و نما

ترجمه استاندارد	موضوع		شماره استاندارد
	انگلیسی	فارسی	
BS EN 14580	Dimension stone- static elastic modulus- test method	سنگ ساختمانی - تعیین ضریب الاستیسیته استاتیکی - روش آزمون	INSO 16937
BS EN 14205	Dimension stone- determination of knoop hardness- test method	سنگ ساختمانی - تعیین سختی نوپ - روش آزمون	INSO 16938
BS EN 14411	Decorative ceramic Tile- specifications	کاشی سرامیکی تزئینی - ویژگی‌ها	INSO 17010
BS EN 12058	Natural stone products- slabs for floors and stairs- requirements	فرآورده‌های سنگ طبیعی - ورق سنگ‌ها (اسلب‌ها) برای استفاده در پله‌ها و کف - الزامات	INSO 17011
BS EN 1341	Natural stone- slabs of natural stone for external paving -requirements and test methods	سنگ طبیعی - ورق سنگ‌های (اسلب‌های) طبیعی برای سنگ فرش بیرونی - الزامات و روش‌های آزمون	INSO 17014
BS EN 12372	Natural stone - determination of flexural Strength under concentrated Load – test method	سنگ طبیعی - ورق سنگ‌های (اسلب‌های) طبیعی برای سنگ فرش بیرونی - الزامات و روش‌های آزمون	INSO 17015
BS EN 16306	Natural stone- determination of resistance of marble to thermal and moisture cycles- test method	سنگ طبیعی - تعیین مقاومت مرمر در برابر چرخه‌های حرارتی و رطوبتی - روش آزمون	INSO 17016
BS EN 1342	Natural stone- sets of natural stones for external paving- requirements and test methods	سنگ طبیعی - مجموعه سنگ‌های طبیعی برای سنگ فرش بیرونی - الزامات و روش‌های آزمون	INSO 17017
BS EN 1343	Kerbs of Natural Stone- External Kerb- Requirements and test methods	جداول سنگ طبیعی - جدول بیرونی - الزامات و روش‌های آزمون	INSO 17018
BS EN 16140	Natural stone- determination of sensitivity to changes in appearance products by thermal cycles- test method	سنگ طبیعی - تعیین حساسیت در برابر تغییر ظاهری ناشی از چرخه‌های حرارتی - روش آزمون	INSO 17020
BS EN 13161	Natural stone- determination of flexural strength under constant moment- test method	سنگ طبیعی - تعیین مقاومت خمشی تحت گشتاور ثابت - روش آزمون	INSO 17021
ASTM C 884/C 884M	Thermal compatibility between concrete and an epoxy-resin overlay-test method	سنگ طبیعی - ورق سنگ‌های (اسلب‌های) طبیعی برای سنگ فرش بیرونی - الزامات و روش‌های آزمون	INSO 17073
BS EN 12326-1	Slate and stone products for discontinuous roofing and cladding-Part 1: Specifications	فرآورده‌های سنگ لوح و سنگ طبیعی برای سقف‌سازی منفصل و پوشش نما - قسمت ۱ - ویژگی‌ها	INSO 17092-1
BS EN 12326-2	Slate and Stone for discontinuous Roofing and external cladding - slate and carbonate Slate – Part 2: test methods	فرآورده‌های سنگ لوح و سنگ طبیعی برای سقف‌سازی منفصل و پوشش نما بیرونی - سنگ لوح و سنگ کربناته - قسمت ۲ - روش‌های آزمون	INSO 17092-2
DIN EN 12057	Natural stone products- modular tiles- requirements	فرآورده‌های سنگ طبیعی - کاشی‌های مدولار - الزامات	INSO 17192
BS EN 1467	Natural stone- rough blocks -requirements	سنگ طبیعی - بلوک‌های زبر - الزامات	INSO 17193
DIN EN 1926	Natural stone- determination of uniaxial compressive strength- test methods	سنگ طبیعی - تعیین مقاومت فشاری تک محوری - روش آزمون	INSO 17194

ادامه جدول پ.۱-۱- استانداردهای ملی ایران مربوط به سنگ‌های تزئینی و نما

ترجمه استاندارد	موضوع		شماره استاندارد
	انگلیسی	فارسی	
DIN EN 1936	Natural stone- determination of real density and apparent density, and total and open porosity- test methods	سنگ طبیعی- تعیین چگالی واقعی و ظاهری، تخلخل کل و باز- روش آزمون	ISIRI 17195
DIN EN 1469	Natural stone products, slabs for cladding requirements	فرآورده‌های سنگ طبیعی- اسلب‌های نما- الزامات	INSO 17196
BS EN 13755	Natural stone- determination of water absorption at atmospheric pressure- test method	سنگ طبیعی- تعیین جذب آب در فشار اتمسفر- روش آزمون	INSO 18625
BS EN 12003	Adhesive for tile -determination of shear adhesion strength of reaction resin adhesives- test method	چسب کاشی- تعیین مقاومت چسبندگی برشی چسب‌های رزینی واکنش‌گرا- روش آزمون	INSO 18809
ISO 11925-3	Reaction to fire tests- ignitability of building products subjected to direct impingement of flame- part 3- multi- source test	واکنش در برابر آتش- قابلیت افروزش فرآورده‌های ساختمانی قسمت ۳- آزمون با چند منبع	INSO 19258-3

جدول پ.۱-۲- فهرست استانداردهای بین‌المللی مربوط به سنگ تزئینی و نما

UNI	EN	DIN	BIS	ASTM	استاندارد
8458	12670	-	1805-73	C11903	اصطلاحات علمی
-	-	-	-	A1526-03	مشخصات سرپانتین
-	-	-	1130-69	C503-03	مشخصات مرمر
-	-	-	1128-1974	C568-03	مشخصات سنگ‌های تزئینی آهک
-	-	-	3622-77	C616-03	مشخصات سنگ‌های تزئینی کوارتزدار
EN12326-2	12326-2	EN12326-2	6250-81	C629-03 C406	مشخصات سنگ‌های تزئینی اسبیلیتی
-	-	-	3316-74	C615-99	مشخصات گرانیت
-	PrEN1467	-	-	-	خصوصیات بلوک خام
EN1343	1343	EN1343 482	-	-	خصوصیات سنگ جدول
-	-	-	-	C1527	مشخصات تراورتن
-	-	-	1123-75	-	روش شناسایی و مشخصات سنگ‌های طبیعی ساختمانی
-	13373	EN13373	1128-74 1130-1969	-	ویژگی‌های هندسی
-	-	-	1129-72	-	فرآوری سنگ‌های تزئینی
9725	12440	EN1244	-	-	معیارهای ارزش سنگ
EN1341	1341	EN1341	-	-	پلاک برای سنگ فرش
EN132	1342	EN1342	-	-	مجموعه الزامات برای سنگ فرش
-	PrENw124 6030	-	-	-	تعیین پرداخت‌های سطوح چروک ^۱
-	-	-	8348-1977	-	چیدمان و پوشال‌گذاری پلاک‌ها
-	PrEN12057	-	-	-	تولیدات پرداخت شده خصوصیات کاشی سنگ‌های معمولی
-	PrEN12058	-	-	-	تولیدات پرداخت شده خصوصیات پلاک‌های کف و پله
-	PrEN12059	-	-	-	تولیدات پرداخت شده، خصوصیات سنگ‌های بعددار
-	PrEN1468	-	-	-	خصوصیات تولیدات نیمه‌پرداختی (پلاک خام)

ادامه جدول پ.۱-۲- فهرست استانداردهای بین‌المللی مربوط به سنگ تزئینی و نما

UNI	EN	DIN	BIS	ASTM	استاندارد
-	PrEN1469	-	-	-	خصوصیات تولیدات نیمه‌پرداختی (پلاک برای نما)
-	PrEN114580	-	-	-	مدول ارتجاعی استاتیکی
-	PrEN14581	-	-	-	ضریب اتساع حرارتی
-	PrEN 13919	-	4122-67 1125-74	C217-94	مقاومت در برابر اسید و هوازدگی
EN12371	PrEN 12371	EN12371	-	-	مقاومت در برابر انجماد
EN12370	PrEN 12370	EN12370	-	-	مقاومت در برابر کریستالیزاسیون نمک
-	PrEN 14147	-	-	-	مقاومت در طول زمان در حضور غبار نمک
-	-	-	8381	-	استخراج کواری (برای اطلاع)

جدول پ.۱-۳- استانداردهای مربوط به شرکت‌های ایتالیایی

BIS	UNI	EN	ASTM	ویژگی	ردیف
-	UNI 9724/1	-	-	جرم حجمی ظاهری	۱
BIS 121	UNI 9724/2	-	-	مقاومت کششی	۲
BIS 1124	UNI 9724/2	EN 13755	ASTM C121	میزان جذب رطوبت	۳
BIS 1121	UNI 9724/3	EN 1926	ASTM C170	مقاومت فشاری	۴
BIS 1706	-	-	ASTM C1353	مقاومت سایشی	۵
BIS 1121	-	EN 1936	ASTM C97	وزن مخصوص	۶
-	-	-	ASTM C120	مدل گسیختگی	۷
-	-	EN 14851	-	ضریب اتساع حرارتی	۸
EN 12371	-	-	-	مقاومت در برابر انجماد	۹

از دیگر استانداردهای مهم ایتالیا استاندارد انواع پرداخت سنگ است که در استاندارد UNI8458 به شرح زیر طبقه‌بندی

و ارائه شده است:

- سطوح حاصل از استخراج^۱
- سطوح حاصل از شکافتن^۲
- سطوح حاصل از برش اره^۳
- سطوح حاصل از برش قله‌بر^۴
- سطوح حاصل از برش، سیم برش الماسه^۵
- سطوح حاصل از شوک‌های مکانیکی^۶

- 1- Quarry- Plane Surface
- 2- Spilt Surface
- 3- Gang Saw-Plane Surface
- 4- Block Cutter- Plane Surface
- 5- Diamond Wire- Plane Surface
- 6- Thermal- Treatment Surface



- سطوح حاصل از پرداخت حرارتی^۱
- سطوح حاصل از پرداخت با مواد شیمیایی^۲
- سطوح قدیمی^۳
- سطوح حاصل از پرداخت با روش‌های نوین^۴

در استاندارد BIS: 1129-72 پرداخت سنگ‌های ساختمانی طبیعی در شش قسمت به شرح زیر آمده که در هیچ یک به نحوه پرداخت سنگ اشاره‌ای نشده و فقط به معرفی ملزومات دستی پرداخت، پرداخته شده است.

- سطح سنگ با پرداخت چکش‌زنی شده
- سطح سنگ با پرداخت نما سنگی
- سطح سنگ با پرداخت ابزارزنی شده
- سطح سنگ با پرداخت پانچ‌زنی شده
- سطح سنگ با پرداخت نقطه‌زنی
- سطح سنگ با پرداخت ابزارزنی نرم شده



1- Shock- Treatment Surface of Mechanical

2- Surface Treated with Chemical Products

3- Antique Surface

4- Surface Gotten with Innovative Method (Laser, Water-Jet)

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از چهل سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر هفتصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال های اخیر در سایت اینترنتی **nezamfanni.ir** قابل دستیابی می باشد.



**Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization**

guideline for Processing of Decorative and Dimensional Stones

IR-Code 838

Last Edition:07/07/2026

**Deputy of Technical, Infrastructure
and Production Affairs
Department of Technical & Executive
Affairs**
nezamfanni.ir

**Ministry of Industry, Mine and Trade
Deputy of Mine Affairs and Mineral
Industries
Office for Mining Supervision Affairs**
<http://www.mimt.gov.ir>
<http://www.minecriteria.mimt.gov.ir>



omoorepeyman.ir

این نشریه

مراحل مختلف فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما تشریح شده است. با استفاده از این راهنما می‌توان مراحل مختلف فرآوری را از مرحله برش اولیه و قواره‌کن تا مراحل پایانی ساب و صیقل به گونه‌ای انجام داد که ضمن رعایت مسایل ایمنی، محصولات نهایی در عین زیبایی، با هزینه کم‌تری تولید شوند.

