

**کالج پروژه**

**[www.collegeprozheh.ir](http://www.collegeprozheh.ir)**



**دانلود پروژه های دانشگاهی**

**بانک موضوعات پایان نامه**

**دانلود مقالات انگلیسی با ترجمه فارسی**

**آموزش نگارش پایان نامه ، مقاله ، پروپوزال**

**دانلود جزوه و نمونه سوالات استخدامی**



باسمه تعالی

# نگهداری و تعمیرات

استاد راهنما :

دکتر شامحمدی

تهیه کننده :

محمد علی شیرین زاده

مهندسی معدن

آدرس کارخانه: اردبیل – کیلومتر بیست جاده اردبیل به آستارا – شرکت سیمان آرتا اردبیل

تابستان ۹۴

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## چکیده:

شرکت سیمان اردبیل و آهک آذر شهر، با هدف احداث کارخانه سیمان در اردبیل با مشارکت وزارت صنایع و شرکت احداث صنعت و با سرمایه گذاری بانک ملی فعالیت تجاری خود را در سال ۱۳۷۶ آغاز کرده است. این شرکت محصول خود را به شکل به بازار ارائه میکند. که عبارت اند از سیمان پاکتی ، فله ای و کلینکر که متناسب با نیاز بازار عرضه می گردد.

کارآموزی در این کارخانه به مراجعه به واحد آموزش شروع شده و متناسب با رشته دانشجو به واحدها فرستاده می شوند. که با توجه به گستره ی وسیع رشته مهندسی صنایع تقریباً در تمام دپارتمانها کاربرد دارد. اینجانب نیز در دپارتمانهای ( نگهداری و تعمیرات ، کنترل کیفیت و سیستم ها و روشها و تضمین کیفیت ) کارآموزی خود را گذرانده و در نهایت در دپارتمان دفتر فنی یک پژوهش در مورد نگهداری و تعمیرات انجام داده و به مسئول مربوطه تحویل داده شد.

این گزارش کار شامل چهار فصل می باشد. فصل اول آشنایی با کارخانه سیمان اردبیل و فعالیت های این شرکت، فصل دوم در ارتباط با سیمان، فصل سوم در ارتباط با مراحل اصلی خط تولید سیمان اردبیل و مشخصات آن و فصل چهارم آشنایی با دفتر فنی و نگهداری و تعمیرات می باشد که به اختصار به توضیح این فصل ها خواهیم پرداخت.

## فهرست

مقدمه ..... ۷

**فصل اول:** آشنایی با کارخانه سیمان اردبیل و فعالیت‌های این شرکت ..... ۸

موقعیت کارخانه و معادن ..... ۹

گواهینامه‌های مدیریتی شرکت ..... ۹

نوع محصولات تولیدی کارخانه سیمان اردبیل ..... ۱۰

مواد اولیه مورد نیاز ..... ۱۰

نوع تجهیزات و ظرفیت آنها در کارخانه سیمان اردبیل ..... ۱۱

چارت سازمانی کارخانه سیمان اردبیل ..... ۱۲

**فصل دوم:** سیمان ..... ۱۳

تعریف سیمان ..... ۱۳

تاریخچه سیمان ..... ۱۳

انواع سیمان پرتلند ..... ۱۴

مشخصات سیمان پرتلند پوزولانی ..... ۱۶

سنگ آهک ..... ۱۷

خاک رس ..... ۱۸

ترکیبات کانی سیمان پرتلند ..... ۱۹

آلومینات سه کلسیم ..... ۲۰

آلومینو فریت چهار کلسیم .....	۲۱
مشخصات فیزیکی و شیمایی سیمان .....	۲۲
<b>فصل سوم:</b> مراحل اصلی خط تولید سیمان اردبیل و مشخصات آنها .....	۲۶
قسمت‌های مختلف خط تولید .....	۲۷
سنگ شکن .....	۲۷
نمونه‌گیری .....	۲۸
انبار خاک .....	۲۹
سیلوه‌ای سه‌گانه .....	۳۱
آسیاب مواد خاک .....	۳۲
سیلوی مواد خام .....	۳۴
پری هیتر ( پیش گرم کن ) .....	۳۵
کوره .....	۳۶
خنک کن ( گریت کولر ) .....	۳۸
سیلوه‌ای کلینکر .....	۳۹
آسیاب سیمان .....	۴۰
سیلوه‌ای سیمان .....	۴۰
بارگیرخانه .....	۴۱
کنترل مرکزی .....	۴۳
آزمایشگاه‌ها .....	۴۴
<b>فصل چهارم:</b> آشنایی با دفتر فنی و نگهداری و تعمیرات .....	۴۵
اصطلاحات رایج در نگهداری و تعمیرات .....	۴۶

تعریف کلی نگهداری و تعمیرات .....	۴۶
تعریف نگهداری و تعمیرات اتفاقی .....	۴۷
تعریف نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه .....	۴۷
تعریف نگهداری و تعمیرات اصلاح .....	۴۷
تعریف نگهداری و تعمیرات اساسی .....	۴۷
اهداف نگهداری و تعمیرات .....	۴۷
نمودار توزیع مطلوب انواع نگهداری و تعمیرات .....	۴۸
روش انجام کار .....	۴۸
فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات اضطراری .....	۴۸
فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه .....	۴۹
سیستم پشتیبانی عملیات نت ( برنامه‌ریزی نت ) .....	۵۴
پایش و اندازه‌گیری فرآیند نت با شاخص اثربخشی تجهیزات .....	۵۴
عکس‌هایی از تعمیرات تجهیزات .....	۵۶
نتیجه‌گیری .....	۵۹
منابع .....	۶۰

## مقدمه:

سیمان نوعی چسب ساختمانی می باشد که اجزا شن و ماسه را به یکدیگر می چسباند و در اصل سیمان قدرت چندانی در مقابل فشار ندارد. بلکه هنگامی که با نسبت های معین شن و ماسه و آب مخلوط می شود، ایجاد بتن کرده و بتن پس از سفت شدن ، با گذشت زمان محکم و محکم تر می شود و بعد از حدود یک ماه به ماکزیمم قدرت خود میرسد.

پیشرفت صنایع سیمان در دهه های اخیر موجب پدید آمدن روشها و تکنولوژی های جدید سیمان گردیده است. هدف کلی در این روش ها رسیدن به حداکثر تولید و محصول مطلوب در ازای حداقل هزینه های تولید است.



### خلاصه ای از نحوه تولید سیمان :

از جمله مواد مورد استفاده در تولید سیمان سنگ آهک و خاک رس میباشد که پس از استخراج آنها از معادن برای مراحل بعد آنها را با استفاده از دستگاه خرد کرده و به نسبت معین با یکدیگر مخلوط میکنند روی این مخلوط آزمایشهایی برای اطمینان از ترکیب درصد های مناسب مواد انجام میشود پس از قابل قبول بودن نتیجه آزمایشات این مواد وارد آسیاب شده و پس از آن به عنوان خوراک کوره مورد استفاده قرار میگیرد خروجی مواد کوره کلینکر نامیده میشود که پس از آسیاب کلینکر سیمان به صورت فله ای یا کیسه ای بسته بندی میگردد.



## فصل اول

### آشنایی با کارخانه سیمان اردبیل و فعالیتهای این شرکت



## ۱-۱- آشنایی با کارخانه سیمان اردبیل و تاریخچه این شرکت

شرکت سیمان اردبیل و آهک آذر شهر، با هدف احداث کارخانه سیمان در اردبیل، در سال ۱۳۶۷/۶/۱ براساس موافقت اصولی شماره ۳۳۲۹۴۹ تاسیس گردید. و با مشارکت وزارت صنایع و شرکت احداث صنعت سرمایه بانک ملی، کارخانه سیمان اردبیل را با ظرفیت روزانه ۲۳۰۰ تن ایجاد و به این ترتیب در سال ۱۳۷۵/۷/۱۹ مورد بهره برداری قرار داده شده و طی پروانه بهره برداری شماره ۱۰۱/۴/۵۶۰ مورخ ۱۳۷۶/۳/۱۸ اداره کل صنایع اردبیل، فعالیت تجاری آن آغاز گردید. این کارخانه با اختیار داشتن معادن غنی و دسترسی به مرغوب ترین نوع مواد اولیه و همچنین بهره گیری از پیشرفته ترین تکنولوژی تولید و مدرنترین ماشین آلات، محصولات این شرکت با برترین کیفیت به بازار عرضه می گردد.

## ۱-۲- موقعیت کارخانه و معادن

محل کارخانه در فاصله ۲۰ کیلومتری جاده اردبیل به آستارا و در ۴ کیلومتری شهرستان نمین و در نزدیکی روستای گرده و در زمینی به مساحت ۱۰۵ هکتار واقع شده است و در ارتفاع معادل ۱۴۲۰ متر از سطح دریا قرار دارد. اراضی معدنی آهک در یک و نیم کیلومتری شمال شرق کارخانه و معدن خاک رس در چهار کیلومتری جنوب غربی و معدن سیلیس در ۶۷ کیلومتری و معدن پوزولان در ۴۵ کیلومتری کارخانه واقع شده است. زمینهای کارخانه و معادن ۶۰۰ هکتار بوده که ۷۳ هکتار آن به کارخانه اختصاص دارد. مشخصات عمومی و اقلیمی منطقه بدین شرح می باشد: حداکثر درجه حرارت در تابستان ۳۷+ درجه سانتیگراد، حداقل درجه حرارت در زمستان ۳۴- درجه سانتیگراد، میزان بارندگی سالانه ۲۷۰ میلیمتر، رطوبتی نسبی در زمستان ۶۸٪ و در تابستان ۶۷٪ می باشد.

## ۱-۳- گواهینامه های مدیریتی شرکت

- ISO ۹۰۰۱ - ۱۹۹۴، سال استقرار سیستم ۱۳۷۷
- ISO ۱۴۰۰۱، سال استقرار سیستم ۱۳۷۹
- OHSAS 18001، سال استقرار سیستم ۱۳۸۰
- ISO ۹۰۰۱ - ۲۰۰۰، سال استقرار سیستم ۱۳۸۱
- IMS، سال استقرار سیستم ۱۳۸۱

و هم چنین

- گواهینامه تعهد به تعالی EFQM
- اجرای سیستم‌های پیشرفته PM-IMS-TPM
- پروانه استاندارد اجباری ایران
- پروانه تحقیق و توسعه از طرف وزارت صنایع و معادن
- چندین مقام اولی و همچنین مقام دومی در زمینه تولید، فروش و صادرات سیمان از طرف وزارت صنایع و معادن
- لوح تقدیر از وزارت کار و امور اجتماعی
- واحد منتخب سال ۱۳۷۸ در صنایع غیر کانی وزارت صنایع و معادن

#### ۱-۴- نوع محصولات تولیدی کارخانه سیمان اردبیل

- ۱- سیمان پرتلند تیپ ۲۱ (PI و PII)
  - ۲- سیمان پرتلند پوزولانی (P.P)
  - ۳- سیمان پرتلند پوزولانی ویژه (P.P.V)
- که در حال حاضر بیشترین تولید این کارخانه نوع پرتلند پوزولانی (P.P) و با ظرفیت تولید ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ تن در روز می‌باشد.

#### ۱-۵- مواد اولیه مورد نیاز

سنگ آهک (۲۸۰۰ تن در روز)، خاک رس (۱۰۰۰ تن در روز)، سنگ گچ (۹۰ تن در روز)، پوزولان (۴۰۰ تن در روز)، سنگ آهن و سنگ سیلیس ( بر حسب مورد نیاز) می‌باشد.

مواد ذکر شده به سه گروه تقسیم بندی می‌گردند:

- **مواد اولیه اصلی:** این مواد شامل سنگ آهنک و خاک رس می‌باشد.
- **مواد صحیح کننده:** این مواد شامل سنگ آهن، سیلیس، آهک عیار بالا می‌باشد.
- **مواد افزودنی:** این مواد شامل سنگ گچ، پوزولان، گچ ۳ درصد پوزولان حدود ۱۲ در صد سیمان را تشکیل می‌دهد.

## ۱-۶- نوع تجهیزات و ظرفیت آنها در کارخانه سیمان اردبیل

تجهیزاتی که در کارخانه‌های سیمان مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌تواند از انواع مختلف با شرکت‌های سازنده مختلف باشد. مشخصات دستگاه‌هایی که در کارخانه سیمان اردبیل مورد استفاده قرار گرفته‌اند، در جدول ۱-۱ آمده است.

جدول (۱-۱) نوع تجهیزات و ظرفیت آنها در کارخانه سیمان اردبیل

نام دستگاه	نوع	ظرفیت ( $\frac{T}{N}$ )	مدل	نام سازنده	تعداد
آسیاب سنگ	چکشی	۸۰۰	MB <sub>84/135</sub>	O&K	۱
آسیاب مواد خام ۱	غلطکی	۲۰۰	LM <sup>46/4</sup>	LOE SCHE	۱
پیش گرمکن ۱	۴ طبقه PC دار	۲۳۰۰	Nsfl 35	IHI	۱
کوره ۱	۴۰۲×۶۴	۲۳۰۰	سه غلطکی	IHI	۱
کولر	گریت	۲۳۰۰	FB2-25Horiz	IHI	۱
آسیاب سیمان ۱	گلوله ای	۷۰	مدار باز	SKET	۱
آسیاب مواد ۲	گلوله ای	۸۳	مدار بسته	SKET	۱

## ۷-۱- چارت سازمانی کارخانه سیمان اردبیل



## فصل دوم

### سیمان

#### ۲-۱- تعریف سیمان

سیمان از کلمه یونانی *Cementum* به معنی چسب گرفته شده است. سیمان‌ها مواد چسبنده‌ای هستند که قابلیت چسباندن ذرات به یکدیگر و در نتیجه بوجود آوردن جسم یکپارچه از ذرات تشکیل دهنده را دارند. سیمان گردی است نرم، جاذب آب و چسباننده خرده سنگ که اساساً مرکب از ترکیبات پخته شده و گداخته شده اکسید کلسیم، اکسید سیلیسیم، اکسید آلومینیوم و اکسید آهن می‌باشد. ملات این گروه قادر است به مرور در مجاورت هوا یا در زیر آب سخت شود، در زیر آب ضمن داشتن ثبات حجم، مقاومت خود را نیز حفظ می‌کند و در فاصله ۲۸ روز در زیر آب مانده دارای حداقل مقاومت فشاری ۲۵ نیوتن بر میلی متر مربع می‌شود.

در رم قدیم مخلوطی از خرده سنگها و آهک پخته را درست می‌کردند که از ترکیب این مخلوط با آب، بتن حاصل می‌شد و از این بتن برای کارهای ساختمانی مورد استفاده قرار می‌دادند، ساختمانهای ساخته شده توسط این مصالح را *Opus Cementum* می‌نامیده‌اند. به مرور کلمه *Cementum* به مخلوطهای مورد استفاده در این نوع ساختمان سازی اطلاق گردید. منظور از *Cementum* نوع خاصی از خرده سنگ بوده است که وقتی پودر آنها با آهک مخلوط می‌شد، مخلوط حاصله دارای خاصیت هیدرولیکی بیشتر می‌شد و به مرور در مجاورت هوا و در زیر آب سخت می‌گردید و دارای مقاومت و سختی قابل توجهی می‌شد. این خرده سنگها یا از باقیمانده‌های آتشفشان یعنی خاکستر آتشفشان و یا اینکه از خرد کردن خرده آجرهای تولید شده در کوره آجرپزی، که در واقع همان خاک رس پخته است، بدست می‌آمده‌اند.

#### ۲-۲- تاریخچه سیمان

بناهای تاریخی بسیار قدیمی همچون اهرام مصر موید این هستند که بشر از زمان‌های قدیم برخی از ملات‌ها را می‌شناخته است. بشر اولیه وقتی برای گرم شدن و یا پختن غذا بر روی تخته سنگ آهکی یا گچی آتش روشن می‌کرد، این آتش باعث می‌شده که انیدرید کربنیک سنگ آهک از آن جدا گردد و یا سنگ گچ دهیدراته شود و بصورت پودر در آید، به محض بارش باران این پودرها بصورت دوغاب و سپس به مرور زمان سخت شده است و احتمالاً خرده سنگ‌های اطراف خود را به یکدیگر چسبانیده‌اند. دقت در این پدیده

راهنمای کشف ملات آبی و چگونه ساختن مصالح هیدرولیکی (مصالحی که در اثر ترکیب با آب سخت می شود) بوده است.

از زمان باستان، کاربرد مواد سیمانی سابقه ای طولانی دارد. مصریان قدیم از سنگ گچ ناخالص پخته شده استفاده می کردند. یونانی ها و رومی ها سنگ آهک پخته را بکار می بردند و بعد از افزودن آب، ماسه، خزه، سنگ ریزه یا آجر و سفالهای شکسته را به آهک آمیختند و این اولین ساخت سیمان در تاریخ بود. قرن های هیجدهم و نوزدهم، زمان کشف بسیاری از پدیده های علمی و طبیعی توسط دانشمندان می شد. یکی از پدیده های مورد توجه، مسئله گیرش و سخت شدن ملاتها بود. خواص هیدرولیکی ملاتها در سال ۱۷۵۶ میلادی توسط جان اسمتون کشف گردید.

پیش گامان توسعه صنعت سیمان، کشورهای انگلستان، آلمان و فرانسه بوده اند و هم اکنون تولید جهانی سیمان بیش از یک میلیارد تن است و این مقدار رو به افزایش است. اولین کوره سیمان در ایران با ظرفیت روزانه ۱۰۰ تن، در سال ۱۳۱۲ در شهر ری به بهره برداری رسید.

## ۲-۳- انواع سیمان پرتلند

سیمان پرتلند در پنج نوع تولید می شود که تنها دو نوع آن در شرکت سیمان اردبیل تولید می شود ما نیز این دو سیمان را به اختصار مورد مطالعه قرار می دهیم:

### ۲-۳-۱- سیمان پرتلند تیپ یک (PI)

این نوع از سیمان (سیمان پرتلند معمولی) که در مصارف عمومی و در کلاسهای مختلف با مقاومت فشاری متفاوت نظیر تولید ملات، بتن، بلوکهای بتنی و تیرچه ها و ... که هیچگونه خواص ویژه ای مد نظر نباشد مورد استفاده قرار می گیرد. این سیمان از آسیاب کردن دانه های کلینکر سیمان با ۴ درصد سولفات کلسیم (گچ) بدست می آید.

بطور کلی دارای ویژگیهای زیر می باشد:

-حرارت هیدراسیون بالا و نامناسب برای بتن ریزیهای حجیم

-انقباض نسبتاً بالا

-مورد مصرف در مصارف عمومی

-در محیطهای خورنده شیمیایی مانند سولفاتها، کلر و... مقاوم نمی باشد.

-دارای مقاومت فشاری بالا در کوتاه مدت (۳ و ۷ روزه)

سیمان پرتلند تیپ ۱ خود به پنج گروه مجزا طبقه بندی می شود:

**معمولی:** این گونه سیمان ها برای مصارف ساختمانی به کار می‌رود.

**مقاومت سریع:** مانند سیمان پرتلند معمولی است منتها هنگام سائیدن کلینکر آن نرمتر سائیده شده است و از نظر ترکیب جزئی با سیمان معمولی متفاوت است.

**زودگیر:** با سیمان پرتلند معمولی به آن نظر متفاوت است که دارای زمان گیرش کمتری است. به سرعت سخت شدن آن، ممکن است شبیه سیمان پرتلند معمولی می‌باشد.

**سفید:** سیمان پرتلند معمولی است که مقدار اکسید آهن و منگنز آن بسیار جزئی است، بنابر این رنگ آن به جای خاکستری سفید رنگ است.

**ضد آب:** سیمان پرتلند معمولی است که به مقدار جزئی مواد شیمیایی (از قبیل کلسیم) هنگام سائیدن کلینکر افزوده شده است.

## ۲-۳-۲- سیمان پرتلند تیپ دو (PII)

به عنوان سیمان پرتلند اصلاح شده و مصارف ویژه آن در ساخت بتن‌هایی است که حرارت هیدراتاسیون متوسط برای آنها ضرورت داشته و حمله سولفات‌ها به آنها در حد متوسط می‌باشد. این نوع سیمان در لوله بتنی، پیاده روها و ... مصرف می‌گردد.

به طور کلی دارای ویژگیهای زیر می‌باشد:

- حرارت هیدراتاسیون بالا و نامناسب برای بتن ریزیهای حجیم
- انبساط کم
- در محیطهای خورنده شیمیایی مانند سولفات‌ها \_ کلر و ... نسبتاً مقاوم می‌باشد.
- در بتن ریزیهای حجیم با رعایت استانداردهای مخصوص می‌توان از آن استفاده کرد
- مقاومت فشاری نهایی بالا (۲۸ روزه) .

## ۲-۳-۳- سیمان پرتلند تیپ سه (PIII)

به عنوان سیمان پرتلند با مقاومت اولیه زیاد ، گسترش سریع مقاومت اولیه سیمان ضروری است (مقاومت- های اولیه و نهایی بالا در مدت زمان کوتاه). نظیر تولید قطعات تولیدی پیش ساخته، سیلوهای بتنی، برجهای خنک کننده که جابجا کردن سریعتر قالب بندی بتن مطرح است. در این نوع از سیمانها درصد فاز کریستالی سیلیکات سه کلسیم نسبت به تیپهای مختلف سیمانها، بیشتر است. به همین علت مقاومت اولیه



و گرمای هیدراتاسیون سیمان بیشتر است. بعلت گرمای هیدراته شدن بالا از این نوع بتن‌ها در هوای سرد نیز می‌توان استفاده کرد.

### ۲-۳-۴- سیمان پرتلند تیپ چهار (P IV)

به عنوان سیمان پرتلند با حرارت هیدراتاسیون کم در بتن ریزیهای حجیم نظیر سدها و ... به منظور کاهش تمایل به ترک برداشتن در اثر تجمع حرارت هیدراته شدن بکار می‌رود. در این نوع از سیمانها درصد فاز کریستالی سیلیکات سه کلسیم و آلومینات سه کلسیم نسبت به تیپهای مختلف سیمان کمتر است. این نوع سیمان مقاومت فشاری کمتری دارد، بنابراین در موقع تهیه بتن از حداقل شن و ماسه استفاده می‌گردد.

### ۲-۳-۵- سیمان پرتلند تیپ پنج (P V)

به عنوان سیمان پرتلند ضد سولفات در شرایطی که مقاومت زیاد بتن در برابر مهمترین عامل تخریب بتن‌ها یعنی سولفاتهای فلزی نظیر سولفات سدیم، کلسیم و منیزیم مورد نظر باشد، به کار می‌رود. در انواع ساختمانهای بتنی که امکان تماس با خاکها و آبهای زیرزمینی حاوی مقادیر زیاد سولفات را دارند، مورد استفاده قرار می‌گیرد، نظیر پوشش کانالها و نهرها. لازم به ذکر است، تیپ دو سیمان دارای مقاومت متوسط و تیپ ۵ دارای مقاومت بالا در مقابل سولفاتها می‌باشد.

### ۲-۳-۵-۱- مواد خام اولیه سیمان پرتلند

آنچه که از تعریف سیمان پرتلند بر می‌آید مواد خام سیمان عمدتاً عبارت است از: در صد معینی از سنگ معدن با آهک بالا (سنگ آهک) با در صد معلومی از سنگ معدن و خاک رس که شامل مقدار کمتری آهک (و در نتیجه مقدار بیشتری از ترکیبات سیلیس و آلومینیوم و آهن) باشد. بنابراین این دو ماده خام اصلی عبارتند از: سنگ آهک و خاک رس (مخلوطی از سنگ آهک و مارل).

### ۲-۳-۶- مشخصات سیمان پرتلند پوزولانی

یکی از محصولات قابل تولید در کارخانه سیمان اردبیل سیمان پرتلند پوزولانی می‌باشد. این نوع سیمان مطابق با مشخصات مطرح در استانداردهای ایران به شماره ۳۴۳۲ تولید می‌شود.

سیمان پرتلند پوزولانی حاوی حداکثر ۱۵٪ پوزولان طبیعی مرغوب از دامنه کوه سبلان می‌باشد که از خواص ویژه کاربردی به شرح زیر برخوردار است:

- ۱- مقاومت در مقابل مواد شیمیایی و فاضلاب.
  - ۲- مقاومت نهایی بالاتر.
  - ۳- قابلیت نفوذ و کارپذیری بهتر برای ویبره شدن.
  - ۴- حفاظت مصالح و آرماتور درون بتن در مقابل نفوذ مواد خورنده.
  - ۵- خارج کردن املاح قلیایی از بتن.
  - ۶- انبساط کمتر و قابل استفاده در بتن ریزیهای حجیم.
  - ۷- حرارت هیدراتاسیون کمتر در بتن ریزیهای حجیم.
  - ۸- بتن تشکیل دهنده از سیمان پوزولانی به علت نفوذپذیری بهتر پوزولان و روانی آن دچار ترک خوردگی نمی‌شود.
  - ۹- جلوگیری از واکنش های قلیایی - سیلیکاتی در سنگدانه های بتن مخصوصا در سد سازی (سرطان بتن).
  - ۱۰- حفظ منابع طبیعی به علت کاهش مصرف و سوخت و مواد اولیه سیمان.
  - ۱۱- کاهش آلودگی هوا به علت جایگزین شدن به جای کلینکر و کاهش مصرف سوخته های فسیلی.
  - ۱۲- کاهش میزان سایش تجهیزات در آسیابهای سیمان.
  - ۱۳- کاهش مصرف انرژی الکتریکی به علت کمک سایش بودن در آسیابهای سیمان.
  - ۱۴- کاهش قیمت تمام شده در تولید سیمان.
- مصرف این سیمان در هوای گرم مخصوصا متعدل و مرطوب بسیار مطلوب می باشد. درآب و هوای سرد به علت ویژگی هیدراتاسیون کمتر باید بتن تازه در مقابل یخ زدن محافظت شود. این سیمان به دلیل ویژگی فوق و همچنین ماهیت پوزولانی می‌بایست مدت زمان بیشتری بعد از بتن ریزی نگهداری شود تا آماده بارگیری گردد. به رعایت این موارد می‌توان نتیجه ایده‌آل تری از مصرف سیمان پرتلند پوزولانی بدست آورد.

## ۲-۴- سنگ آهک

کربنات کلسیم ( $\text{CaCO}_3$ ) و یا سنگ آهک به طور گسترده‌ای مربوط به دوران های مختلف زمین‌شناسی در طبیعت یافت می‌شود هر نوع سنگ آهک ترکیب شیمیایی و ساختمان کریستالی مخصوصی دارد که کاربرد هر نوع از آن مزیت مخصوص خود را داراست نوعی از سنگ آهک که مارل نامیده می‌شود، اگر جهت تولید سیمان به کار رود اقتصادی تر است، نوعی که مارل نامیده می‌شود از رسوب همزمان کربنات کلسیم و خاک رس ایجاد شده است و سختی آن از سنگهای آهکی دیگر کمتر است مارل یک ماده خام ارزنده جهت تولید

سیمان است؛ زیرا شامل سنگ آهک و خاک رس است که تحت شرایط طبیعی کاملاً یکنواخت آمیخته شده است. سنگ‌های آهکی عمدتاً دارای املاح کلسیم بالا و املاح آلومینیوم، سیلیس و آهن پایین است؛ سنگ آهک در مواد خام حدود ۸۰٪ است.

## ۲-۵- خاک رس

که عمدتاً از سیلیکات‌های آلومینیوم که در مجاورت املاح فلزات قلیایی تحت شرایط طبیعی مانند فرسایش، مجاورت هوا و غیره حاصل شده است ماده اصلی تشکیل دهنده خاک رس سیلیکات‌های آلومینیوم دارای آب متبلور است، گروه کائولین‌ها بر فرمول کلی  $(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$  و گروه‌های دیگری که شامل مقدار مولکولی متفاوتی از  $(\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3)$  آب تبلور و گاهی همراه مقداری  $\text{MgO}$  و  $\text{K}_2\text{O}$  می‌باشد جزء خاک‌های رس هستند که در طبیعت یافت می‌شوند. خاک رس خالص، سفید رنگ است. ماده‌ای که باعث ایجاد رنگ‌های متفاوت در خاک رس می‌شود، ناخالصی‌هایی از قبیل اکسید آهن و یا بعضی از املاح آلی است، خاک رس عمدتاً دارای املاح سیلیس، آلومینیوم و آهن با درصد وزنی بالا و املاح کلسیم با درصد پایین‌تر است. در خاک رس معمولاً درصد اکسید آلومینیوم بیشتر از آهن است. نقطه ذوب آن بین ۱۱۹۰ الی ۱۷۸۵ است.

## ۲-۵-۱- مواد اصلاحی (تصحیح کننده)

اکثر مواد شیمیایی که در مخلوط مواد خام سیمان مورد نیاز است اگر به وسیله سنگ آهک و خاک رس در حد مورد قبول نباشد، باید از مواد اصلاحی استفاده کرد به عنوان مثال اگر املاح سیلیس در حد نیاز نباشد از خاک رس سیلیس بالا و یا سنگ شیشه و اگر اکسید آهن کم باشد از سنگ‌ها یا موادی با اکسید آهن بالا استفاده می‌شود.

## ۲-۵-۲- مواد کمکی و میزان مجاز آنها در مواد خام

این مواد ترکیباتی هستند که جزو فازهای اصلی موجود در سیمان نبوده، بلکه توسط مواد خام و یا در مارل عملیات تولید سیمان بوجود می‌آید که از مهمترین آنها می‌توان اکسید منیزیم ( $\text{MgO}$ )، اکسیدهای قلیایی ( $\text{K}_2\text{O}$ ،  $\text{Na}_2\text{O}$ ) سولفورها، کلرایدها، فلوراید‌ها و فسفر ( $\text{P}$ ) را نام برد که این مواد و در صدهای مربوط به آن در کیفیت فیزیکی سیمان تأثیرگذار هستند.

## ۲-۶- ترکیبات کانی سیمان پرتلند

ترکیباتی که کلینکر را تشکیل می دهند اکسیدهای خالص نیستند بلکه فازهای کریستالی هستند که هر یک از چند اکسید متفاوت تشکیل شده اند، معمولاً چهار فاز کریستالی در کلینکر وجود دارد که عبارتند از؛ ترکیب سیلیکات سه کلسیم ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) با نام آلیت (ALite) و با علامت اختصاری  $\text{C}_3\text{S}$ ، ترکیب سیلیکات دو کلسیم ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) با نام بلیت (Belite) و با علامت اختصاری  $\text{C}_2\text{S}$ ، ترکیب آلومینات سه کلسیم ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) با علامت اختصاری  $\text{C}_3\text{A}$  و ترکیب آلومینوفريت چهار کلسیم ( $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) با علامت اختصاری  $\text{C}_4\text{AF}$ ، جهت کاربرد عملی اختیار شده است. در سال ۱۸۹۷ تورینه نامهای فوق را اختیار کرد که امکان پذیر شده بود بوسیله میکروسکوپ مواد معدنی (فازها) را تشخیص داد، در حالی که ترکیب شیمیایی آنها هنوز ناشناخته بود.

### آلیت ( $\text{SC}_3$ ):

این فاز، یکی از اجزاء اصلی سیمان بوده بطوریکه خواص اصلی سیمان بستگی به مقدار آن در کلینکر دارد. این فاز ناپایدار بوده بطوریکه در زیر درجه حرارتهای ۱۲۵۰ درجه سلسیوس و در شرایط احیاء کننده بصورت  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \rightarrow 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + \text{CaO}$  تجزیه می شود.

همچنین این فاز، عامل اصلی و تعیین کننده مقاومت اولیه سیمان بوده، مقاومت اولیه و نهایی بالایی دارد. آلیت بیشترین مقاومت را دارا می باشد (در مقیاس فشار خمشی) بخصوص سخت شدن و زیاد شدن مقاومت آن در مقابل فشار نسبت به زمان بسیار زیاد است. در دراز مدت (حدود ۲۸ روز) گیرش می نماید.

آلیت در حرارتهای کمتر از ۱۱۷۵ درجه سانتیگراد در حین سرد کردن تبدیل به  $\text{C}_2\text{S}$  و  $\text{CaO}$  می شود و این تجزیه زمانی صورت می گیرد که کلینکر به طور آهسته سرد شود،  $\text{MgO}$  نیز می توان در  $\text{C}_3\text{S}$  حداکثر تا ۲٪ وزنی جانشین  $\text{CaO}$  گردد و به همان میزان تولید آهک آزاد نماید.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  حداکثر درجه حرارت ۱۵۵۰ درجه سانتیگراد به میزان ۱٪ می تواند وارد کریستال  $\text{C}_3\text{S}$  شود و در درجه حرارتهای پایین مقدار آن کمتر می گردد این کریستال عمده ترین کریستال در سیمان می باشد. واکنش هیدراته شدن این فاز بصورت زیر می باشد:



در صورتی که این فاز بخوبی هیدراته شود فاقد انبساط حجمی خواهد بود.

### بلیت ( $\text{C}_2\text{S}$ ):

نقش این فاز در مقاومت اولیه سیمان ناچیز بوده ولی در دراز مدت از جمله عوامل موثر در میزان مقاومت نهایی سیمان می باشد ( کندتر سخت شده بطوریکه باعث میشود سیمان پس از گذشت ۷ روز مقاوم شود).

بنابراین مقاومت نهایی آن خوب بوده، سرعت هیدراتاسیون آن خیلی آهسته و میزان گرمای هیدراته شدن آن پایین است. واکنش هیدراته شدن این فاز بصورت زیر می باشد:



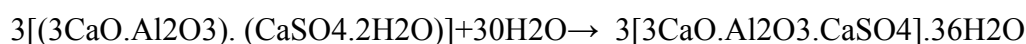
## ۷-۲- آلومینات سه کلسیم (C3A):

برای ترکیب  $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$  اختیار شده است. دارای گیرش سریع می باشد، این امر باعث سفت شدن سریع بتن می شود (به گیرش آنی سیمان معروف است) به همین منظور جهت جلوگیری از گیرش آنی سیمان، حدود ۴ درصد گچ خام به کلینکر سیمان اضافه می شود. از مخلوط کردن پودر آن با آب آنقدر حرارت ایجاد می شود که شکستن آن هیدرات انفجار گونه و همراه با بخار آب است، پس از شکسته شدن خمیر حاصله دارای خاصیت شکل پذیری بالایی است، در صورتی که این خمیر در مجاور هوای مرطوب قرار گیرد عمل گیرش ادامه پیدا می کند و تبدیل به جسم سختی می گردد که دارای مقاومت نسبی است. این فاز میل ترکیبی زیادی با سولفاتها داشته بطوریکه با سولفاتها تشکیل اترنجیت (سولفو آلومینات کلسیم) را داده بطوریکه بصورت یک قشر نازک (لایه ای شکل) روی سطوح آلومینات را پوشانده تا باعث عدم نفوذ رطوبت به داخل این فاز شده و در نتیجه سرعت هیدراته شدن آن را کاهش دهد. هیدراتاسیون آلومینات سه کلسیم در حضور سنگ گچ بصورت زیر صورت می گیرد:

واکنش (۱) تشکیل اترنجیت:



واکنش (۲) تشکیل منو سولفات:



واکنش اولی تا زمانیکه تمام سولفاتها مصرف شود ادامه می یابد. واکنش دومی بعد از واکنش اول و بعد از گذشت چند ساعت و یا چند روز شروع می شود.

اگر چنانچه خمیر C3A در آب قرار داده شود خمیر در آب حل شده و از هم گسیخته می گردد. در فاصله یک روزه ملات این فاز به نهایت مقاومت خود می رسد و پس از این زمان افزایش در مقاومت آن ملاحظه نمی شود. ذکر این نکته ضروری است که رفتار فازهای مختلف کلینکر به صورت خالص تفاوت زیادی با رفتار آنها به صورت مخلوط (مشخصاً در سیمان) دارد، از جمله اینکه در مواردی ملاحظه گردیده که وجود فاز آلومینات باعث کاهش مقاومت سیمان می گردد.

بطور کلی وجود فاز آلومینات سه کلسیم به دلیل ایجاد گیرش سریع، آزاد کردن گرمای هیدراتاسیون بالا و نیز حساسیت در برابر سولفات، در بتن نامطلوب است. جهت کاهش درصد این فاز در کلینکر سیمان، مقداری اکسید فریک ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) اضافه می کنند تا بجای این فاز، آلومینو فریت چهار کلسیم ایجاد گردد.

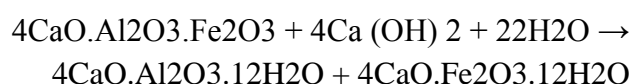
در بین چهار فاز کریستالی کلینکر سیمان ، آلومینات سه کلسیم کمترین پایداری را در مقابل سولفات‌ها داشته بطوریکه سیمان‌هایی که بیش از ۱۰ درصد از این فاز را دارند در برابر حملات سولفاتی آسیب پذیر هستند. ولی وجود این فاز در سیمان باعث کاهش دمای پخت شده ، ترکیب آهک و سیلیس را آسان می کند و نیز به عنوان یک ماده گداز آور عمل می کند.

## ۲-۸- آلومینو فریت چهار کلسیم (C4AF)

برای ترکیب  $4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}_3$  اختیار شده است. این ترکیب اساساً در مقاومت سیمان نقش ندارد ، فاز مایع کلینکر را کنترل می کند، این فاز نیز بصورت یک گداز آور عمل کرده و نسبت به آلومینات سه کلسیم آهسته تر هیدراته می شود و تا تکمیل آلومینات سه کلسیم با گچ ، این فاز وارد واکنش نمی گردد. در این حالت ابتدا سولفو آلومینات سه کلسیم تشکیل شده، سپس گچ با این فاز تشکیل سولفو فریت کلسیم را می دهد. تاثیر آن در مقاومت اولیه و نهایی سیمان (گیرش سیمان) ناچیز بوده و عامل اصلی تعیین رنگ سیمان می باشد.

علاوه بر چهار فاز بالایی در کلینکر سیمان، ترکیب اکسید آهن، اکسید آلومینیوم و اکسید کلسیم ، فازهای  $\text{C}_2\text{F}$ ،  $\text{C}_6\text{AF}$ ،  $\text{C}_2\text{A}$  نیز می توانند تشکیل شوند.

واکنش هیدراته شدن این فاز بصورت زیر است:



## ۲-۹- مشخصات فیزیکی و شیمیایی سیمان

معیارهای پذیرش از آزمایشات انجام گرفته شده بر روی سیمان، برای تیپ های مختلف سیمان، متفاوت می باشد.

جدول (۲-۲) مشخصات فیزیکی و شیمیایی سیمان تیپ یک تولیدی شرکت سیمان اردبیل

AUTOCLAVE		AUTOCLAVE	
< 0.8		< 0.25	
BLAINE		BLAINE	
> 2800cm <sup>2</sup> /gr		3000	
SETTING TIME(TIM)		SETTING TIME(TIM)	
INITIAL	> 45	INITIAL	146
Final	< 360	Final	190
COMPRESSIVE STRENGTH (Kg /cm <sup>2</sup> )		COMPRESSIVE STRENGTH (Kg /cm <sup>2</sup> )	
3 Days	>120	3 Days	180
7 Days	>200	7 Days	250
28 Days	>325	28 Days	420

جدول (۳-۲) مشخصان سیمان تیپ (II) تولیدی کارخانه سیمان اردبیل

AUTOCLAVE	AUTOCLAVE
< 0.8	< 0.25

BLAINE		BLAINE	
$> 2800\text{cm}^2/\text{gr}$		3000	
SETTING TIME(TIM)		SETTING TIME(TIM)	
INITIAL	$> 45$	INITIAL	146
Final	$< 360$	Final	190
COMPRESSIVE STRENGTH (Kg /cm <sup>2</sup> )		COMPRESSIVE STRENGTH (Kg /cm <sup>2</sup> )	
3 Days	$> 100$	3 Days	180
7 Days	$> 175$	7 Days	250
28 Days	$> 315$	28 Days	420

جدول (۴-۲) مشخصات سیمان پوزولانی تولیدی کارخانه سیمان اردبیل

AUTOCLAVE	AUTOCLAVE
$< 0.5$	$< 0.15$



BLAINE		BLAINE	
$> 3000\text{cm}^2/\text{gr}$		3200	
SETTING TIME(TIM)		SETTING TIME(TIM)	
INITIAL	$> 60$	INITIAL	160
Final	$< 420$	Final	210
COMPRESSIVE STRENGTH (Kg /cm <sup>2</sup> )		COMPRESSIVE STRENGTH (Kg /cm <sup>2</sup> )	
3 Days	$>100$	3 Days	170
7 Days	$>175$	7 Days	230
28 Days	$>315$	28 Days	380

جدول (۵-۲) مشخصات سیمان پوزولانی ویژه تولیدی کارخانه سیمان اردبیل

AUTOCLAVE	AUTOCLAVE
$< 0.8$	$< 0.05$

BLAINE		BLAINE	
$> 3200\text{cm}^2/\text{gr}$		3350	
SETTING TIME(TIM)		SETTING TIME(TIM)	
INITIAL	$> 60$	INITIAL	160
Final	$< 420$	Final	210
COMPRESSIVE STRENGTH (Kg /cm <sup>2</sup> )		COMPRESSIVE STRENGTH (Kg /cm <sup>2</sup> )	
3 Days	-	3 Days	-
7 Days	$>150$	7 Days	200
28 Days	$>275$	28 Days	340

## فصل سوم

### مراحل اصلی خط تولید سیمان اردبیل و مشخصات آن

#### قسمت های مختلف خط تولید:

قسمت های مختلف کارخانه سیمان اردبیل و آهک آذر شهر به شرح زیر میباشد که عبارتند از:

- سنگ شکن
- نمونه گیری

- انبار خاک
- سیلوهای سه گانه
- آسیاب مواد خام
- سیلوی مواد خام
- پری هیتر (پیش گرم کن)
- کوره
- خنک کن (گريت کولر)
- سیلوهای کلینکر
- آسیاب سیمان
- سیلوهای سیمان
- بارگیر خانه

که در ادامه شرح مختصری از آن قسمت داده شده است.

## سنگ شکن:

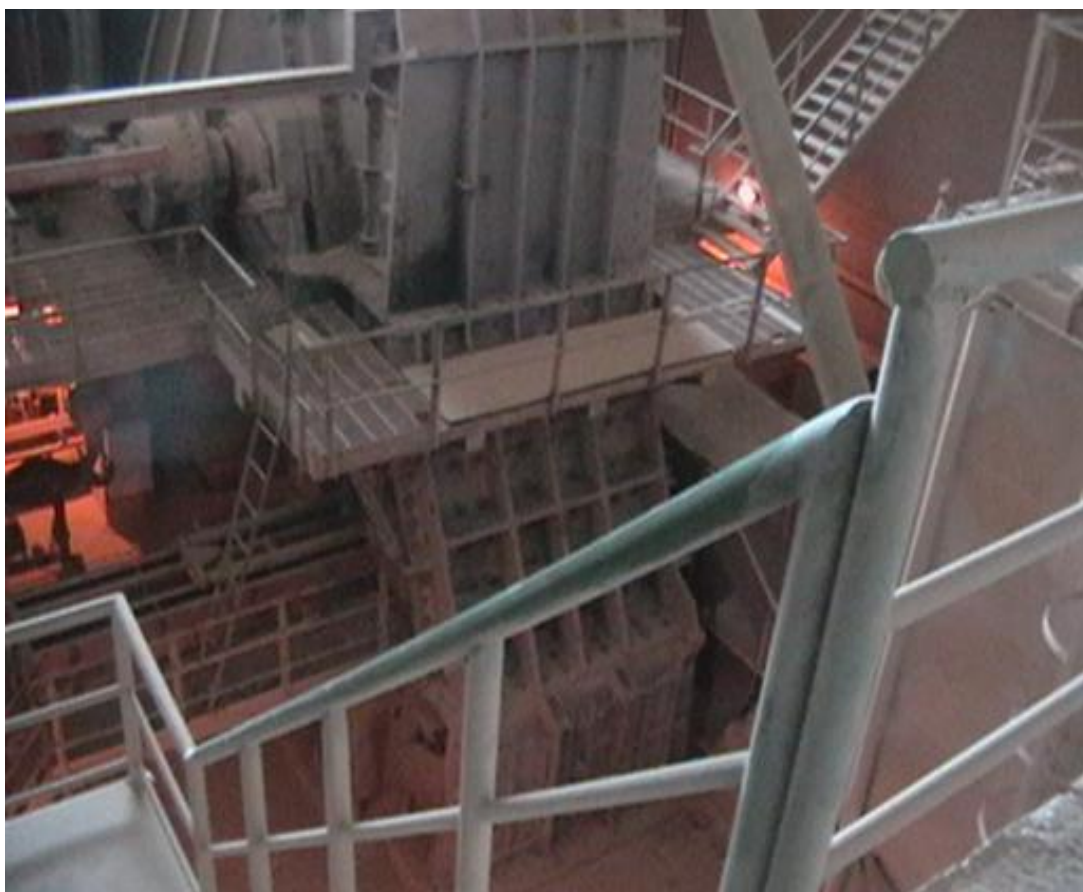
خط تولید کارخانه سیمان اردبیل با دپارتمان سنگ شکن آغاز می شود و این قسمت اولین محلی است که مواد استخراج شده از معادن به آن جا برده می شود و برای خرد شدن و ایجاد ترکیب مناسب در هاپرهای آن ریخته می شود مواد اولیه به کارخانه حمل می شود در ابعاد حداکثر ۱ متر مکعب می باشد که بعد از سنگ شکنی به ابعاد متوسط ۶ سانتی متر میرسد. سنگ شکنی که در این کارخانه مورد استفاده قرار میگیرد، سنگ شکن چکش می باشد که شامل ۸۴ چکش که بر روی ۱۲ شفت قرار گرفته اند می باشد (تعداد ۷ چکش بر روی هر شفت) وزن هر چکش ۱۳۵ کیلوگرم می باشد ظرفیت این سنگ شکن ۸۰۰ تن در ساعت است. در سنگ شکن موتور القائی فشار متوسط ۱۳۰۰kw و ۱۰۰۰ دور در دقیقه با ولتاژ

۶/۳ kw نیروی لازم برای خرد کردن را فراهم می کنند.

برای جلوگیری از ورود مواد درشت به سالن ذخیره (انبار خاک) مواد خرد شده در سنگ شکن از سرنندی که فاصله بین میله های آن ۶ cm است عبور می کنند بدین ترتیب اجزا رشت تر به منظور خرد شدن مجدداً به واحد سنگ شکن فرستاده می شوند و مواد در ابعاد ۶ cm یا کوچکتر توسط نوار نقاله به سالن ذخیره منتقل می شوند.

تهویه داخلی سنگ شکن توسط فیلتری انجام می پذیرد این فیلتر گرد و غبار داخل سنگ شکن را جمع آوری کرده و وارد مسیر ترانسپورت می کند این دستگاه شامل یک فن مکند و یک ورودی است می باشد. توری هایی که در روی آنها کیسه ای مخصوص قرار گرفته اند در داخل محفظه وجود دارند هوا از طریق محفظه بالای کیسه ها توسط فن مکند مکیده می شود و گرد و غبار سیستم به داخل محفظه کشیده می شود و بر روی سطح کیسه ها می نشیند با ضربه ای که از طریق فشار هوای فشرده به کیسه ها وارد می شود گرد و غبار به پایین می ریزد.

لازم به ذکر است که اختلاط اولیه مواد به منظور تهیه سیمان از این قسمت آغاز می گردد.



دپارتمان سنگ شکن

### نمونه گیری:

جهت کنترل مواد مصرفی در تولید سیمان در مراحل مختلف تولید نمونه هایی از محصولات مراحل مختلف به صورت اتوماتیک به دپارتمان نمونه گیری ارسال می شود و کیفیت و درصد خلوص مواد با دستگاه X-Ray تجزیه می شود همچنین بعضی از خواص فیزیکی و شیمیایی محصول از جمله استحکام مقاومت به سایش - مقاومت تنشی و... در آزمایشگاه های فیزیک و شیمی بررسی می شود و در صورت لزوم اقدامات لازم انجام می شوند به طور متوسط هر ۲۵ دقیقه یکبار ۱ نمونه به بخش کنترل مرکزی (نمونه گیری ارسال می شوند که وزن این نمونه ها تقریباً ۳۰۰ گرم می باشد. به عنوان مثال نمونه برداری مرحله سنگ شکن بدین ترتیب است که درصد بسیار کمی از خروجی سنگ شکن بوسیله لوله هایی که در آن ها دریچه هایی تعبیه شده است و این دریچه ها هر چند وقت یکبار باز و بسته می شوند ریخته می شوند و سپس وارد

کپسولی شده و در آنجا ذخیره می گردد این کپسول ها هر چند وقت یکبار به صورت اتوماتیک مواد را به آزمایشگاه ها هدایت می کند و متصدیان بخش ها نمونه ها را دریافت کرده و آنالیزهای لازم را روی آنها انجام می دهند.



دپارتمان نمونه گیری

### انبار خاک:

قبل از اینکه مواد خرد شده در سنگ شکن راهی آسیاب مواد جهت پودر شدن شود توسط نوار نقاله هایی به داخل سالنی به مساحت ۱۵۰۰ متر مربع ریخته می شود تا بدین وسیله هم امکان اختلاط اولیه مواد وجود داشته باشد و هم اینکه بتوان مواد را انبار و ذخیره نمود. در این انبار عمل اختلاط مواد توسط

دستگاهی به نام استاکر انجام می شود. که این دستگاه مواد را به کمک حسگرهای خود با حرکت رفت و برگشتی روی ریل در سه پایل به نام A,B,C بصورت یکنواخت و هموار دپو می کند که پایل های A,B مواد اولیه کلینکر و پایل C گچ خالص را شامل می شود ظرفیت هر پایل حدود ۲۰۰۰۰ تن می باشد. پس از این اختلاط اولیه، مواد توسط دستگاهی به نام ریکلایمر به منظور طی سایر مراحل تولید سیمان برداشته می شود و بر روی نقاله هایی که مواد را به سمت آسیاب مواد حمل می کنند قرار می گیرند ظرفیت ریکلایمر برای برداشت ۵۰۰ تن در ساعت طول و ارتفاع آن به ترتیب ۲۴۰ متر و ۳۰ متر می باشد برق ریکلایمر و استاکر از واحدی که در مجاورت انبار خاک قرار دارد تامین می شود.

قابل ذکر است که در کل ورود نقاله ای که مواد را از سنگ شکن به این واحد منتقل می کنند یک جدا کننده مغناطیسی (magnet separator) وجود دارد که کار جدا سازی قطعات آهنی از مواد خام را انجام می دهد البته جدا کننده های مغناطیسی از انواع مختلف آن در قسمت های مختلف مسیر تولید سیمان نصب گردیده تا قطعات آهنی که در مراحل قبلی گرفته نمی شوند توسط آن ها از مواد خام جدا گردند هم چنین با تغییر سرعت نوار نقاله میزان ورود مواد به منظور اختلاط اولیه در انبار خاک را کنترل می کنند.



انبار خاک

### سیلوهای سه گانه:

به منظور کنترل میزان مواد و ارائه سیمان با کیفیت بالا کارخانه سیمان اردبیل در سه سیلوی جداگانه مواد اولیه آهک سیلیس و آهن را با درجه خلوص بالا نگهداری می کند که در صورت نیاز به مواد خارج شده از انبار خاک اضافه می گردد. البته درصد اضافه شدن مواد و نوع آن بستگی به نتایج آزمایش های نمونه گیری گرفته شده در نمونه گیری دارد. پس از اطلاع از مقدار هر یک از مواد دستور برداشت مقدار مورد نیاز برای رساندن محصول به سطح مطلوب داده می شود و هر یک از مواد به نسبت بر روی نقاله ریخته می شود و به واحد مرتبط (آسیاب مواد) منتقل می شوند.

ظرفیت این سیلوها به قرار زیر می باشد.

سیلوی آهک ۸۰۰ تن- سیلوی سیلیس ۵۰۰ تن- سیلوی آهن ۲۰۰ تن این سیلوها با بتن ساخته شده اند که روی آنها آستر فلزی کشیده شده است.





سیلو های سه گانه

## آسیاب مواد خام:

روش های مختلفی برای تولید سیمان وجود دارد که عملاً "چهار روش زیر متداول است:

(۱) روش تر

(۲) روش نیمه تر

(۳) روش خشک (روش تولید سیمان کارخانه سیمان اردبیل)

(۴) روش نیمه خشک

در روش خشک لازم است مواد خام قبل از ورود به کوره به صورت پودر در آیند و رطوبت آنها گرفته شود تا از کلوخه شدن مواد جلوگیری شود بنابراین پس از تشکیل پایل و برداشت آن توسط ریکايمر مواد جهت آسیاب شدن به دپارتمان آسیاب مواد منتقل می گردند. آسیاب مواد مورد استفاده در کارخانه سیمان از نوع غلتکی می باشد آسیاب غلتکی کارخانه سیمان متشکل از یک صفحه گردان است که روی ۴ عدد غلتک بزرگ قرار داد مواد خام ورودی در بتن غلتک و صفحه گردان قرار می گیرد و به دلیل فشارهای هیدرولیکی و مکانیکی مواد پودر می شوند مواد پودر شدن توسط هوایی به داخل سپراتور مکیده شده و مواد پودر شده به خارج از آسیاب انتقال می یابند و مواد زبره دوباره به روی سینی برگردانده می شوند گازهای گرم خروجی از کوره در داخل آسیاب جریان دارند باعث خشک شدن مواد پودری می شوند البته لازم به ذکر است این مواد قبل از ورود به سیلوهای مواد خام تحت آنالیز و آزمایشات فیزیکی و تغییر نسبت مواد قرار می گیرند و آنچه بدست می آید خوراک کوره نامیده می شود عمده ترین فاکتورهایی که مورد آزمایش قرار می گیرند عبارتند از درصد کربنات ها، درصد اشباع آهک، مدول سیلیس، مدول آلومینیوم، نرمی و رطوبت مواد خام. یکی از تجهیزات قابل مطرح کارخانه سیمان اردبیل دستگاه الکتروفیلتر می باشد که وظیفه آن محصول گیری و حفظ هوای پاک (جلوگیری از پخش شدن گرد و غبار در هوا) می باشد اساس کار الکتروفیلتر بدین صورت است: یونیزه کردن گاز ' بار دار کردن ذرات گرد و غبار 'انباشته کردن ذرات و جمع آوری ذرات فیلتر شده است.

وجود چنین تجهیزاتی در طول خط تولید باعث شده است که کارخانه سیمان اردبیل به عنوان یکی از مطرح ترین و تمیز ترین کارخانه های سیمان سطح کشور معرفی می گردد.



آسیاب غلطکی مواد خام

### سیلوی مواد خام:

به منظور افزایش کیفیت کلینکر باید خوراک کوره یکنواخت بوده و کوره یکنواخت کار کند خوب مخلوط شدن و یکنواخت بودن مواد تخمین کننده این کیفیت می باشند. برای این منظور از سیلوهایی ذخیره مجهز به سیستم پنوماتیک استفاده می شود. این سیلوها از بتن ساخته شده اند و طرح آنها طوری است که می تواند مواد را توسط هوا مخلوط و همگن کند. مواد خام از بالای سیلو وارد آن می شوند و از پایین تخلیه و به کوره تغذیه می گردد. ظرفیت این سیلوها ۱۰۰۰۰ تن یعنی تقریباً معادل ۳ روز مصرف کوره می باشد (با توجه به ظرفیت تولیدی ۳۵۰۰ تن در روز).

مواد خام سیمان متشکل از کربنات ها و سیلیکات ها هستند و باید پخته شوند و به صورت اکسیدهای عناصر تشکیل دهنده مواد خام در آیند. این اعمال در سه قسمت صورت می گیرند پیش گرم کن 'کوره و خنک کن.

## پری هیتر (پیش گرم کن) :

مواد آسیاب شده به دلیل اینکه نسبتاً سرد هستند و مقداری رطوبت دفع شده دارند اگر بصورت مستقیم وارد کوره شوند به صورت کلوخه ای در می آیند که کیفیت مواد را کم می کنند و یا آنها را غیر قابل استفاده می کنند بنابراین به منظور افزایش دمای و حذف رطوبت آنها و همچنین تجزیه مقدماتی سیلیکات ها و آهکی کردن بخشی از کربنات ها مواد قبل از ورود به کوره وارد قسمت پری هیتر می شوند.

این بخش چهار طبقه دارد. از قسمت پایین گازهای گرم خروجی از کوره وارد پایین ترین سیکلون می شود طرح این سیکلون و جریان گاز و مواد طوری است که ایجاد محیط گرد بادی می کند و به همین علت باعث تبادل حرارت گاز و مواد می شود و به دلیل قیفی شکل بودن این سیکلون باعث جدا شدن ذرات جامد داغ از گازها می شود در نتیجه این فرآیند مواد پخته وارد کوره می شود در مسیر بین پیش گرم کن ذخیره و کوره سیلوهای هموژنیزه به تعداد ۲ عدد قرار گرفته اند که مواد خارج شده از پیش گرم کن ذخیره می گردد تا در صورت بروز مشکل برای سنگ شکن یا انبار خاک بتوان خوراک کوره تا سه روز تغذیه کرد و از متوقف شدن آن جلوگیری کرد. (همواره مواد قبل از ورود به کوره پیش گرم می شوند).



پری هیتر

## کوره:

کوره موجود در کارخانه سیمان اردبیل کوره دوار استوانه ای شکل است که لایه ای درونی آن با بتن نسوز و آجرهای نسوز و لایه بیرونی آن با فولاد ساخته شده که طول آن ۶۴ متر و قطرش ۴/۲ متر می باشد. این کوره با شیب ۳-۴ درصد روی چند پایه مجهز به غلطک خوابیده است. و دارای حرکت دورانی است منبع تغذیه کوره گاز و مازوت می باشد که دمای کوره را به دمای بالای ۱۴۵۰ درجه سانتی گراد می رساند خوراک کوره پس از طی مسیر پیش گرم از انتهای کوره وارد کوره می شوند و به دلیل وجود شیب و حرکت دورانی مواد به سمت خروجی کوره در منطقه پخت سرازیر می گردد در انتهای دیگر کوره مشعل تعبیه شده که دمای لازم برای پخت مواد را تامین می نماید. در این مرحله مواد تقریباً به مشعله نزدیک شده و با پیشرفت تدریجی درجه حرارت گداخته شده و به صورت مایع در می آیند آنچه از کوره خارج می گردد کلینکر نام دارد که بصورت لانه های خاکستری رنگ می باشد. برای پختن هر کیلوگرم کلینکر ۸۵۰ کیلو کالری انرژی حرارتی مصرف می گردد مقدار کلینکر خروجی از کوره حدوداً ۶۰ درصد مقدار مواد خام ورودی به پیش گرم کن می باشد. ۴۰ درصد مابقی عبارتست از بخارات و گازهایی نظیر  $CO_2$  که از تجزیه کربنات ها حاصل می شود. قسمتی از گازهای خروجی کوره جهت خشک کردن مواد خام مواد استفاده قرار می گیرد و مابقی پس از عبور از برج خنک کننده وارد الکتروفیلتر شده و پس از تصفیه در محیط پخش می گردد جهت جراین گاز و مواد داخل کوره بصورت خلاف یکدیگر است.





کوره



مشعل کوره



مخزن مازوت

### خنک کن (گریت کولر):

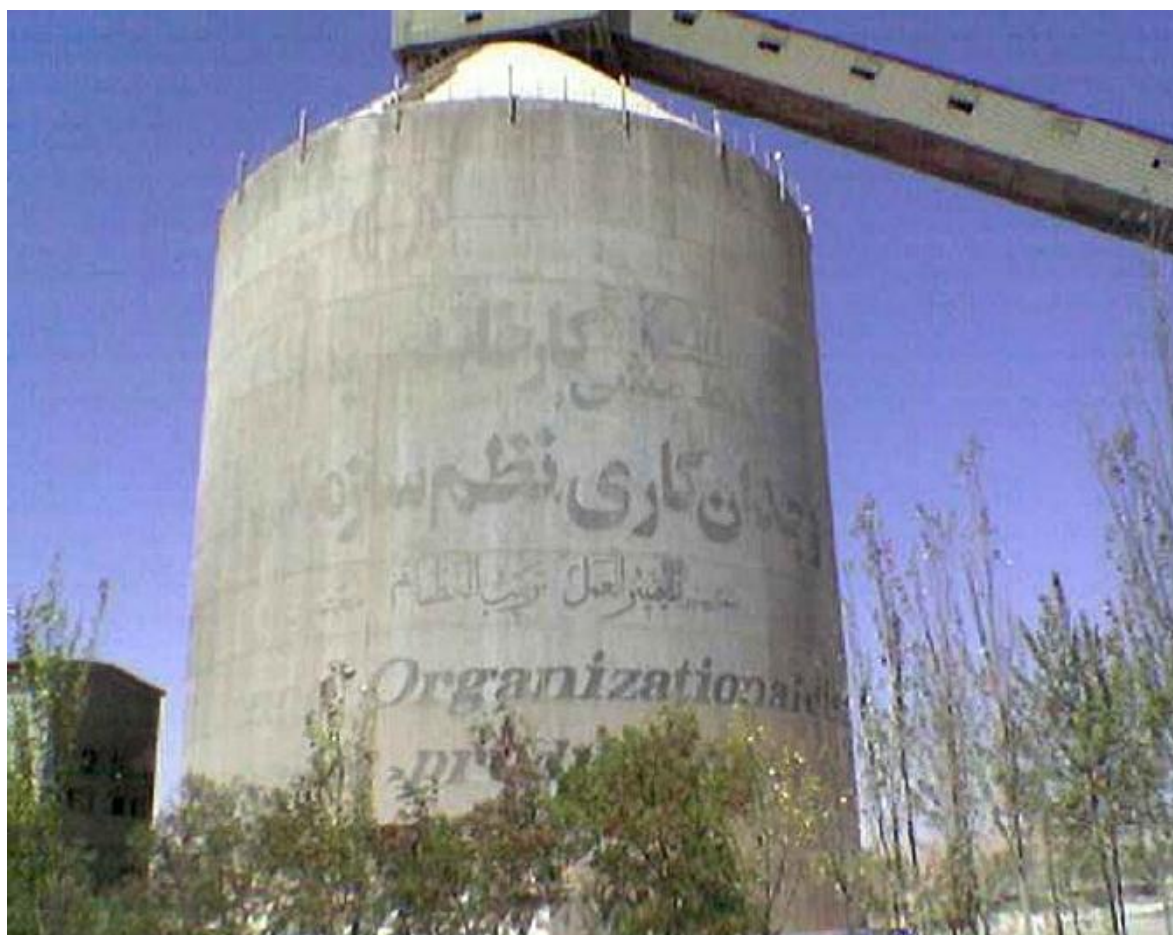
کلینکر که از کوره خارج می شود دارای دمای در حدود ۱۴۰۰ درجه سانتی گراد می باشد جا به جا کردن کلینکر در این دما مشکل می باشد. از طرف اگر کلینکر در دمای بالا به بخش آسیاب منتقل شود دمای بالای آن سایش و استهلاک آسیاب را افزایش خواهد داد همچنین کلینکر در این دما حاوی مقدار زیادی انرژی است که قابلیت باز یافت این انرژی و استفاده مجدد اش در کوره به منظور افزایش دمای محیط کوره وجود دارد که در اثر بازیافت این انرژی نهفته در کلینکر مصرف سوخت کمتر شده و به دنبال آن قیمت نهایی سیمان کاهش می یابد ضرورت دیگر سرد کردن کلینکر تشکیل کریستالهای کلینکر و بالا رفتن کیفیت آن می باشد. بنابراین ضروریات فوق ایجاب می نماید که انرژی کلینکر در طی مرحله ای گرفته شود.

انواع مختلف سیستم های خنک کن وجود دارد که در آنها اساسا هوای سرد محیط بداخل خنک کن مکیده می شود و در اثر تماس هوای محیط با کلینکر داغ کلینکر خنک شده و هوا داغ می گردد (هوا تا دمای ۸۰۰

درجه سانتی گراد داغ شده و کلینکر تا دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد خنک می شود) هوای داغ توسط لوله برگشت به کوره باز می گردد و مواد استفاده قرار می گیرد و کلینکر سایر مراحل تولید را طی می کند.

### سیلوهای کلینکر:

کلینکر خروجی از خنک کن قبل از ورود به آسیاب سیمان در سیلوی کلینکر ذخیره می شود با ذخیره کردن کلینکر بار ورودی به آسیاب خنک تر شده و هم چنین تولید سیمان مستقل از نوسانات کوره سنگ شکن و سایر دپارتمان ها می شود همچنین از این دپارتمان می توان کلینکر تولیدی را قبل از تبدیل به سیمان صادر نمود. در صورت تولید مازاد بر ظرفیت سیلو ها آنها را به صورت دپو در محوطه کارخانه انبار می کنند.



سیلوی کلینکر





دپوی کلینکر

### آسیاب سیمان:

برای تهیه سیمان کلینکر خروجی از کوره را به همراه ۳ الی ۴ درصد کلینکر گچ و ۱۰ الی ۱۲ درصد کلینکر پوزولان (سنگ سیمان طبیعی) مخلوط می کنند که گچ و پوزولان به صورت خام به کلینکر افزوده می شوند. مخلوط حاصل برای پودر شدن باید درون آسیابی ریخته شوند که این آسیاب همان آسیاب سیمان می باشد و از نوع آسیاب های گلوله ای است. دو دستگاه آسیاب سیمان گلوله ای ( $Z_1$ ،  $Z_2$ ) در کنار هم قرار دارند که به طور همزمان و مستقل از یکدیگر کار می کنند در اثر برخورد گلوله ها مخلوط مواد به صورت پودر در آمده و توسط ایرلیفت هایی در سیلوهای سیمان ذخیره می شوند ذرات درشت تر توسط سپراتوری جدا شده و به داخل آسیاب به منظور پودر شدن کامل بر می گردند.

### سیلوهای سیمان:

در کارخانه سیمان اردبیل به منظور ذخیره سازی سیمان تولیدی به تعداد چهار سیلوی استوانه ای شکل بتنی وجود دارد که هوای بیرون به کمک ایراسلاید هایی متناوبا به دورن کوره دمیده می شود تا هم سیمانی که از آسیاب خارج می شود را خنک نماید (در اثر اصطلاک بین مواد و ساچمه ای آسیاب دمای سیمان خارج شده از آسیاب بالاست) و هم از فشرده شدن سیمان در سیلو ها پیشگیری نماید انتقال سیمان

از آسیاب سیمان به سیلوها بوسیله هوا صورت می گیرد سیمان از بالا وارد سیلو می شود و توسط ایراسلاید هایی به سمت بارگیر خانه هدایت می گردد ظرفیت اسمی سیلوهای کارخانه سیمان ۱۰۰۰۰ تن می باشد.



سیلوی سیمان

### بارگیر خانه:

عرضه سیمان به دو صورت پاکتی و فله ای انجام می گیرد بارگیرخانه در انتهای خط تولید قرار دارد در بارگیری پاکتی سیمان بوسیله ایراسلاید از سیلوها خارج می گردد و سپس به داخل مخزن قیفی دستگاه بارگیری هدایت می شود کیسه در ابتدا وارد مخزن دستگاه بسته بندی می شود که ظرفیت این مخزن ۲۰ تن است و این دستگاه مجهز به ۸ شیر بارگیری می باشد که با حرکت چرخشی خود پاکت های ۵۰ کیلو گرمی سیمان را پر می کند.

در انتهای مسیر پاکت پر شده بطور خودکار از دستگاه جدا می شود و روی نوار نقاله می افتد و به سمت وسیله حمل هدایت می شوند کیسه هایی که کمتر از ۵۰ کیلوگرم وزن دارند وارد بخشی می شوند که در آن جا علت کم پر شدن آنها مشخص می شود اگر پاکت های سیمان دچار اشکال باشند پاکت پاره شده و سیمان درون آنها مجدداً برای بارگیری مورد استفاده قرار می گیرد.

در بارگیری فله ای کامیون های مخصوص حمل سیمان در زیر سیلو و در جایگاه مخصوص خود روی باسکول قرار گرفته و طبق حواله ای که از قسمت فروش کارخانه دریافت کرده اند بار خود را پر می کنند در فاصله ۴۰۰ kg مانده به پر شدن کامل بارگیری قطع می شود و سپس ریزش هایی که از بالا انجام می شود کسر وزن ۴۰۰ kg را جبران می کند.



بارگیر خانه

## کنترل مرکزی:

در این اتاق حدود ۱۰ عدد مانیتور قرار دارد که وضعیت قسمت های آسیاب مواد کوره و آسیاب سیمان در آن با جزئیاتی کامل نمایان است. از این قسمت اطلاعاتی در مورد بخش های مذکور نظیر دمای فعلی کوره وضعیت مذاب وضعیت پوشش داخلی کوره ... به بخش های سوال کننده داده می شود دستگاههای این قسمت معمولاً در حالت اتوماتیک قرار دارند با توجه به اطلاعات نمایش داده شده بر روی مانیتورها در صورت بروز اشکال در قسمت های مختلف به اپراتور اطلاع داده می شود تا رفع عیب و نقص گردد یا بصورت اتوماتیک از اتاق کنترل مرکزی ایراد برطرف گردد.

## آزمایشگاه‌ها:

### آزمایشگاه فیزیک :

در این قسمت بر روی محصول سیمان آزمایش های زیر انجام می گیرد آزمایش الک (سرنند) آزمایش بلین آزمایش استنباط (استنباط خطی، حجمی یا اتوکلاو ولوشاتلیه) آزمایش گیرش آزمایش آهک آزاد آزمایش مقاومت فشاری تک محوری آزمایش مقاومت خمشی.

### آزمایشگاه شیمی :

بر روی مواد اولیه ورودی به کارخانه و خوراک کوره و کلینکر و محصول نهایی سیمان انجام می گیرد. این آزمایشات اکثرا آزمایشات شیمی تجزیه ای می باشد.

### آزمایشگاه XRF :

این آزمایشگاه بر روی مواد پایل و همچنین آنالیز سیمان انجام می گیرد. بدین ترتیب که بعد از دریافت نمونه که به طور اتوماتیک وارد این بخش می شود اپراتور این بخش تعداد ۳ عدد قرص به نمونه اضافه کرده تا کار پودر کردن مواد نمونه توسط دستگاه را راحتتر نماید خروجی این دستگاه ماده پودر شده فشرده به شکل سکه بزرگ می باشد که برای تجزیه وارد دستگاه X-Ray می شود و مقدار پارامتر های قابل تحلیل مثل LSF فاکتور پخت، مدول سیلیس MS، مدول آلومینیوم MA و غیره بر روی صفحه مانیتور دیده می شود.

### آشنایی با دفتر فنی و نگهداری و تعمیرات

این بخش از کارخانه شامل مدیریت مکانیک، آرشیو فنی، نقشه کشی و ساخت، تأمین قطعات یدکی، برنامه-ریزی نت و بازرسی فنی می باشد.

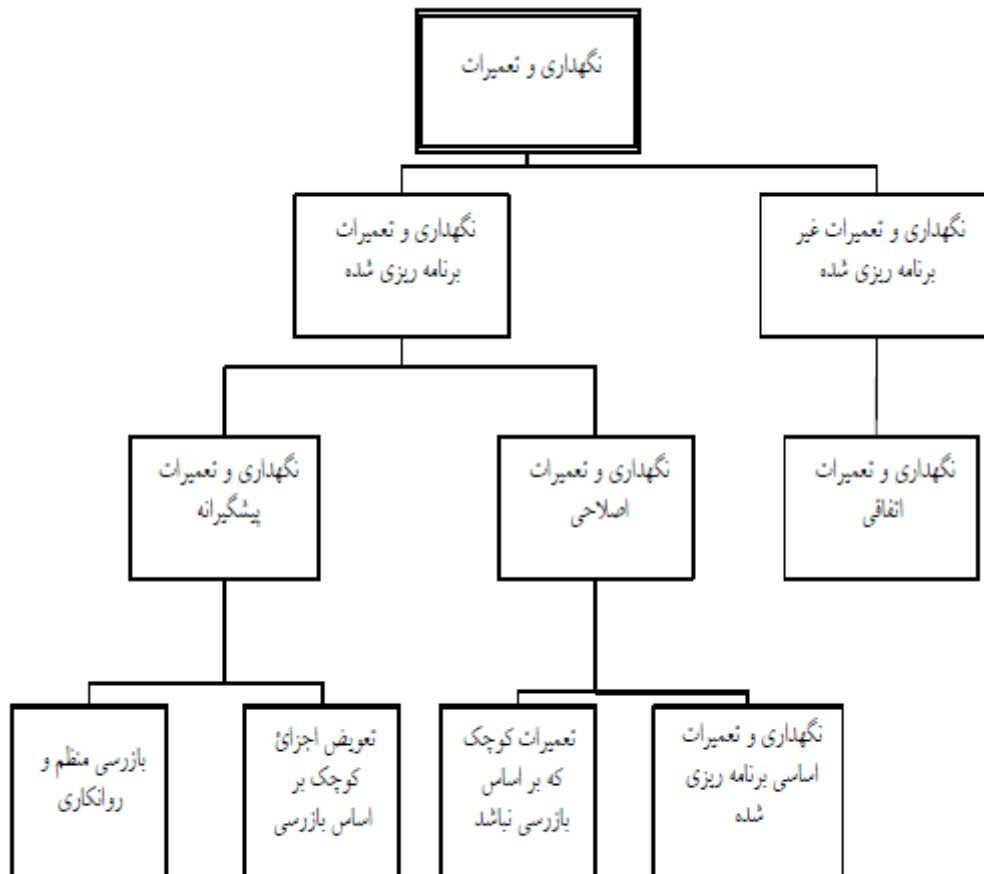
**آرشیو فنی:** وظیفه نگهداری و دسته بندی تمامی نقشه ها، مستندات، کتاب ها و سایر اسناد فنی کارخانه را بر عهده دارد.

**برنامه ریزی نت:** یعنی برنامه ریزی برای نگهداری پیشگیرانه و تعمیرات پیش بینانه به منظور جلوگیری و یا به حداقل رساندن آسیب که این بخش را PM می نامند.  
در این قسمت با ثبت مداوم اطلاعات مربوط به دستگاه ها برای اینکه توقفات ناخواسته دستگاه به توقف خواسته تبدیل شود و به حداقل برسد برنامه ریزی می شود و توقفات خواسته تقریباً تشخیص داده می شود.

**بازرسی فنی:** یکی از مهم ترین بخش ها در واحد مکانیک بازرسی فنی است. این بخش بازدید تخصصی از جمله چک کردن بالانس دستگاه ها، دور موتور ها و دمای کار دستگاه ها برای اطمینان از کارکرد درست را بر عهده دارد و در صورت بروز مشکل آن را رفع می کند.

## اصطلاحات رایج در نگهداری و تعمیرات:

نگهداری و تعمیرات در یک تقسیم بندی منطقی به شکل ذیل خلاصه می‌شود. در شکل ۱-۴ نسبت بین فرم‌های مختلف تعمیر و نگهداری نشان داده شده است.



شکل ۱-۴

## تعریف کلی نگهداری و تعمیرات:

مجموعه فعالیتهایی که بطور مشخص و معمولاً به صورت برنامه‌ریزی شده و با هدف جلوگیری از خرابی ناگهانی ماشین آلات و تجهیزات و تأسیسات انجام گرفته و با این کار قابلیت اطمینان و در دسترس بودن آنها را افزایش می‌دهیم را برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات می‌گوییم.

### تعریف نگهداری و تعمیرات اتفاقی ( EM ):

Emergency Maintenance یا همان تعمیرات اضطراری عبارت است از انجام تعمیرات برای تجهیزاتی که بطور ناگهانی منجر به توقف گردیده‌اند.

### تعریف نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه ( PM ):

Preventive Maintenance به معنای تعمیرات پیش‌گیرانه می‌باشد. عبارت است از بازرسی‌های دوره‌ای به منظور تشخیص شرایطی که ممکن است باعث خرابی‌های اضطراری، رکود تولید یا اشکالات زیان‌آور عملکرد تجهیزات بشوند.

### تعریف نگهداری و تعمیرات اصلاحی ( CM ):

Condition Manitoring شامل تکنیک‌هایی همچون آنالیز ارتعاش، آنالیز روغن و درجه حرارت می‌باشد و یکی از روش‌های پیش‌گیری و پیش‌بینی است.

### تعریف نگهداری و تعمیرات اساسی ( OM ):

Overahall Maintenace یا تعمیرات اساسی عبارت است از انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات در زمان توقف کوره به طوری که در زمان‌های دیگر این کار قابل انجام نمی‌باشد.

### اهداف نگهداری و تعمیرات:

- بالا بردن عمر مفید دارایی و تجهیزات،
- کاهش میزان خرابی‌ها و از کارافتادگی‌های این سیستم‌ها و همچنین کاهش دفعات خرابی‌ها،
- اطمینان از اقتصادی بودن بهره‌برداری از تجهیزات و افزایش زمان بهره‌برداری از دستگاه‌ها،
- بالا رفتن اطمینان بازار از تولیدکننده،
- کاهش بازار فروش رقبا،
- کاهش هزینه‌های سربار،
- کم شدن ضایعات تولید،
- کم شدن نیاز به ظرفیت‌های اضافی ماشین آلات،
- امکان برنامه‌ریزی و کنترل موجودی‌ها.



## نمودار توزیع مطلوب انواع نگهداری و تعمیرات:

در نمودار زیر نفر ساعت مصرف شده بر روی انواع Maintenance بطور مطلوب ارائه شده است.



## روش انجام کار:

اجرای فعالیتهای نگهداری و تعمیرات بر عهدهی قسمت‌های اجرایی مکانیک، برق، الکترونیک و بهره‌برداری می‌باشد. تنظیم فرم‌های عملیاتی، هماهنگی با واحدهای برق و مکانیک و بهره‌برداری در خصوص موارد عملیات و استخراج منابع فنی، هماهنگی و انجام فعالیتهای نت، ثبت نتایج برگشتی و جمع بندی آنها برای تحلیل نتایج بر عهده واحد دفتر فنی ( برنامه‌ریزی نت ) می‌باشد. تمامی فعالیتهای نت در قالب تدوین و اجرا یک سیستم نگهداری و تعمیرات در کارخانه، برنامه‌ریزی و انجام می‌شود که می‌توان طی موارد ذیل به طور جداگانه شرح داد:

## فعالیت‌های تعمیرات اضطراری EM :

فعالیت‌های اضطراری که بر حسب مورد برای تجهیزات اتفاق می‌افتد توسط واحد بهره‌برداری یا واحدهای اجرایی ( واحد درخواست کننده ) با تنظیم فرم درخواست تعمیرات ( دو برگگی ) تنظیم و برگ اول فرم به واحد مجری اعلام می‌گردد. واحد اجرا کننده پس از بررسی شرایط جهت انجام تعمیرات اقدام می‌نماید. در صورتی که فعالیت تعمیراتی در زمان توقف کوره ( تعمیرات اساسی ) قابل انجام باشد پس از مشخص نمودن قسمت، موکول به توقف کوره و تعمیرات اساسی در فرم، به واحد برنامه‌ریزی نت ارسال می‌گردد تا واحد برنامه‌ریزی نت فعالیت مذکور را در لیست فعالیتهای تعمیرات اساسی قرار دهد. اگر تعمیرات دستگاه منوط به توقف دستگاه ( توقف کوتاه مدت ) باشد واحد مجری فرم را به واحد درخواست کننده تحویل می‌-

دهد تا واحد در خواست کننده در زمان توقف، فرم را به واحد مجری اعلام نماید. در صورتی که واحد اجرایی تعمیراتی نیاز به قطعه مصرفی جهت انجام تعمیرات باشد با درخواست کالا از انبار طی فرم 272 F اقدام می‌نماید. فرم‌های درخواست تعمیرات انجام شده پس از تأیید توسط مدیران یا سرپرستان واحدهای مربوطه و اخذ نظر واحد درخواست کننده و تحویل گیری تجهیز، به واحد دفتر فنی ( برنامه ریزی نت ) جهت ثبت سابقه ارسال می‌گردد.

همچنین بری تعمیرات‌های اضطراری منجر به توقف کوره که بدون برنامه انجام می‌شود واحدهای مجری پس از انجام تعمیرات، فرم فعالیت‌های انجام شده در زمان تعمیرات را تکمیل نموده و به واحد برنامه‌ریزی نت ثبت و بایگانی اعلام می‌نمایند.

همچنین در واحد برق و الکترونیک گزارش کار روزانه شیفت برق توسط سر شیفت‌های برق در فرم گزارش روزانه‌ی عملکرد واحد برق \_ الکترونیک و بر اساس فعالیت‌های تعمیرات اضطراری تکمیل گردیده و به مدیر واحد برق اعلام می‌گردد.

### **فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه PM:**

کلیه زمانبندی‌ها و فعالیت‌های تعمیرات پیشگیرانه در پریودهای زمانی تعریف شدخ از طرف واحد دفتر فنی ( برنامه‌ریزی نت ) به واحدهای مکانیک، برق و الکترونیک، بهره‌برداری و بازرسی فنی صادر می‌گردد. مدیران یا سرپرستان واحدها پس از بررسی فرم‌های دستور کار و ثبت عملکرد ( PM ) صادر شده در صورتی که فعالیت مذکور مشکلی از نظر اجرا نداشته باشد تحویل پرسنل اجرایی واحد خود می‌دهد. پرسنل اجرایی بعد از انجام فعالیت‌های برگ دستور، نتیجه فعالیت خود را در روی فرم‌ها نوشته و به سرپرست یا مدیر واحد تحویل می‌دهند. مدیر واحد اجرایی بعد از تأیید فعالیت‌های انجام شده فرم‌های مذکور را تحویل واحد ثبت می‌دهد. در واحد برنامه‌ریزی نت کلیه فعالیت‌های انجام شده و نشده ثبت می‌گردد.

چنانچه فعالیت‌هایی نشان دهنده وجود عیب و اشکالی در دستگاه باشد خلاصه نتایج ایرادات و معایب موجود در سیستم طی گزارش به مدیریت کارخانه و مدیران واحدهای اجرایی جهت بررسی و اقدام برای رفع عیب اعلام می‌گردد و نتیجه اقدامات انجام شده و تصمیمات اخذ شده در خصوص رفع ایرادات به واحد برنامه‌ریزی انعکاس داده می‌شود.

### **عمده عملیات نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه PM برای هر یک از واحدهای اجرایی به شرح ذیل می‌باشد:**

- مکانیک: این واحد شامل قسمت‌های تعمیرات مکانیک، تأسیسات مکانیک، سرویسکاری مکانیک می‌باشد.

○ **تعمیرات مکانیک:** گزارشات برنامه زمانبندی و فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه PM در حوزه‌های کنترل و بازرسی، چک و سرویس در فرم دستور کار و ثبت عملکرد به تفکیک دپارتمان‌های تولیدی از طرف واحد برنامه‌ریزی نت صادر و به واحد مکانیک اعلام می‌گردد. کلیه فعالیت‌های فوق بر اساس دستورالعمل‌های نگهداری و تعمیرات تدوین شده موجود انجام می‌گیرد.

○ **تأسیسات مکانیکی:** فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه PM برای واحد تأسیسات در حوزه‌های کنترل و بازرسی، چک لیست روزانه بازدید و چک و سرویس ابزار دقیق به تفکیک برای سوخت رسانی، تصفیه خانه و اپراتورهای شیف‌ت در فرم دستور کار و ثبت عملکرد و چک لیست روزانه بازدید از واحد برنامه‌ریزی نت صادر و به واحد تأسیسات جهت انجام اعلام می‌گردد. کلیه فعالیت‌های فوق بر اساس دستورالعمل‌های نگهداری و تعمیرات تأسیسات انجام می‌شود.

○ **سرویس‌کاری مکانیک:** تمامی فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه مورد نیاز به صورت ماهانه در قالب عملیات‌های سرویس، تعویض و آنالیز روغن توسط واحد برنامه‌ریزی صادر و به واحد سرویس‌کاری مکانیک اعلام می‌گردد. واحد سرویس‌کاری نسبت به انجام عملیات سرویس و تعویض روغن یا گریس برای تجهیزات اقدام می‌نماید. موجودی گریس و روغن در مواقع لزوم توسط مدیران کنترل می‌شود و در صورت نیاز در خواست‌های لازمه جهت شارژ، تنظیم و برای شروع مراحل خرید به انبار مرکزی کارخانه ارسال می‌شود. بدیهی است در صورت خرید روغن و یا گریس معادل، خارج از تعریف در خواست خرید، پشتیبانی فنی لازمه انجام می‌گیرد. همچنین مطابق برنامه آنالیز روغن ارسالی از دفتر فنی مسئول سرویس‌کاری اقدام به نمونه برداری کرده و نسبت به ارسال نمونه-ها جهت انجام تست کیفی در خارج از شرکت اقدام بعمل می‌آورد. سپس براساس نتیجه دریافتی از شرکت آنالیز کننده اقدامات بعدی انجام می‌گیرد.

● **واحد برق و الکترونیک:** این واحد شامل بخش‌های برق و الکترونیک می‌باشد و مطابق شرح ذیل فعالیت‌های مربوط به تعمیرات پیشگیرانه را انجام می‌دهند.

○ **الکترونیک:** کلیه کارهای نگهداری و تعمیر تجهیزات الکترونیکی، برنامه‌نویسی، کالیبراسیون سیستم‌های PLC ، X – Ray و ابزار دقیق بر عهده‌ی گروه الکترونیک می‌باشد. گروه الکترونیک مطابق برنامه زمانبندی و فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه PM ، کلیه عملیات تست، بازرسی و نگهداری را بر حسب مورد رأساً و یا از طریق ارجاع به شیف‌ت برق و الکترونیک روی تجهیزات انجام می‌دهند. بعد از انجام سرویس تاریخ انجام و نام مجری بر روی بر چسب سرویس تجهیزات در محل نوشته می‌شود. نتایج جهت اطلاع و تأیید به مدیر برق و در نهایت جهت ثبت به واحد برنامه‌ریزی نت ارسال می‌گردد. این گروه کلیه کارهای فوق را براساس دستورالعمل‌های

نگهداری و تعمیرات تدوین شده موجود انجام داده و نتایج کار خود را در رابطه با کارهای مختلف در فرم‌های زیر ثبت می‌کند.

ردیف	نام فرم	کد فرم	محل بایگانی
۱	فرم گزارش دستور کار و ثبت عملکرد	283 F 02	دفتر فنی
۲	فرم نگهداری روزانه X – Ray	257 F 05	الکترونیک
۳	فرم نگهداری هفتگی اسکتر	257 F 06	الکترونیک
۴	فرم کنترل هفتگی Cem Scanner	257 F 07	الکترونیک
۵	فرم نگهداری هفتگی UPS	257 F 08	الکترونیک
۶	فرم چک هفتگی آنالیزورها	257 F 09	الکترونیک
۷	فرم نگهداری آنالیزور های ورودی کوره و با لای پری هیتر	257 F 12	الکترونیک
۸	فرم بازدید و کنترل دو هفتگی مثال دتکتور	257 F 13	الکترونیک
۹	فرم کنترل و بازرسی سالیانه تجهیزات کنترل مرکزی	257 F 40	الکترونیک

فرم گزارش دستور کار و ثبت عملکرد از طرف واحد برنامه‌ریزی نت در حوزه‌های کالیبراسیون چک و سرویس ابزار دقیق و کنترل و سرویس ابزار دقیق به تفکیک دپارتمان‌های تولیدی صادر می‌گردد و نتایج پس از انجام کار جهت ثبت و بایگانی به واحد برنامه‌ریزی نت اعلام می‌گردد.

○ برق: فعالیت‌های این واحد به دو بخش تقسیم می‌گردد.

**الف) گروه شیفت برق و الکترونیک:** یکی از فعالیت‌های اصلی این گروه اجرای فعالیت‌های نت پیشگیرانه با کنترل‌های لازم بر روی تجهیزات برقی و یا الکترونیکی می‌باشد که براساس دستورالعمل‌های نگهداری و تعمیرات تدوین شده انجام می‌دهند و نتایج کار خود را در فرم‌های مربوطه ثبت و بایگانی می‌کنند.

ردیف	نام فرم	کد فرم	محل بایگانی
۱	کنترل و ثبت مقادیر مربوط به پست 63 KV	257 F 14	برق
۲	فرم گزارش روزانه LVD ها	257 F 17	برق
۳	فرم بازرسی روزانه الکتروفیلتر ها MCC ها	257 F 18	برق
۴	کنترل و ثبت روزانه دمای موتور های 6/3 کیلو ولت	257 F 19	برق

هر شیفت نتایج کار خود را جهت اطلاع به مدیر برق در فرم گزارش روزانه عملکرد واحد برق و الکترونیک ثبت می‌نماید.

ب) کارگاه برق: این قسمت کلیه کارهای سرویس و نگهداری تجهیزات برقی خط تولید و ساختمان‌های جنبی را براساس دستورالعمل‌های نگهداری و تعمیرات تدوین شده و نتایج کار خود را در فرم‌های ذیل ثبت می‌کنند.

ردیف	نام فرم	کد فرم	محل بایگانی
۱	فرم روانکاری الکتروموتور ها	283 F 05	دفتر فنی
۲	سرویس و نگهداری الکتروموتورهای فشار ضعیف	283 F 06	دفتر فنی
۳	سرویس و نگهداری تجهیزات (دستور کار و ثبت عملکرد)	283 F 02	دفتر فنی
۴	فرم هفتگی فعالیت های نگهداری ترانسفور ماتور ها	257 F 16	برق
۵	فرم بازرسی موتور میل فن 6/3 کیلو وات	257 F 20	برق
۶	فرم کنترل و بازرسی موتور کولر فن	257 F 21	برق
۷	فرم کنترل و بازرسی موتورهای 6/3 کیلو ولت	257 F 22	برق
۸	فرم بازرسی موتور سنگ شکن 6/3 کیلو ولت	257 F 23	برق
۹	فرم بازرسی موتور DC پری هیتر فن	257 F 24	برق
۱۰	فرم بازرسی موتورهای گریت ۱ و ۲	257G26	برق
۱۱	فرم گزارش ایرادات الکتروموتور	257 F 27	برق
۱۲	فرم تمیز کاری سیستم های برقی	257 F 28	برق
۱۳	فرم بازرسی سیستم های برقی	257 F 29	برق
۱۴	فرم ماهانه تست روغن	257 F 35	برق
۱۵	فرم تعمیرات استارت	257 F 36	برق
۱۶	فرم تست مقاومتی برقگیرهای خط تولید	257 F 37	برق
۱۷	فرم ثبت دما ، ولتاژ ، چگالی باطری	257 F 38	برق

همچنین این گروه عمل قطع و وصل فیدرهای ۶/۳ کیلو ولت را بنا به درخواست افراد واحد برق یا واحدهای دیگر با استفاده از فرم درخواست قطع و وصل فیدرهای تغذیه را انجام می دهند.

تمامی فعالیت های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه PM مطابق دستورالعمل های نگهداری و تعمیرات تدوین شده انجام می گردند.

#### • واحد بهره برداری:

این واحد فعالیت های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه PM را در قالب چک لیست های هفتگی بازدید و نظافت جهت اطمینان از کارکرد قابل قبول تجهیزات انجام می دهند. واحد بهره برداری تقسیم بندی دپارتمان های تولیدی را به صورت ذیل انجام داده است. سنگ شکن، آسیاب مواد خام، تغذیه کوره، پری هیتر، کوره، گریت کولر، آسیاب سیمان Z1، آسیاب سیمان Z2، بارگیرخانه واحد ۱ و بارگیرخانه واحد ۲. نتایج

حاصل از انجام عملیات نگهداری به صورت هفتگی پس از تأیید سر شیفت، مهندس شیفت، رئیس تولید و مدیر تولید به واحد برنامه‌ریزی نت خلاصه نتایج ایرادات مشاهده شده در بازدید اپراتورهای محلی را در فرم، تنظیم و به واحدهای مربوطه و مدیر کارخانه اعلام می‌کند تا اقدامات بعدی در خصوص رفع ایرادات بعمل آید.

#### • بازرسی فنی:

تمامی فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در حوزه ارتعاش سنجی تجهیزات دوار در قالب فرم دستور کار و ثبت عملکرد از طرف واحد برنامه‌ریزی نت به مسئول بازرسی فنی اعلام می‌گردد. مسئول بازرسی فنی پس از انجام و ثبت در فرم مربوطه و سپس تأیید مدیر دفتر فنی، جهت ثبت در سیستم نرم-افزاری به واحد برنامه‌ریزی نت ارسال می‌گردد. عیوب و ایرادات مشاهده شده در بازرسی فنی تجهیزات مطابق برنامه PM طی فرم درخواست تعمیرات به واحد مرتبط اعلام می‌گردد. همچنین این بخش نسبت به بازرسی‌های موردی جهت اطمینان از کارکرد صحیح تجهیزات و بالانس تجهیزات که توسط واحدهای اجرایی درخواست می‌گردد اقدام می‌نماید.

#### سیستم پشتیبانی عملیات نت ( برنامه‌ریزی نت ):

تمامی گزارشات تعمیراتی به تفکیک ماشین آلات و تاریخ انجام بعنوان سابقه تعمیراتی در زیر مجموعه‌ای از اطلاعات یک ماشین ذخیره می‌شود تا سوابق تعمیرات در هر زمان و برای هر ماشین قابل دسترس باشد. در این راستا از نرم‌افزار تیمار برای برنامه‌ریزی و ثبت سوابق و تهیه گزارشات موردنیاز استفاده می‌شود. عملیات نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه PM به صورت هفتگی، دو هفتگی و ماهانه از طرف واحد برنامه‌ریزی نت تهیه و به واحدهای اجرایی ارسال می‌گردد. عملیات کنترل و بازرسی این آیتمها طبق زمانبندی انجام شده توسط شیفت‌های کاری برق و مکانیک با نظارت و سرپرستی مسئولین تعمیرات انجام می‌شود و نتایج پس از تأیید به واحد برنامه‌ریزی نت منعکس می‌گردد. نتایج انجام و تأخیر در انجام عملیات نگهداری پیشگیرانه به سیستم نرم‌افزاری داده می‌شود تا براساس این نتایج و اطلاعات قبلی برای ماه‌های آتی برنامه‌ریزی زمانی عملیات انجام شود. سوابق نگهداری و تعمیرات ایجاد شده در سیستم نرم‌افزاری براساس درخواست مدیریت در پرونده‌های شش ماهه تهیه و در جلسات فنی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

#### پایش و اندازه‌گیری فرآیند نت با شاخص اثربخشی تجهیزات TEE :

کارایی و اثربخشی تجهیزات و همچنین عملکرد گروه‌های تعمیراتی در قالب دستورالعمل حذف شش ضایعه بزرگ برای هر یک از دپارتمان‌های تولیدی به صورت سه ماهه توسط واحد برنامه‌ریزی نت تهیه و به واحدهای اجرایی و مدیریت اعلام می‌گردد. محاسبه اثربخشی براساس اطلاعات توقفات، میزان تولید و میزان ضایعات محصول در فرآیندهای تولید طی فرم توقفات تولیدی و اطلاعات دریافتی از واحد آمار و تولید می‌گردد. گزارش طی جلسات هماهنگ شده در حضور مدیر کارخانه و مدیران واحدهای اجرایی تولید، مکانیک،

برق و بر حسب نیاز معدن، کنترل کیفی و فروش مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته و اقدام اصلاحی در خصوص افزایش اثربخشی تعریف و زمانبندی می‌شود.



عکسهایی از تعمیرات تجهیزات:









## نتیجه گیری:

با بررسی سیستم‌های برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در کارخانه سیمان آرتا اردبیل و مقایسه وضعیت دستگاه‌ها در گذشته و حال به این نتیجه می‌رسیم که اینگونه برنامه‌ها سبب افزایش عمر تجهیزات و کاهش مصرف قطعات یدکی و انرژی و هزینه در سال‌های آتی شده و کارایی و راندمان عملی ماشین‌آلات را افزایش می‌دهد. همچنین بکارگیری اینگونه برنامه‌ها باعث کاهش میزان خرابی‌ها و از کارافتادگی دستگاه‌ها و همچنین کاهش دفعات خرابی‌ها شده است.

## منابع:

۱. سیمان، دکتر عباس طائب و فرشته کوهی، انتشارات مرکز تحقیقات سیمان دانشگاه علم و صنعت ایران، ۷۴
۲. برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات (مدیریت فنی در صنایع)، تألیف: دکتر علی حاج شیرمحمدی، انتشارات ارکان دانش
۳. مهندسی نگهداری و تعمیرات، تألیف: دکتر نظام الدین فقیه، انتشارات نوید شیراز
۴. <http://www.iranian cement industry.com>
۵. <http://aacc.espandar.com>

