



بررسی صنعت سیمان ایران

تهیه شده در مدیریت تحقیقات اقتصادی بانک خاورمیانه



بانک خاورمیانه
Middle East Bank



عنوان گزارش:

بررسی صنعت سیمان ایران

مدیریت تحقیقات اقتصادی بانک خاورمیانه

تهیه کننده: معصومه اسماعیلی

ویرایش دوم (تیر ۱۳۹۹)

فهرست مطالب

۱	۱- مقدمه
۳	۲- تعریف سیمان و فرآیند تولید آن
۳	۲-۱ سیمان و اجزای آن
۴	۲-۲ روش‌های تولید سیمان و مراحل آن
۵	۳- وضعیت صنعت سیمان در جهان و جایگاه ایران
۵	۳-۱ تولیدکنندگان بزرگ جهان
۶	۳-۲ مصرف‌کنندگان بزرگ جهان
۷	۳-۳ بزرگترین صادرکنندگان و واردکنندگان سیمان در جهان
۸	۳-۴ شرکت‌های تولیدکننده و هلدینگ‌های بزرگ سیمان جهان
۹	۳-۵ کاربردهای سیمان
۱۳	۴- انتشار کربن دی‌اکسید در صنعت سیمان و ایجاد آلاینده‌های زیست‌محیطی
۱۸	۵- صنعت سیمان در ایران
۱۸	۵-۱ تاریخچه صنعت سیمان و توسعه آن
۱۸	۵-۲ شرکت‌های تولیدکننده سیمان در ایران
۲۴	۵-۳ تجارت بین‌المللی صنعت سیمان
۲۷	۶- ساختار صنعت و بازار آن
۳۰	۷- شاخص‌های اقتصادی صنعت سیمان
۳۱	۸- قیمت‌گذاری سیمان
۳۴	۹- جمع‌بندی
۳۶	۱۰- پیوست‌ها:
۳۶	۱۰-۱ پیوست اول: فرآیندهای تولید سیمان
۳۶	۱۰-۱-۱ انتخاب محل احداث کارخانه
۳۶	۱۰-۱-۲ استخراج و انتقال مواد اولیه
۳۶	۱۰-۱-۳ سنگ‌شکن
۳۷	۱۰-۱-۴ دپوی مصالح
۳۷	۱۰-۱-۵ آسیاب گلوله‌ای
۳۷	۱۰-۱-۶ غبارگیر

۳۷	..... ۱۰-۱-۷ سیلوهای ذخیره مواد
۳۷	..... ۱۰-۱-۸ کوره و پیش‌گرم‌کن
۳۸	..... ۱۰-۱-۹ خنک‌کن کلینکر
۳۸	..... ۱۰-۱-۱۰ خردکن و قیف سنگ گچ
۳۸	..... ۱۰-۱-۱۱ آسیاب سیمان
۳۸	..... ۱۰-۱-۱۲ سیلوهای سیمان و بارگیرخانه
۳۸	..... ۱۰-۲ پیوست دوم: فساد سیمان
۳۹	..... ۱۰-۳ پیوست سوم: روشهای تولید سیمان
۳۹	..... ۱۰-۳-۱ روش تر
۳۹	..... ۱۰-۳-۲ روش نیمه‌تر
۳۹	..... ۱۰-۳-۳ روش نیمه‌خشک
۳۹	..... ۱۰-۳-۴ روش خشک
۴۱	..... منابع

فهرست جداول

- جدول ۱ - نقاط قوت و ضعف، تهدیدها و فرصت‌های مربوط به صنعت سیمان ۳
- جدول ۲ - مقدار تولید و سهم از تولید جهانی ده کشور بزرگ تولیدکننده سیمان ۶
- جدول ۳ - پیش‌بینی تقاضای سیمان در برخی کشورهای منتخب در سال ۲۰۲۰ (میلیون تن) ۷
- جدول ۴ - برترین کشورهای صادرکننده و واردکننده سیمان از نظر ارزش صادرات و واردات در سال ۲۰۱۸ ۸
- جدول ۵ - ده شرکت تولیدکننده و هلدینگ بزرگ سیمان جهان ۹
- جدول ۶ - ده شرکت بزرگ تولیدکننده بتن در سال ۲۰۱۷ ۱۰
- جدول ۷ - انواع سیمان و گستره کاربرد آنها ۱۱
- جدول ۸ - کارخانجات تولید سیمان خاکستری ۱۸
- جدول ۹ - کارخانجات تولید سیمان سفید ۲۰
- جدول ۱۰ - کارخانجات کلینکرکوبی ۲۰
- جدول ۱۱ - طرح‌های تولید سیمان ۲۰
- جدول ۱۲ - اطلاعات شرکت‌های تولیدکننده و سرمایه‌گذاری سیمان فعال در بازار بورس و اوراق بهادار تهران ۲۲
- جدول ۱۳ - حجم و ارزش صادرات سیمان و کلینکر و سهم آن از صادرات غیرنفتی و کل صادرات کشور ۲۴
- جدول ۱۴ - حجم و ارزش واردات سیمان و کلینکر طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ ۲۶
- جدول ۱۵ - هلدینگ‌های صنعت سیمان و تعداد کارخانه‌ها، تعداد خط تولید، حجم تولید و مالکیت عمده آنها ۲۸
- جدول ۱۶ - سهم اقلام انرژی و آب مصرفی در کارگاه‌های صنعتی و کارگاه‌های صنعتی تولیدکننده سیمان، گچ و آهک در سال ۱۳۹۴ ۳۰
- جدول ۱۷ - ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک و مجموع کارگاه‌های صنعتی ۳۰
- جدول ۱۸ - سهم کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک از ارزش افزوده، ارزش تولید و تشکیل سرمایه کارگاه‌های صنعتی در سال ۱۳۹۵ (درصد) ۳۱
- جدول ۱۹ - تعداد شاغلان کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک و مجموع کارگاه‌های صنعتی ۳۱
- جدول ۲۰ - اشتغال در کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک و مجموع کارگاه‌های صنعتی به ازای یک میلیون ریال تشکیل سرمایه در سال ۱۳۹۵ (درصد) ۳۱

فهرست نمودارها

- نمودار ۱ - تولید جهانی سیمان از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۹ (میلیارد تن) ۵
- نمودار ۲ - درآمد حاصل از فروش برخی از شرکت‌های سیمانی در دو سال ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ (میلیارد دلار) ۹
- نمودار ۳ - سهم بخش مسکونی و غیرمسکونی از بکارگیری سیمان در سال ۲۰۱۸ ۱۰
- نمودار ۴ - سهم انتشار کربن‌دی‌اکسید توسط صنایع و بخش‌های مختلف در جهان در سال ۲۰۱۷ (درصد) ۱۳
- نمودار ۵ - میزان کربن‌دی‌اکسید منتشر شده توسط صنایع مختلف به ازای هر دلار درآمد آنها در سال ۲۰۱۷ (کیلوگرم) ۱۳
- نمودار ۶ - میزان انتشار کربن‌دی‌اکسید و مقدار کاهش آن با بکارگیری روش‌های مختلف در صنعت سیمان در جهان (میلیارد تن) ۱۵

- نمودار ۷- میزان انتشار CO₂ در سال ۲۰۱۷ و پیش‌بینی آن در سال ۲۰۵۰ با بکارگیری و توسعه تکنولوژی‌های نوین در صنعت سیمان (میلیون تن) ۱۷
- نمودار ۸- ارزش صادرات سیمان و کلینکر طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ (میلیون دلار) ۲۵
- نمودار ۹- مقاصد صادراتی سیمان و کلینکر در سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ (درصد) ۲۷

فهرست اشکال

- شکل ۱- فرآیند تولید سیمان..... ۵
- شکل ۲- انرژی مصرفی و کربن‌دی‌اکسید تولید شده در واحدهای مختلف تولید سیمان..... ۱۴
- شکل ۳- شرکت‌های تولیدکننده سیمان فعال در بازار بورس و اوراق بهادار تهران..... ۲۹

۱ - مقدمه

سیمان یکی از کالاهای زیرساختی مؤثر در رشد اقتصادی جوامع بوده و همبستگی بالایی بین مصرف سرانه سیمان و رشد اقتصادی وجود دارد. اولین کارخانه سیمان کشور با ظرفیت ۱۰۰ تن در روز در سال ۱۳۱۲ در ری احداث شد. در حال حاضر، در کشور، بالغ بر ۷۴ کارخانه سیمان با مجموع ظرفیت ۸۶ میلیون تن در سال در حال فعالیت بوده و بزرگترین کارخانه‌های تولید سیمان در کشور، سیمان آبیگ، سیمان تهران و سیمان سپاهان می‌باشند. از منظر جغرافیایی، ایران دارای معادن غنی سنگ آهک به عنوان ماده اولیه تولید سیمان و منابع وسیع سوخت نظیر گاز طبیعی بوده و مزیت نسبی قابل توجهی دارد.

در سال ۲۰۱۹، تولید جهانی سیمان بالغ بر ۴/۱ میلیارد تن بوده و چین با تولید ۲/۲ میلیارد تن سیمان، بزرگترین تولیدکننده آن بوده است. ارزش بازار سیمان در سال ۲۰۱۸ در حدود ۳۱۲/۵ میلیارد دلار بوده و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۶ با رشد مرکب سالانه^۱ ۵/۲ درصد به ۴۶۳ میلیارد دلار برسد.^۲ در همین سال، ایران با تولید ۶۰ میلیون تن سیمان رشد ۳/۴ درصدی نسبت به سال ۲۰۱۸ داشته و در جایگاه هفتم تولیدکنندگان بزرگ جهان قرار گرفته است. صادرات کلینکر^۳ در سال ۱۳۹۸ با رشد ۶۰ درصدی نسبت به سال قبل از آن به ۱۰/۸ میلیون تن افزایش یافت. در این سال، برخی از کارخانجات تولید کلینکر در چین به دلیل مسائل زیست‌محیطی تولید خود را متوقف کرده و تا حدودی این محصول را از ایران وارد کردند. به همین ترتیب، سایر کشورها نظیر بنگلادش و سری‌لانکا که پیش از آن کلینکر مورد نیاز خود را از طریق چین تأمین می‌کردند، تصمیم به واردات آن از ایران نمودند. در همین سال، صادرات سیمان در حدود ۶/۷ میلیون تن برآورد شده است.

در سال ۱۳۹۶، مازاد تولید و عرضه سیمان به دلیل رکود حاکم بر این صنعت و نبود تقاضا یکی از دلایل بحران مالی شرکت‌های تولیدکننده سیمان بوده است. اما، در سال ۱۳۹۸، تولید و مصرف سیمان با رشد مواجه بوده و افزایش تقاضا، رشد سودآوری شرکت‌های تولیدکننده سیمان را در پی داشته است. به علاوه، با وجود مشکلات صادرات به بازار عراق، صنعت سیمان بازارهای دیگری نظیر چین را برای صادرات شناسایی کرده است.^۴ افزایش ظرفیت تولید سیمان به ۹۳ میلیون تن در افق ۱۴۰۰ هدف‌گذاری شده است. لذا، برای دستیابی به این هدف در نظر گرفتن واقعیات اقتصادی کنونی و بازنگری برنامه راهبردی وزارت صنعت، معدن و تجارت امری ضروری است.

از چالش‌های صنعت سیمان مداخله دولت در اتخاذ سیاست‌های دستوری قیمت‌گذاری، عدم وجود تکنولوژی نوین، بهره‌وری پایین و عدم امکان‌سنجی صحیح طرح‌ها می‌باشد. به بیان روشن‌تر، به دلیل سیاست‌گذاری‌های ناصحیح در قیمت‌گذاری مواد اولیه و انرژی مورد استفاده در این صنعت، در اختیار قرار دادن انواع مزایا از قبیل یارانه حمل‌ونقل به کارخانه‌های تولید سیمان و از طرفی تعیین قیمت محصولات به صورت دستوری سبب شده برخی از کارخانه‌های سیمان در بعضی از مناطق کشور توجه اقتصادی نداشته و سودآوری آنها منوط به یارانه‌ها باشد. به عنوان مثال، عدم مجاورت کارخانه تولید سیمان به بازار مصرف، هزینه‌های حمل‌ونقل را بالا می‌برد، اما با اختصاص یارانه حمل‌ونقل، امکان در نظر نگرفتن این فاکتور و یا کم‌اهمیت شمردن آن در احداث کارخانه وجود دارد. به بیان دیگر، تمرکز عمده کارخانه‌های سیمان در مرکز و غرب کشور بر مبنای اهدافی نظیر افزایش اشتغال و پوشش دادن بازار مصرف تنها یک مقصد صادراتی که ناشی از مشکل قیمت‌گذاری دستوری و در پی آن عدم بررسی امکان‌سنجی طرح‌ها بوده، توازن عرضه و تقاضا را در بازار به هم زده، سودآوری کارخانه‌های سیمان را کاهش داده و انگیزه سرمایه‌گذاران را برای سرمایه‌گذاری و توسعه این صنعت کمتر می‌کند. در صورتی که لازم است قیمت‌گذاری آزاد شده و رقابت‌پذیری افزایش یابد و

^۱ CAGR, Compound Annual Growth Rate

^۲ Fortune Business Insights, Metals and Minerals, Cement Market, ۲۰۱۹

^۳ سیمان قبل از تبدیل شدن به شکل نهایی، دانه‌های سبز و تیره رنگی است که به آن کلینکر گفته می‌شود. سپس با افزودن گچ و آسیاب کردن آن سیمان حاصل می‌شود.

^۴ دنیای معدن به نقل از دبیر انجمن کارفرمایان صنعت سیمان، اردیبهشت ۱۳۹۹، کد خبر: ۱۴۶۳۶۱

سیاست‌گذاری‌های دولت در راستای رسیدن به اهدافی نظیر افزایش بهره‌وری و تولید بهینه باشد. به عنوان مثال، سیاست‌گذار می‌تواند با قائل شدن تخفیف مالیاتی برای کارخانه‌هایی که آلاینده کمتری تولید می‌کنند و یا مصرف انرژی کمتری دارند، اقدامات آحاد اقتصادی را به سمت بهبود بهره‌وری در فضای رقابتی پیش ببرد.

با احتراق حجم گسترده‌ای از سوخت‌های فسیلی و نشر کربن‌دی‌اکسید در صنعت سیمان، این صنعت از جمله صنایع آلاینده محسوب می‌شود. به نحوی که در سال ۲۰۱۵، در حدود ۲/۸ میلیارد تن کربن‌دی‌اکسید از صنایع تولیدکننده سیمان در جهان منتشر شده که معادل ۸ درصد از مجموع انتشار جهانی این گاز گلخانه‌ای بوده است. در حدود ۵۰ درصد از تولید کربن‌دی‌اکسید، مربوط به واکنش‌های شیمیایی تبدیل کلسیم‌کربنات به کلسیم‌اکسید و تولید سیمان و متعاقباً آزادسازی این گاز بوده است. تقریباً ۴۰ درصد کربن‌دی‌اکسید آزاد شده ناشی از سوخت‌های فسیلی استفاده شده برای بالا بردن دمای کوره‌ها و ۱۰ درصد مابقی کربن‌دی‌اکسید آزاد شده مربوط به فعالیت معدن‌کاری، اکتشاف و حمل‌ونقل این محصول بوده است. ایران یازدهمین تولیدکننده بزرگ گازهای گلخانه‌ای در جهان است و طبق معاهده پاریس^۵، می‌بایست ۴ درصد از گازهای گلخانه‌ای تولیدی خود را طی سال‌های ۲۰۲۱-۳۱ کاهش دهد. در صورت رعایت تعهدات مناسب، امکان کنترل انتشار آلاینده‌ها وجود دارد. به عنوان مثال، از جمله راهکارهای کاهش تولید آلاینده‌ها، استفاده از پسماندهای شهری و صنعتی و زیست‌توده به عنوان سوخت جایگزین و بهبود بهره‌وری کوره‌ها و مصرف بهینه سوخت می‌باشد. برای تولید هر تن سیمان به طور متوسط ۱۳۰-۶۰ کیلوگرم از انواع سوخت‌های فسیلی و ۱/۵ تن انواع مواد معدنی نظیر سنگ آهک، رس، سیلیس و اکسید آهن استفاده می‌شود. برخی از کارخانه‌های تولید سیمان در مناطق شرقی کشور به دلیل عدم دسترسی به گاز طبیعی از مازوت به عنوان سوخت استفاده می‌کنند. در کشورهایی از قبیل چین، ترکیه و برخی از کشورهای اروپایی برای تولید سیمان از زغال سنگ استفاده می‌شود. برخی از کشورها به دلیل قیمت بالای سوخت‌های فسیلی، در صدد ارتقای فناوری مشعل‌های کوره پخت کلینکر در راستای بکارگیری پسماندهای جامد هستند. به علاوه، بهره‌گیری از ضایعات و پسماندهای جامد در صنعت سیمان انتشار گازهای گلخانه‌ای را در حدود ۲۰ درصد کاهش می‌دهد. جدول ۱ نقاط قوت و ضعف، تهدیدها و فرصت‌های صنعت سیمان را مطرح می‌کند.

^۵ معاهده پاریس توافق‌نامه‌ای در چهارچوب پیمان‌نامه سازمان ملل در تغییر اقلیم (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) بوده که هدف آن کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. متن توافق‌نامه از سوی ۱۹۵ کشور در کنفرانس تغییر اقلیم سازمان ملل متحد در سال ۲۰۱۵ در پاریس مذاکره و با اجماع تصویب شد.

جدول ۱ - نقاط قوت و ضعف، تهدیدها و فرصت‌های مربوط به صنعت سیمان

<ul style="list-style-type: none"> • وجود معادن غنی سنگ آهک و منابع وسیع سوخت نظیر گاز طبیعی • ظرفیت بالای تولید سیمان در کشور • وجود نیروی کار ارزان و دسترسی داخلی به ۸۰ درصد از ماشین‌آلات بکارگرفته شده در صنعت سیمان • حجم بالای صادرات این محصول 	نقاط قوت
<ul style="list-style-type: none"> • سیاست‌گذاری‌های نادرست قیمت‌گذاری برای محصولات صنعت سیمان • انتشار کربن‌دی‌اکسید و آلاینده بودن صنعت سیمان • در دسترس نبودن تکنولوژی نوین و بهره‌وری پایین صنعت سیمان • عدم توجه به امکان‌سنجی و توجیه طرح‌های پیشنهادی • ضعف زیرساخت‌های حمل‌ونقل • مصرف انرژی بالا در صنعت سیمان • عدم وجود امکانات لازم برای نقل‌وانتقالات ارزی و وجوه در مبادلات بین‌المللی • کاهش نقدینگی شرکت‌های تولیدکننده سیمان به واسطه رکود سال‌های گذشته و کاهش مصرف داخلی و کاهش صادرات • عدم سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه در صنعت سیمان • تنوع کم محصولات سیمانی (از ۴۵ تیپ سیمان عرضه شده در جهان، ۲۷ تیپ در ایران تولید می‌شود). 	نقاط ضعف
<ul style="list-style-type: none"> • مازاد تولید و عرضه سیمان و نبود بازار برای این محصول • وجود محدودیت‌های محیط زیستی در سال‌های آتی • توسعه یافتگی کشورهای متقاضی سیمان در سال‌های آتی که در سال‌های اخیر مقاصد صادراتی کشور بوده‌اند و در نتیجه کاهش بازار مصرف صادراتی • عدم توانایی رقابت در بازارهای بین‌المللی به دلیل عدم وجود بهره‌وری و هزینه بالای تولید محصولات در صورت ادامه یافتن روند سیاست‌گذاری‌های نادرست قیمت‌گذاری و مخدوش نمودن فضای رقابتی 	تهدیدها
<ul style="list-style-type: none"> • بهبود بازاریابی و شناسایی بازارهای مصرف جدید برای صادرات محصولات در صورت رفع تحریم‌ها • ایجاد تنوع در تولید محصولات سیمانی • امکان جذب دانش فنی، ایجاد نوآوری و بهبود بهره‌وری در صورت رفع تحریم‌ها • جذب سرمایه خارجی در صورت رفع تحریم‌ها 	فرصت‌ها

۲ - تعریف سیمان و فرآیند تولید آن

۱-۲ سیمان و اجزای آن

سیمان ماده‌ای با خاصیت چسبندگی مواد معدنی بوده و برای استحکام مصالح ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد و مصالح مختلف نظیر سنگ و شن، ماسه، آجر و غیره را به هم می‌چسباند و به مرور زمان موجب استحکام سازه در صنعت ساختمان و یا در سایر صنایع می‌شود. به طور کلی، پایه ساختار سیمان از آسیاب نمودن مواد خام از قبیل سنگ آهک و خاک رس که شامل آلومینا (Al_2O_3) و سیلیس (SiO_2) هستند، حاصل شده و در کوره‌های دوار تا دمای ۱۴۰۰ درجه سلسیوس حرارت داده می‌شوند. آهک

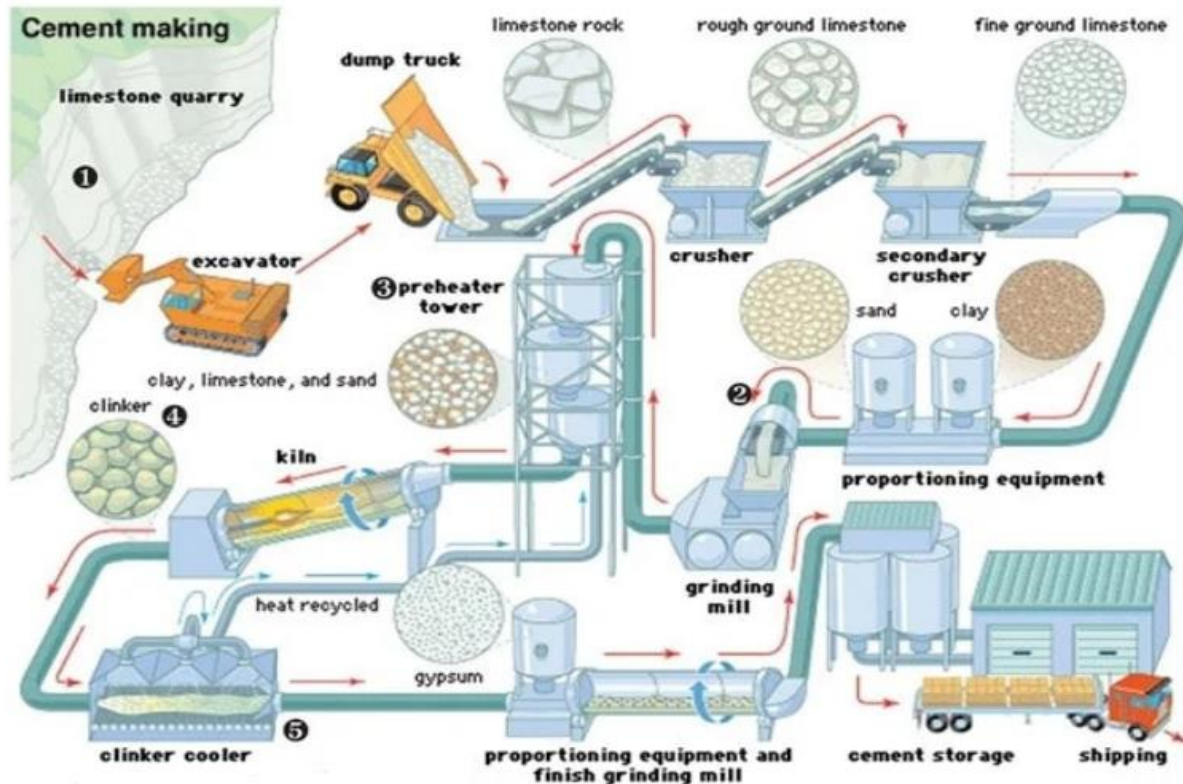
اصلی‌ترین ماده در تولید سیمان محسوب شده و از حرارت دادن کلسیم‌کربنات در دمای ۱۰۰۰ درجه سلسیوس حاصل می‌شود. در فرآیند تولید سیمان و به هنگام حرارت دادن مخلوط پودری خاک رس و سنگ آهک، آهک زنده (CaO) تشکیل شده و با سایر ترکیب‌های شیمیایی ایجاد شده از قبیل اکسیدهای سیلیسیم و اکسیدهای آلومینیوم و اکسیدهای آهن ترکیب شده و فازهای سیمان را شکل می‌دهد. سیلیس از دیگر مواد مهم در تولید سیمان بوده و در دمای ۱۴۰۰ درجه سلسیوس با آهک ترکیب شده و تبدیل به دوکلسیم‌سیلیکات و سه‌کلسیم‌سیلیکات می‌شود. به طور متوسط مقدار سیلیس مورد نیاز در حدود ۱۷ تا ۲۶ درصد وزنی سیمان بوده و خاک رس منبع غنی آن می‌باشد. آلومینا در تولید سیمان نقش کمک ذوب داشته و به هنگام پخت سیمان درجه حرارت را کاهش می‌دهد. همچنین، از جمله کاربردهای این ماده این است که در ترکیب با آهک تشکیل سه‌کلسیم‌کربنات داده و منجر به زودگیر شدن سیمان می‌شود. آهن‌اکسید (FeO) نیز همانند آلومینا نقش کمک ذوب داشته و در ترکیب با آهک ماده شیمیایی چهارکلسیم‌آلومینوفریت را ایجاد می‌کند. درصد بالای آهن‌اکسید گیرش سیمان را کندتر کرده و رنگ آن را تیره‌تر می‌کند، لذا در تولید سیمان سفید از آن استفاده نمی‌شود. از منیزیم‌اکسید (MgO) نیز با مقداری کمتر از ۵ درصد وزنی به منظور سهولت در فرآیند ذوب بکارگرفته می‌شود. استفاده بیش از ۵ درصد وزنی از منیزیم‌اکسید منجر به انبساط حجمی بسیار و ایجاد ترک‌های مویی در ملات سیمان می‌شود. از فلزات قلیایی سدیم و پتاسیم در سیمان به عنوان روان‌ساز استفاده شده و مجموع آنها کمتر از یک درصد وزنی می‌باشد. سپس، مواد در کوره به گوی‌هایی تقریباً سیاه رنگ به نام کلینکر تبدیل شده و در مرحله بعد، پس از سرد شدن با مقداری گچ، مخلوط و آسیاب شده و پودر خاکستری رنگ حاصل می‌شود که به آن سیمان پرتلند اطلاق می‌شود.

۲-۲ روش‌های تولید سیمان و مراحل آن

با در نظر گرفتن نوع و کیفیت مواد خام اولیه دو روش عمده تر و خشک در تولید سیمان بکارگرفته می‌شود. از آنجایی که در روش خشک انرژی کمتری مورد نیاز بوده، از آن به طور عمده استفاده می‌شود. در فرآیند تولید سیمان به روش تر، مواد خام به صورت مرطوب و به حالت دوغاب وارد کوره می‌شود. در روش خشک، مواد اولیه به صورت خشک آسیاب شده و به صورت پودر خشک به داخل کوره تغذیه می‌شود. در روش نیمه تر نیز مواد خروجی از آسیاب به صورت تر بوده و قبل از تغذیه شدن به کوره آب آن گرفته می‌شود. چهار مرحله اصلی در تولید سیمان وجود دارد: ۱- خرد و آسیاب کردن مواد اولیه ۲- ترکیب مواد با نسبت‌های معین ۳- پخت مخلوط تهیه شده در کوره ۴- آسیاب کردن (نرم کردن) محصول پخته شده (کلینکر) استخراج سنگ آهن به صورت فرآیند آتش‌باری^۱ بوده و سنگ آهن استخراج شده در سنگ‌شکن به قطعات کوچکتری خرد می‌شود. سپس مواد اولیه متناسب با نسبت‌های معین وارد آسیاب گلوله‌ای شده تا به پودر تبدیل و به سیلوهای ذخیره‌سازی منتقل شود. در این مرحله آزمایش‌هایی جهت کنترل کیفیت و تناسب ترکیب مواد خام انجام شده و در صورت تأیید، مخلوط پودری به سیلوهای ذخیره خوراک منتقل می‌شود. در مرحله بعد، مواد وارد پیش‌گرم‌کن شده و پس از خشک شدن وارد کوره و سیستم پخت می‌شود. محصول این مرحله در دمای ۱۳۰۰ درجه سلسیوس کلینکر بوده و با اضافه نمودن گچ به آن و آسیاب کردن مخلوط فوق، سیمان تولید شده و به سیلوهای ذخیره‌سازی سیمان منتقل می‌شوند. شکل ۱ فرآیند تولید سیمان را نشان می‌دهد.

^۱ Blast

شکل ۱ - فرآیند تولید سیمان



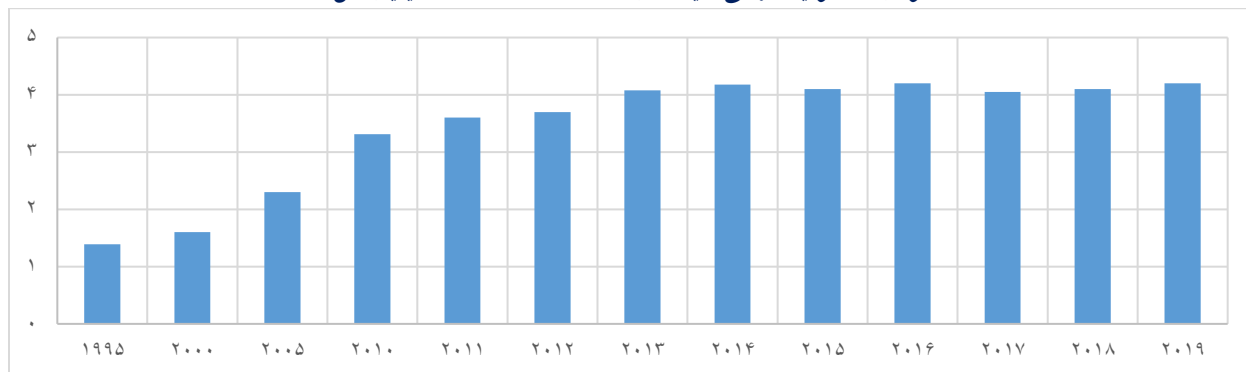
مأخذ: Encyclopedia Britannica

۳ - وضعیت صنعت سیمان در جهان و جایگاه ایران

۳-۱ تولیدکنندگان بزرگ جهان

از آنجایی که صنعت سیمان یکی از صنایع کلیدی توسعه اقتصادی است، رشد مصرف آن در طول زمان با رشد اقتصادی جوامع گره خورده است. به بیان دیگر، سه برابر شدن تولید سیمان از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۹ حاکی از پراهمیت بودن این کالا می‌باشد. نمودار ۱ روند تولید سیمان در جهان را نشان می‌دهد.

نمودار ۱ - تولید جهانی سیمان از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۹ (میلیارد تن)



مأخذ: سایت [statista.com](https://www.statista.com)

در سال ۲۰۱۹، تولید جهانی سیمان با رشد ۱۰۰ میلیون تنی نسبت به سال قبل از آن به ۴/۲ میلیارد تن رسید. تولید سیمان در ایران نیز از ۵۸ میلیون تن در سال ۲۰۱۸ به ۶۰ میلیون تن در سال ۲۰۱۹ افزایش یافت و با سه پله صعود از جایگاه دهم^۷ بزرگترین تولیدکنندگان سیمان در سال ۲۰۱۸ به جایگاه هفتم در سال ۲۰۱۹ دست یافت. چین با تولید ۲/۲ میلیارد تن سیمان (بدون تغییر نسبت به سال ۲۰۱۸) کماکان در صدر بزرگترین تولیدکنندگان جهان قرار دارد. در همین سال، تولید سیمان در هند با ۲۰ میلیون تن رشد نسبت به سال ۲۰۱۸ به ۳۲۰ میلیون تن رسید و در رده دوم تولیدکنندگان بزرگ سیمان قرار گرفت. سومین کشور بزرگ تولیدکننده سیمان در جهان در سال ۲۰۱۹ ویتنام بوده که ۹۵ میلیون تن از تولید جهانی سیمان را به خود اختصاص داده است. همچنین ایالات متحده آمریکا، مصر و اندونزی به ترتیب با تولید ۸۹ میلیون تن، ۷۶ میلیون تن و ۷۴ میلیون تن به ترتیب در جایگاه‌های بعدی تولیدکنندگان بزرگ این محصول قرار گرفتند. تولید سیمان در ترکیه از ۷۲/۵ میلیون تن در سال ۲۰۱۸ به ۵۱ میلیون تن در سال ۲۰۱۹ کاهش یافت و با ۴ پله تنزل در جایگاه یازدهم جهان قرار گرفت. جدول ۲ میزان تولید و سهم از تولید جهانی ده کشور بزرگ تولیدکننده سیمان را نشان می‌دهد. علت افت ۱۸/۵ درصدی تولید سیمان در ایران در سال ۲۰۱۶، رکود در بازار مسکن و ساخت‌وساز و همچنین کاهش تقاضای صادراتی کشورهای همسایه بوده است.

جدول ۲- مقدار تولید و سهم از تولید جهانی ده کشور بزرگ تولیدکننده سیمان

رتبه	کشور	کشورهای برتر تولیدکننده سیمان (میلیون تن)					سهم از تولید جهان (درصد)				
		۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹
۱	چین	۲,۳۵۰/۰	۲,۴۱۰/۰	۲,۳۲۰/۰	۲,۲۰۰/۰	۲,۲۰۰/۰	۵۷/۳	۵۷/۴	۵۷/۳	۵۳/۷	۵۲/۴
۲	هند	۲۷۰/۰	۲۹۰/۰	۲۹۰/۰	۳۰۰/۰	۳۲۰/۰	۶/۶	۶/۹	۷/۲	۷/۳	۷/۶
۳	ویتنام	۶۱/۰	۷۰/۰	۷۸/۸	۹۰/۲	۹۵/۰	۱/۵	۱/۷	۱/۹	۲/۲	۲/۳
۴	ایالات متحده آمریکا	۸۳/۴	۸۵/۹	۸۶/۶	۸۷/۰	۸۹/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۱	۲/۱	۲/۱
۵	مصر	۵۵/۰	۵۵/۰	۵۳/۰	۸۱/۲	۷۶/۰	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۲/۰	۱/۸
۶	اندونزی	۶۵/۰	۶۳/۰	۶۵/۰	۷۵/۲	۷۴/۰	۱/۶	۱/۵	۱/۶	۱/۸	۱/۸
۷	ایران	۶۵/۰	۵۳/۰	۵۴/۰	۵۸/۰	۶۰/۰	۱/۶	۱/۳	۱/۳	۱/۴	۱/۴
۸	روسیه	۶۹/۰	۵۶/۰	۵۴/۷	۵۳/۷	۵۷/۰	۱/۷	۱/۳	۱/۴	۱/۳	۱/۴
۹	برزیل	۷۲/۰	۶۰/۰	۵۳/۰	۵۳/۰	۵۵/۰	۱/۸	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳
۱۰	کره جنوبی	۶۳/۰	۵۵/۰	۵۶/۵	۵۷/۵	۵۵/۰	۱/۵	۱/۳	۱/۴	۱/۴	۱/۳
	جهان	۴,۱۰۰/۰	۴,۲۰۰/۰	۴,۰۵۰/۰	۴,۱۰۰/۰	۴,۲۰۰/۰	-	-	-	-	-

مأخذ: سایت statista.com

در سال ۲۰۱۸ ظرفیت اسمی تولید سیمان در ایران در حدود ۸۶ میلیون تن بوده^۸ و سهم تولید محقق شده از تولید جهانی سیمان در این سال معادل ۱/۴ درصد بوده است. به بیان دیگر، ایران در این سال در حدود ۶۷ درصد از ظرفیت خود را بکارگرفته است. در حدود ۹۶ خط تولید فعال در ۷۴ کارخانه سیمان کشور وجود دارد. با وجود فعالیت چند دهه صنعت سیمان در ایران، با توجه به کارکرد کمتر از ده‌ساله نیمی از خطوط بهره‌برداری، امکان توسعه و بهره‌برداری واحدهای تولید سیمان وجود دارد.

۲-۳ مصرف‌کنندگان بزرگ جهان

مصرف جهانی سیمان در سال ۲۰۱۹ در حدود ۲/۸ درصد نسبت به سال قبل از آن رشد داشته است. درصد عمده‌ای از این رشد به دلیل افزایش مصرف سیمان در چین به میزان ۴/۹ درصد نسبت به سال ۲۰۱۸ بوده است. به نحوی که مصرف سیمان در چین

^۷ دنیای معدن، اسفند ۱۳۹۸، کد خبر: ۱۴۳۸۶۱

^۸ ایرنا به نقل از سازمان مطالعات زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا، فروردین ۱۳۹۸، کد خبر: ۸۳۲۶۶۹۷۱

به مقداری در حدود ۲/۳ میلیارد تن در این سال رسیده است. بدون در نظر گرفتن مصرف سیمان در چین، مصرف جهانی این کالا با رشد ۰/۳ درصدی نسبت به سال ۲۰۱۸ به ۱/۸ میلیارد تن در سال ۲۰۱۹ رسیده است. رشد مصرف سیمان در هند که دومین مصرف‌کننده بزرگ این کالا در جهان بوده در سال ۲۰۱۹ در حدود ۳ درصد نسبت به سال قبل از آن بوده است. مصرف سیمان در ایالات متحده آمریکا نیز در سال ۲۰۱۹ تقریباً با رشد ۲/۱ درصدی نسبت به سال ۲۰۱۸ همراه بوده است. از لحاظ منطقه‌ای، بیشترین رشد مصرف سیمان در سال ۲۰۱۹ مربوط به آفریقای زیرصحرایی^۹ بوده که این مقدار در حدود ۶-۵ درصد نسبت به سال قبل از آن برآورد شده است. پیش‌بینی می‌شود مصرف جهانی سیمان با رشد سالانه ۲/۹ درصدی طی سال‌های ۲۱-۲۰۱۸ همراه باشد و حجم آن در سال ۲۰۲۱ در حدود ۴/۴ میلیارد تن شود. لازم به ذکر است پیش‌بینی‌های فوق پیش از شیوع کرونا بوده و در واقع این مقادیر تحت تأثیر کاهش درآمد و کاهش بودجه تخصیص داده شده به بخش ساختمان خواهند بود. جدول ۳ پیش‌بینی تقاضای سیمان را برای برخی از کشورهای منتخب در سال ۲۰۲۰ نشان می‌دهد.

جدول ۳- پیش‌بینی تقاضای سیمان در برخی کشورهای منتخب در سال ۲۰۲۰ (میلیون تن)

کشور	پیش‌بینی تقاضای سیمان در سال ۲۰۲۰
چین	۲,۴۵۷/۰
هند	۳۵۳/۰
ایالات متحده آمریکا	۱۰۷/۰
اندونزی	۸۲/۰
ویتنام	۷۲/۰
روسیه	۶۵/۰
برزیل	۶۲/۰
مصر	۵۲/۰
کره جنوبی	۵۱/۰
عربستان سعودی	۵۰/۰
ژاپن	۴۸/۰
آلمان	۲۸/۰

مأخذ: سایت statista.com

۳-۳ بزرگترین صادرکنندگان و واردکنندگان سیمان در جهان

ارزش صادرات سیمان در سال ۲۰۱۸ برابر با ۱۰/۱ میلیارد دلار بوده است. در همین سال، آسیا ۴۹/۱ درصد از ارزش صادرات جهانی سیمان و اروپا و آمریکای شمالی به ترتیب با ۳۲/۹ درصد و ۸/۶ درصد از صادرات جهانی سیمان را به خود اختصاص داده‌اند. جدول ۴ بزرگترین کشورهای صادرکننده و واردکننده سیمان را از نظر ارزش صادرات و واردات در سال ۲۰۱۸ نشان می‌دهد. سهم مجموع ۱۵ کشور بزرگ صادرکننده در حدود ۶۲ درصد از صادرات جهانی سیمان در سال ۲۰۱۸ بوده است. واردات سیمان در سال ۲۰۱۸ در جهان در حدود ۱۱ میلیارد دلار^{۱۰} بوده و نسبت به مقدار آن در سال ۲۰۱۷ تقریباً ۱۰/۷ درصد کاهش یافته است. سهم آفریقا از واردات جهانی سیمان در این سال برابر با ۱۵/۵ درصد بوده و این مقدار برای آمریکای شمالی و آمریکای

^۹ Sub-Saharan Africa

^{۱۰} علت اختلاف ارزش واردات و صادرات سیمان، عدم وجود اطلاعات کامل مربوط به تمام کشورهای واردکننده و صادرکننده سیمان بوده است.

لاتین به جز مکزیک نیز به ترتیب برابر با ۱۳/۸ و ۵/۹ و همچنین سهم اقیانوسیه از واردات جهانی برابر با ۲/۵ درصد در این سال بوده است. در مجموع سهم ۱۵ کشور بزرگ واردکننده از ارزش واردات جهانی سیمان در سال ۲۰۱۸ در حدود ۵۲ درصد برآورد شده است.

جدول ۴ - برترین کشورهای صادرکننده و واردکننده سیمان از نظر ارزش صادرات و واردات در سال ۲۰۱۸

رتبه	کشور	ارزش صادرات (میلیون دلار)	سهم از ارزش صادرات جهانی (درصد)	رتبه	کشور	ارزش واردات (میلیون دلار)	سهم از ارزش واردات جهانی (درصد)
۱	ویتنام	۱,۱۰۰	۱۱/۱	۱	ایالات متحده آمریکا	۱,۴۰۰	۱۲/۴
۲	تایلند	۶۳۳/۸	۶/۳	۲	چین	۶۵۲/۱	۵/۹
۳	ترکیه	۶۱۴/۴	۶/۱	۳	فیلیپین	۵۴۰/۶	۴/۹
۴	آلمان	۵۴۱/۶	۵/۳	۴	فرانسه	۴۰۸/۵	۳/۷
۵	کانادا	۵۳۶/۶	۵/۳	۵	هلند	۳۷۶/۷	۳/۴
۶	چین	۴۹۱/۷	۴/۸	۶	بنگلادش	۳۲۹/۴	۳/۰
۷	اسپانیا	۴۳۷/۸	۴/۳	۷	غنا	۳۲۳/۴	۲/۹
۸	ژاپن	۳۲۷/۱	۳/۲	۸	هنگ کنگ	۳۱۶/۳	۲/۹
۹	هند	۲۹۵/۸	۲/۹	۹	اسرائیل	۲۳۵/۳	۲/۱
۱۰	پاکستان	۲۶۴/۴	۲/۶	۱۰	سریلانکا	۲۲۸/۵	۲/۱
۱۱	اندونزی	۲۳۷/۸	۲/۳	۱۱	آلمان	۲۱۱/۵	۱/۹
۱۲	یونان	۲۲۶/۹	۲/۲	۱۲	استرالیا	۲۰۷/۴	۱/۹
۱۳	کره جنوبی	۱۹۰/۵	۱/۹	۱۳	سنگاپور	۱۹۵/۴	۱/۸
۱۴	مکزیک	۱۸۳/۸	۱/۸	۱۴	ساحل عاج	۱۷۱/۶	۱/۶
۱۵	ایرلند	۱۷۸/۲	۱/۸	۱۵	ایتالیا	۱۵۲/۹	۱/۴
	سایر	۳,۸۳۹/۶	۳۸/۰		سایر	۵,۲۵۰/۳	۴۸/۰
	مجموع	۱۰,۱۰۰/۰	۱۰۰/۰		مجموع	۱۱,۰۰۰/۰	۱۰۰/۰

مآخذ: سایت <http://www.worldstopexports.com>

۴-۳ شرکت‌های تولیدکننده و هلدینگ‌های بزرگ سیمان جهان

جدول ۵ ده شرکت تولیدکننده و سرمایه‌گذار بزرگ سیمان جهان را در سال ۲۰۱۸ نشان می‌دهد. در این میان، سه شرکت تولیدکننده و سرمایه‌گذار در چین حضور دارند که در مجموع ۹۳۹/۳ میلیون تن سیمان تولید می‌کنند. شرکت CNBR در سال ۲۰۰۴ تأسیس شد و با ظرفیت ۴۰۹ میلیون تن مشغول به فعالیت کرد و در سال ۲۰۱۸ در مراحل پایانی ادغام با شرکت Sinoma بود که مجموع ظرفیت تولید آن دو در سال ۲۰۱۸ به ۵۲۱ میلیون تن در سال رسید. دو شرکت Lafarge در فرانسه و Holcim در سوئیس در سال ۲۰۱۵ ادغام شد و در سال ۲۰۱۷ با بکارگیری ۵۹ درصد از ظرفیت خود تقریباً ۲۱۰ میلیون تن سیمان به فروش رساند. شرکت Anhui Conch در سال ۱۹۹۷ تأسیس شد و به واسطه افزایش تقاضای سیمان در چین در سال ۲۰۰۰ رشد سریعی داشت و فروش آن در سال ۲۰۱۷ به ۲۹۰ میلیون تن رسید. همچنین ظرفیت تولید کلینکر در این شرکت در سال ۲۰۱۷ در حدود ۲۴۶ میلیون تن بوده است.

در میان تولیدکنندگان ایرانی، هلدینگ سیمان فارس و خوزستان با ۱۳ کارخانه و ظرفیت ۱۹/۶ میلیون تن در جایگاه بیستم بزرگترین شرکت‌های تولیدکننده و هلدینگ‌های بزرگ سیمان جهان در این سال قرار گرفته است. همچنین، هلدینگ سرمایه‌گذاری غدیر و شرکت سیمان تهران به ترتیب در رده‌های ۴۱ و ۵۷ تولیدکنندگان بزرگ جهان قرار گرفته‌اند.

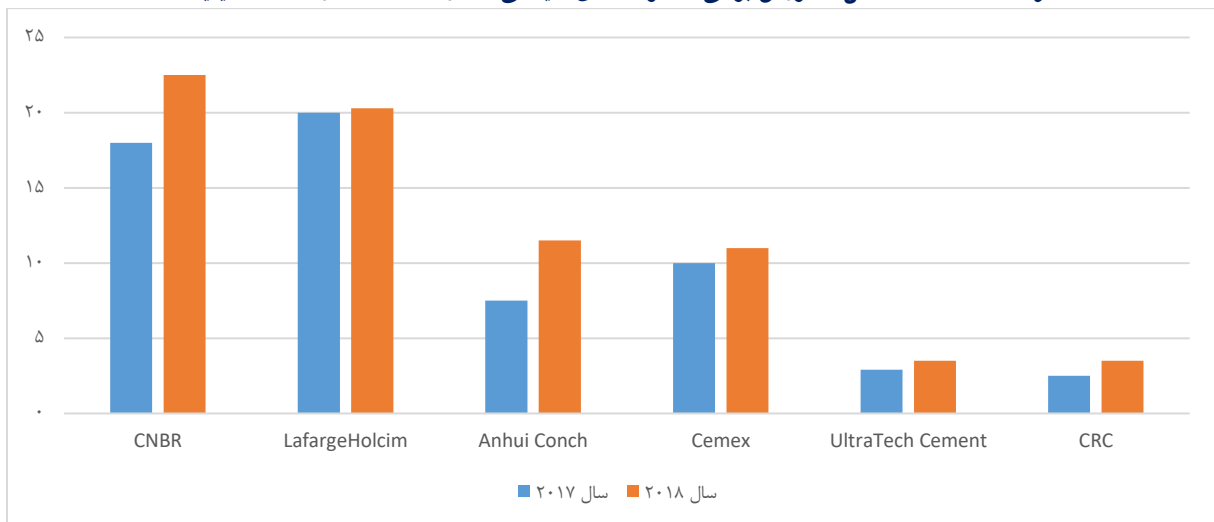
جدول ۵- ده شرکت تولیدکننده و هلدینگ بزرگ سیمان جهان

رتبه	نام شرکت	کشور	ظرفیت اسمی در سال ۲۰۱۸ (میلیون تن)	سهم ظرفیت از تولید جهانی (درصد)
۱	China National Building Materials (CNBM)/Sinoma	چین	۵۲۱/۰	۱۱/۶
۲	LafargeHolcim	سوئیس	۳۵۶/۰	۸/۰
۳	Anhui Conch	چین	۳۳۵/۰	۷/۵
۴	HeidelbergCement	آلمان	۱۸۷/۸	۴/۲
۵	Cemex	مکزیک	۹۵/۶	۲/۱
۶	UltraTech Cement	هند	۹۳/۵	۲/۱
۷	China Resources Cement Holdings	چین	۸۳/۳	۱/۸
۸	Votorantim	برزیل	۷۰/۹	۱/۶
۹	Taiwan Cement	تایوان	۶۹/۰	۱/۵
۱۰	CRH	ایرلند	۶۳/۳	۱/۴
	مجموع		۱,۸۷۵/۴	۴۱/۸

مأخذ: سایت Globalcement.com

نمودار ۲ درآمد حاصل از فروش برخی از شرکت‌های سیمانی را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود در سال ۲۰۱۸ شرکت Anhui Conch با ۵۳ درصد رشد نسبت به سال قبل از آن بیشترین درصد افزایش در آمد را در میان شرکت‌های مورد بررسی داشته است.

نمودار ۲- درآمد حاصل از فروش برخی از شرکت‌های سیمانی در دو سال ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ (میلیارد دلار)



مأخذ: سایت Globalcement.com، ۲۰۱۸

۵-۳ کاربردهای سیمان

یکی از مهم‌ترین کاربردهای سیمان استفاده از آن در ساخت بتن است، به طوری که وزن یک مترمکعب بتن در حدود ۲,۴۰۰ کیلوگرم بوده و برای تولید آن به ۳۵۰ کیلوگرم سیمان نیاز می‌باشد. جدول ۶ ده شرکت بزرگ تولیدکننده بتن را در سال ۲۰۱۷ نشان می‌دهد.

جدول ۶ - ده شرکت بزرگ تولیدکننده بتن در سال ۲۰۱۷

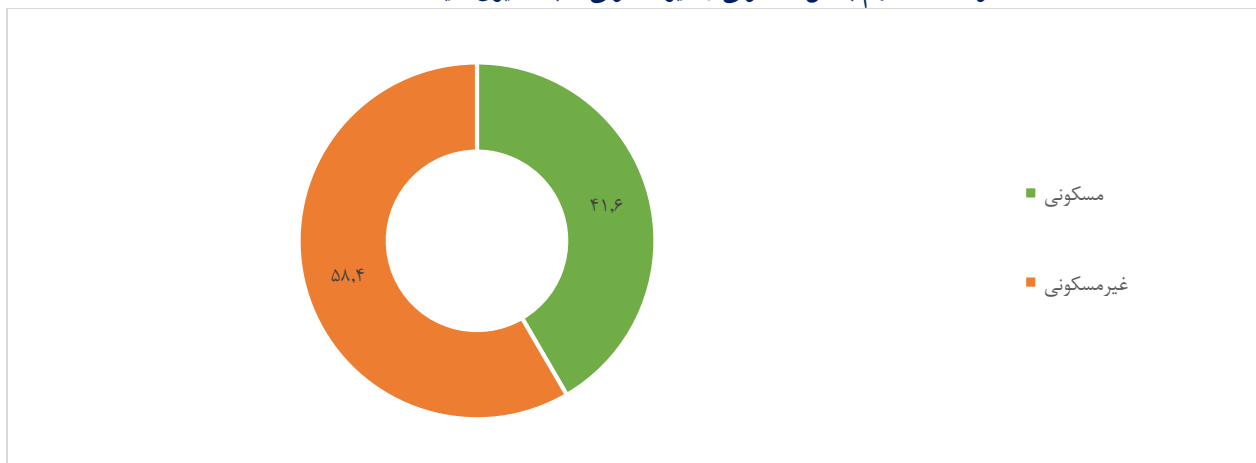
رتبه	نام شرکت	تولید (میلیون مترمکعب)	سهم از تولید ۲۵ شرکت بزرگ تولیدکننده (درصد)	سهم از تولید جهانی (درصد)	کشور
۱	China National Building Materials (CNBM)	۸۲/۲	۲۱/۲	۲/۲	چین
۲	Cemex	۵۲/۰	۱۳/۴	۱/۴	مکزیک
۳	LafargeHolcim	۵۰/۶	۱۳/۰	۱/۴	سوئیس
۴	HeidelbergCement	۴۷/۲	۱۲/۲	۱/۳	آلمان
۵	CRH (inc. Oldcastle)	۲۷/۰	۷/۰	۰/۷	ایرلند
۶	BBMG Corporation (with Jidong)	۱۴/۷	۳/۸	۰/۴	چین
۷	UltraTech Cement	۱۴/۰	۳/۶	۰/۴	هند
۸	Buzzi Unicem	۱۲/۳	۳/۲	۰/۳	ایتالیا
۹	Cement Argos	۱۰/۶	۲/۷	۰/۳	کلمبیا
۱۰	Vicat	۹/۷	۲/۵	۰/۳	فرانسه

مأخذ: Global Cement, Top Concrete Producers:

* هر مترمکعب بتن در حدود ۲,۴۰۰ کیلوگرم است.

به طور کلی سیمان در دو بخش ساخت سازه‌های مسکونی و غیرمسکونی (ساخت پل، مدرسه، سد، جاده و ساختمان‌های تجاری) کاربرد داشته و چنانچه نمودار ۳ نشان می‌دهد، در سال ۲۰۱۸ در حدود ۵۸/۴ درصد از سیمان در بخش غیرمسکونی و ۴۱/۶ درصد مابقی در بخش مسکونی بکار رفته است.

نمودار ۳ - سهم بخش مسکونی و غیرمسکونی از بکارگیری سیمان در سال ۲۰۱۸



مأخذ: Fortune Business Insights, Metals and Minerals, Cement Market, ۲۰۱۹

در ادامه، انواع سیمان در جدول ۷ مطرح و کاربردهای هر یک عنوان شده است.

جدول ۷- انواع سیمان و گستره کاربرد آنها

انواع	کلاس	گستره کاربرد
سیمان پرتلند	نوع ۱-۳۲۵	برای مصرف عمومی ابنیه و ساختمان
	نوع ۱-۴۲۵	با مقاومت بالا خصوصاً در مقابل زلزله، برای مصرف در مقاوم سازی ساختمان‌ها - این نوع سیمان مشخصات فیزیکی و شیمیایی ۱-۳۲۵ را دارد اما مقاومت فشاری اولیه (۲ روزه) حداقل ۱۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مکعب و مقاومت نهایی (۲۸ روزه) حداقل ۴۲۵ و حداکثر ۶۲۵ کیلوگرم بر سانتی متر مکعب دارد.
	نوع ۱-۵۲۵	مقاومت بیشتری از ۱-۴۲۵ دارد. این نوع سیمان دارای مشخصات فیزیکی و شیمیایی سیمان ۱-۳۲۵ است، اما مقاومت فشاری اولیه (۲ روزه) حداقل ۲۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مکعب و مقاومت نهایی (۲۸ روزه) حداقل ۵۲۵ کیلوگرم بر سانتی متر مکعب دارد.
	نوع ۲	برای مصرف عمومی و به طور ویژه موارد با مقاومت متوسط و حرارت هیدراسیون متوسط و برای مصرف در ساختن سدها و قطعات بزرگ بتنی
	نوع ۳	با مقاومت اولیه بالا برای بتن ریزی سریع و برداشت کفراژ پس از مدت زمان کوتاه
	نوع ۴	با حرارت هیدراسیون کم برای مصرف در ساختمان سدها و قطعات بزرگ بتنی
	نوع ۵	در مواقعی که مقاومت زیاد در مقابل سولفات‌ها مورد نظر باشد و در ساختمان بنادر، پل‌ها و قطعات بزرگ بتنی کاربرد دارد.
	پوزولانی	در ساختمان‌های بتنی معمولی و بیشتر در مواردی که مقاومت متوسط در مقابل املاح شیمیایی (سولفات و کلر) و نیز حرارت هیدراسیون متوسط مورد نظر باشد، استفاده می‌شود.
	پوزولانی ویژه	۱- دوام و پایداری بتن حاصل شده در محیط‌های با خوردگی زیاد حاوی غلظت بالای کلر و سولفات، بسیار مطلوب است. ۲- به سبب حرارت هیدراسیون اولیه کم، دارای کاربرد گسترده‌ای در بتن‌ریزی‌های حجیم است. ۳- به سبب جذب نسبتاً کامل $CaCO_3$ حاصل از هیدراسیون، حذب نسبتاً کامل تخلخل بتن صورت می‌پذیرد. ۴- در مواردی که شن و ماسه مستعد ایجاد واکنش سیلیکاتی-قلیایی‌اند قابلیت مصرف گسترده دارد و انجام این واکنش‌ها را به شدت محدود می‌کند. ۵- قابلیت مصرف بالایی در محیط‌های بسیار گرم و مرطوب دارد و نیاز به خنک سازی و کاهش درجه حرارت بتن و صرف هزینه زیاد در این مورد برای بتن‌های ساخته شده از این سیمان وجود ندارد. ۶- با توجه به ماهیت پوزولان و حرارت هیدراسیون کم، در مورد کاربرد این سیمان در هوای سرد و مصارف معمولی باید زمان بیشتری را برای نگهداری بتن صرف کرد.
	آهکی	این نوع سیمان در تهیه ملات بتن در کلیه مواردی که سیمان پرتلند نوع ۱ به کار می‌رود قابل استفاده است. دوام بتن را در برابر یخ زدن، آب شدن و املاح یخ‌زا و عوامل شیمیایی بهبود می‌دهد.
سیمان سرباره‌ای ضد سولفات	کاهش انتقال موئینه آب تحت فشار ناچیز یا بدون فشار	
سیمان سرباره‌ای ضد سولفات	در مواقعی که مقاومت متوسط در مقابل سولفات‌ها و حرارت هیدراتاسیون متوسط مورد نظر است، استفاده می‌شود.	
سیمان بنایی	MC۵/۲۲x	در ساخت ملات آجرکاری، بلوک‌کاری، اندودکاری بیرونی و داخلی ساختمان، کف‌پوش‌ها، جداول و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد.
سیمان حفاری	A	برای مصرف تا عمق ۶۰۰۰ فوت (۱۸۲۹ متر)
	B	مقاوم در برابر سولفات برای مصرف تا عمق ۶۰۰۰ فوت (۱۸۲۹ متر)
	D	مقاوم در برابر سولفات برای مصرف تا عمق ۱۲۰۰۰ فوت (۳۶۵۸ متر)
	E	مقاوم در برابر سولفات برای مصرف تا عمق ۱۴۰۰۰ فوت (۴۲۶۷ متر)
	G	سیمان پایه، برای مصرف تا عمق ۸۰۰۰ فوت (۲۴۳۸ متر) و مقاوم در برابر سولفات
سیمان نسوز ۴۵۰	حاوی بیش از ۴۰ درصد Al_2O_3 با اتصال هیدروکسیلی و فازهای آلومینات کلسیم که برای مصرف به عنوان ماده نسوز در صنایع حرارتی استفاده می‌شود.	
سیمان نسوز ۵۰۰	حاوی بیش از ۷۰ درصد Al_2O_3 با اتصال هیدروکسیلی و فازهای CA و CA_2 که برای مصرف به عنوان ماده نسوز با درصد خلوص بالا در صنایع حرارتی و اتمسفرهای H_2 و CO به کار می‌رود.	
سیمان نسوز ۵۵۰	حاوی بیش از ۸۰ درصد Al_2O_3 با اتصال هیدروکسیلی و آلومینات کلسیم به عنوان ترکیب اصلی، نسوز و دارای خواص ترمودینامیکی بالا و کاربردهای ویژه نسوز مانند اتمسفرهای احیای هیدروژن	
سیمان‌های چاه نفت	درزگیری چاه‌های نفت، حفر چاه‌های آب و فاضلاب	
سیمان‌های با گیرش تنظیمی	سیمان‌های با گیرش از چند دقیقه تا یک ساعت	
سیمان‌های رنگی	جنبه تزئینی و آرایشی دارند و در نما سازی سیمانی و تولید بتن نما دار به مصرف می‌رسند.	

مآخذ: نشریه فن‌آوری سیمان، اسفند ۱۳۹۱

سیمان نوع ۱: این نوع سیمان که به آن سیمان پرتلند معمولی نیز گفته می‌شود، برای مصارف عمومی که ویژگی خاصی از بتن مد نظر نیست کاربرد دارد. از این نوع سیمان در ساختن پیاده‌روها، روسازی جاده‌ها، پل‌ها، راه‌آهن، مخازن، لوله‌های آب و ملات برای بنایی استفاده می‌شود. در مناطق گرمسیر و در بتن‌ریزی‌های حجیم که احتمال افزایش دمای بتن به ترتیب تا ۳۲ درجه سلسیوس و ۱۵ درجه سلسیوس وجود دارد، مصرف این نوع از سیمان می‌بایست با احتیاط صورت گیرد.

سیمان نوع ۲: از این نوع سیمان در مواردی که حرارت هیدراتاسیون متوسط و مقاومت در برابر نفوذ سولفات‌ها در حد متوسط لازم است، استفاده می‌شود. به دلیل محدود بودن فاز آلومینات و کم بودن فاز تری‌کلسیم‌سیلیکات در این سیمان، مقاومت فشاری اولیه و نهایی آن کمتر از سیمان نوع ۱ بوده و معمولاً کندتر از سیمان نوع ۱ می‌گیرد. در فرآیند گیرش سیمان نوع ۲، حرارت کمتری تولید می‌شود، لذا این نوع از سیمان در ساخت سازه‌های حجیم کاربرد دارد، لذا به هنگام گرفتن بتن حرارت کمتری ایجاد شده و حجم بتن محدود نمی‌شود.

سیمان نوع ۳: این نوع از سیمان تمامی خواص سیمان نوع ۱ را داشته، با این تفاوت که بسیار ریزتر آسیاب شده و این ویژگی موجب گیرش سریع‌تر آن می‌شود. این نوع از سیمان در دوره زمانی یک هفته، مقاومت ۲۸ روزه سیمان نوع ۱ را به دست می‌آورد. در واقع، در مواردی که بخواهند سیمان را زودتر از معمول از قالب برداشته و بتن را استفاده و بارگذاری کنند، این نوع سیمان کاربرد دارد. به این نوع از سیمان، سیمان زودگیر نیز گفته می‌شود و در دماهای سرد (تقریباً ۴ درجه سلسیوس) کاربرد دارد.

سیمان نوع ۴: مقدار تری‌کلسیم‌سیلیکات و تری‌کلسیم‌آلومینات در این نوع از سیمان نسبت به سایر انواع کمتر بوده و حرارت کمتری نیز تولید می‌کند. به بیان دیگر، این نوع از سیمان در مواردی که شدت و مقدار حرارت تولیدی حائز اهمیت بوده، کاربرد فراوانی دارد. از آنجایی که افزایش مقاومت این سیمان آهسته صورت می‌گیرد، به این نوع سیمان، سیمان دیرگیر نیز اطلاق می‌شود و از این ویژگی در ساخت سازه‌های آبی استفاده می‌کنند، زیرا فرصت کافی برای بتن‌ریزی را خواهد داشت.

سیمان نوع ۵: این نوع از سیمان در بتن‌هایی که در معرض نفوذ سولفات‌ها قرار دارند، مناسب بوده و به همین دلیل به سیمان ضد سولفات معروف است. این نوع از سیمان دیرگیرتر از سیمان معمولی بوده و حد مقاومت ۳، ۷ و ۲۸ روزه این نوع از سیمان کمتر از سایر سیمان‌های پرتلند است و به همین دلیل برای ساخت سازه‌های نیازمند به مقاومت بالا دارای محدودیت کاربرد است.

سیمان پوزولانی: این نوع از سیمان برای مصارف عمومی در ساخت ملات یا بتن کاربرد داشته و با نشانه پ.پ عرضه می‌شود. خواص این نوع از سیمان بسته به نوع و ویژگی پوزولان مورد استفاده فرق می‌کند. پایین بودن حرارت هیدراتاسیون اولیه و نهایی، کاهش نفوذپذیری بتن و ایجاد دوام قابل توجه در مقابل خوردگی، جذب قلیایی سیمان و توانایی حفظ بتن در زمان طولانی‌تر از ویژگی‌های هستند که کاربرد وسیع این نوع از سیمان را در مناطق گرمسیر و بتن‌ریزی‌های حجیم، سنگدانه‌های نامرغوب و واکنش‌ها در محیط‌های قلیایی و محیط‌های حاوی یون‌های سولفات و کلر سبب می‌شود. در سیمان پوزولانی ویژه، درصد وزنی ماده پوزولانی بین ۱۵ تا ۴۰ درصد می‌باشد.

سیمان سفید: این نوع از سیمان دارای آهن و منگنز بسیار کمی بوده و مصرف این نوع از سیمان محدود به مکانی است که نیاز به نمای با رنگ سفید و یا روشن باشد. خواص گیرش و مقاومت حاصل شده این نوع سیمان مشابه سیمان معمولی است.

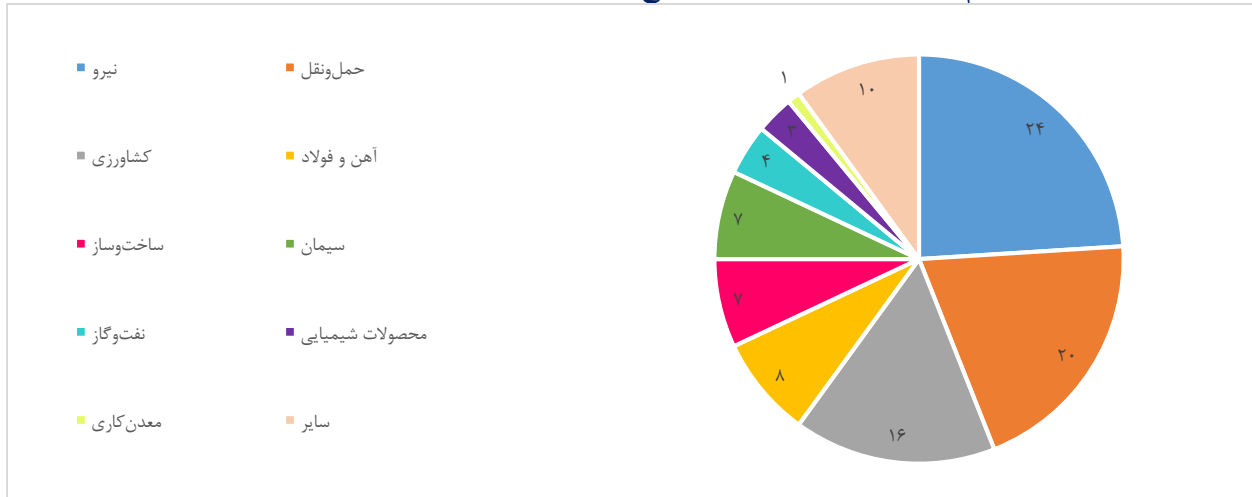
سیمان‌های رنگی: این نوع از سیمان به رنگ‌های قرمز، زرد، آبی و سایر رنگ‌های مشابه بوده و در واقع از افزودن ۲ تا ۱۵ درصد پودر سنگ‌های رنگی به سیمان معمولی حاصل شده است. در تهیه سیمان با رنگ سبز از سنگ حاوی کروم، سیمان آبی رنگ از سنگ کبالت‌دار، سیمان زردرنگ از سنگ‌های آهن‌دار از قبیل هیدروکسید آهن یا هماتیت، سیمان قرمز از آهن‌اکسید (Fe_2O_3) و سیمان سیاه از آهن‌اکسید دو ظرفیتی (FeO) استفاده می‌شود.

سیمان بنایی: از این نوع سیمان در ساخت ملات آجرکاری، بلوک‌کاری، اندودکاری داخلی و بیرونی ساختمان، کف‌پوش‌ها و جداول استفاده می‌شود. چسبندگی مطلوب سیمان بنایی با مصالح دیگر، کارایی بالاتر ملات این نوع سیمان در مقایسه با سایر سیمان‌ها، جمع‌شدگی کمتر آن در مقایسه با سایر سیمان‌ها و جذب پایین آب و پایداری بهتر در مقابل املاح شیمیایی از جمله مزایای استفاده از این سیمان می‌باشند.

۴ - انتشار کربن دی اکسید در صنعت سیمان و ایجاد آلاینده‌های زیست محیطی

سیمان یکی از کالاهایی است که طیف کاربردی گسترده‌ای در زندگی بشر داشته و در واقع بعد از آب دومین محصول پرکاربرد در جهان بوده است. در سال ۲۰۱۵، کربن دی اکسید منتشر شده از صنعت سیمان در محیط زیست در حدود ۲/۸ میلیارد تن بوده که معادل با ۸ درصد کل کربن دی اکسید گسیل شده در جهان بوده است. نمودار ۴ سهم انتشار کربن دی اکسید به محیط زیست توسط صنایع و بخش‌های مختلف را در سال ۲۰۱۷ از مقدار کل آن در جهان نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود در این سال صنعت سیمان سهمی در حدود ۷ درصد از کربن دی اکسید گسیل شده در جهان را داشته است.

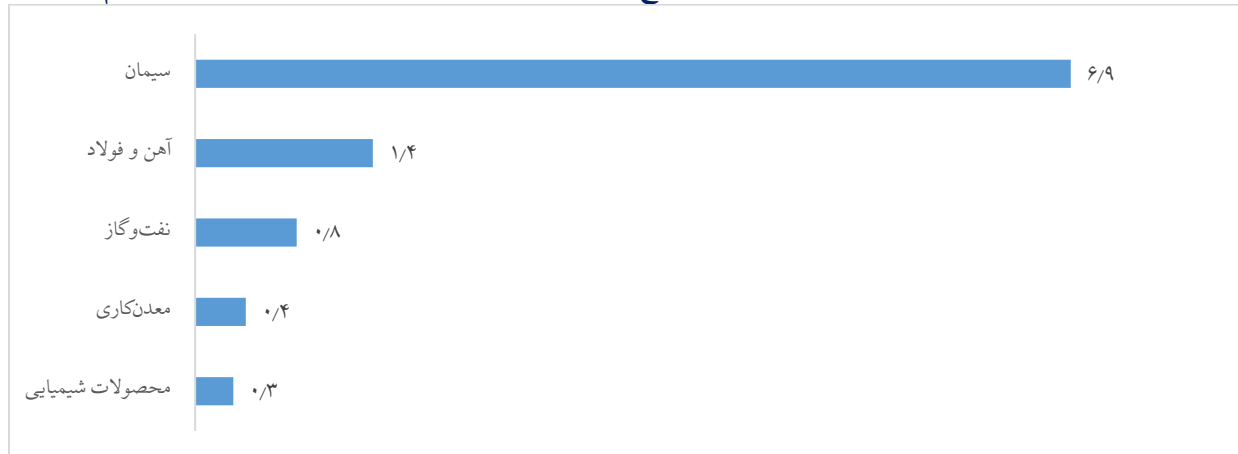
نمودار ۴ - سهم انتشار کربن دی اکسید توسط صنایع و بخش‌های مختلف در جهان در سال ۲۰۱۷ (درصد)



مأخذ: گزارش Laying the foundations for non-carbon cement, McKinsey & Company، ۲۰۲۰
* خط تیره در حاشیه برخی از مقاطع نشان‌دهنده مشمول شدن آنها در گروه صنایع می‌باشد.

نمودار ۵ میزان کربن دی اکسید تولید شده توسط صنایع مختلف را به ازای هر دلار درآمد آنها نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود در سال ۲۰۱۷، به ازای هر دلار درآمد صنعت سیمان ۶/۹ کیلوگرم کربن دی اکسید در محیط زیست منتشر شده است. صنعت آهن و فولاد، صنعت نفت و گاز، معدن کاری و تولید محصولات شیمیایی در جایگاه‌های بعدی بزرگترین منتشرکننده کربن دی اکسید به ازای هر دلار درآمد آنها در سال ۲۰۱۷ بوده‌اند.

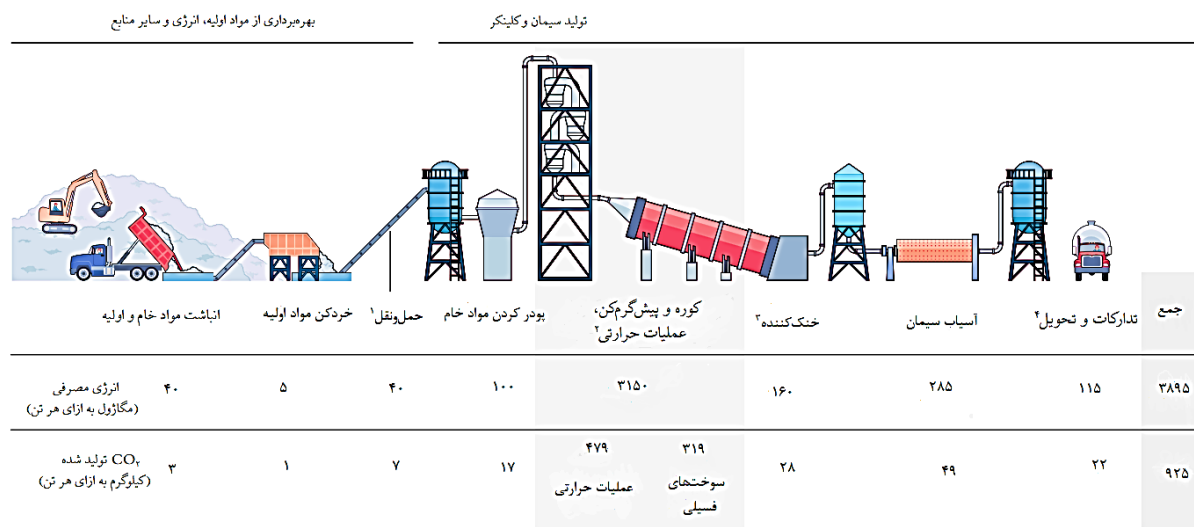
نمودار ۵ - میزان کربن دی اکسید منتشر شده توسط صنایع مختلف به ازای هر دلار درآمد آنها در سال ۲۰۱۷ (کیلوگرم)



مأخذ: گزارش Laying the foundations for non-carbon cement, McKinsey & Company، ۲۰۲۰

شکل ۲ انرژی مصرف شده و کربن دی اکسید منتشر شده در واحدهای مختلف صنعت سیمان را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود، در کوره و پیش‌گرم‌کن‌ها که عملیات حرارتی^{۱۱} صورت می‌گیرد بیشترین مقدار انرژی مصرف شده و همینطور بیشترین میزان کربن دی اکسید تولید شده است و بهینه‌سازی این بخش از صنعت سیمان تأثیر بسیاری بر روی کاهش انتشار CO₂ خواهد داشت.

شکل ۲- انرژی مصرفی و کربن دی اکسید تولید شده در واحدهای مختلف تولید سیمان



مأخذ: گزارش Laying the foundations for non-carbon cement, McKinsey & Company، ۲۰۲۰

- ^۱ مصرف انرژی به صورت یک کیلووات ساعت به ازای هر تن در هر ۱۰۰ متر فرض شده است.
- ^۲ اطلاعات از Global Cement and Concrete Association در سال ۲۰۱۷ گرفته شده و مقادیر به طور متوسط گزارش شده‌اند.
- ^۳ توان یا انرژی الکتریکی به ازای هر تن کلینکر ۵ کیلووات ساعت در نظر گرفته شده است.
- ^۴ حمل و نقل توسط ماشین باری و مسافت به طور متوسط ۲۰۰ کیلومتر در نظر گرفته شده است.

اگرچه استفاده از سیمان در بخش ساخت‌وساز و در نتیجه توسعه جوامع صورت می‌گیرد، طبق اهداف تعیین شده در توافق‌نامه پاریس به منظور کنترل دمای کره زمین، شرکت‌های سیمانی ملزم به کاهش نشر کربن دی اکسید می‌باشند. طبق این توافق‌نامه، متوسط افزایش دمای کره زمین در این قرن نسبت به مقدار آن در دوران پیش از صنعتی شدن می‌بایست کمتر از دو درجه سلسیوس و یا حتی ۱/۵ درجه سلسیوس باشد. به طور معمول، بیش از نیمی از کربن دی اکسید آزاد شده در صنعت سیمان از بخش تولید کلینکر حاصل می‌شود. راهکارهایی برای کاهش نشر کربن دی اکسید از قبیل به دام انداختن کربن، استفاده و نگهداری آن^{۱۲}، جایگزینی کلینکر با سایر مواد نظیر خاکستر بادی^{۱۳} و سرباره کوره بلند^{۱۴} و در نهایت کاهش استفاده از سیمان برای ساخت‌وساز وجود دارند. همچنین نوع سوخت و بهینگی تجهیزات در فرآوری کلینکر در میزان انتشار کربن دی اکسید مؤثر هستند. با رشد استفاده از سیمان در سال‌های

^{۱۱} Calcination

^{۱۲} CCUS, Carbon Capture, Use, and Storage

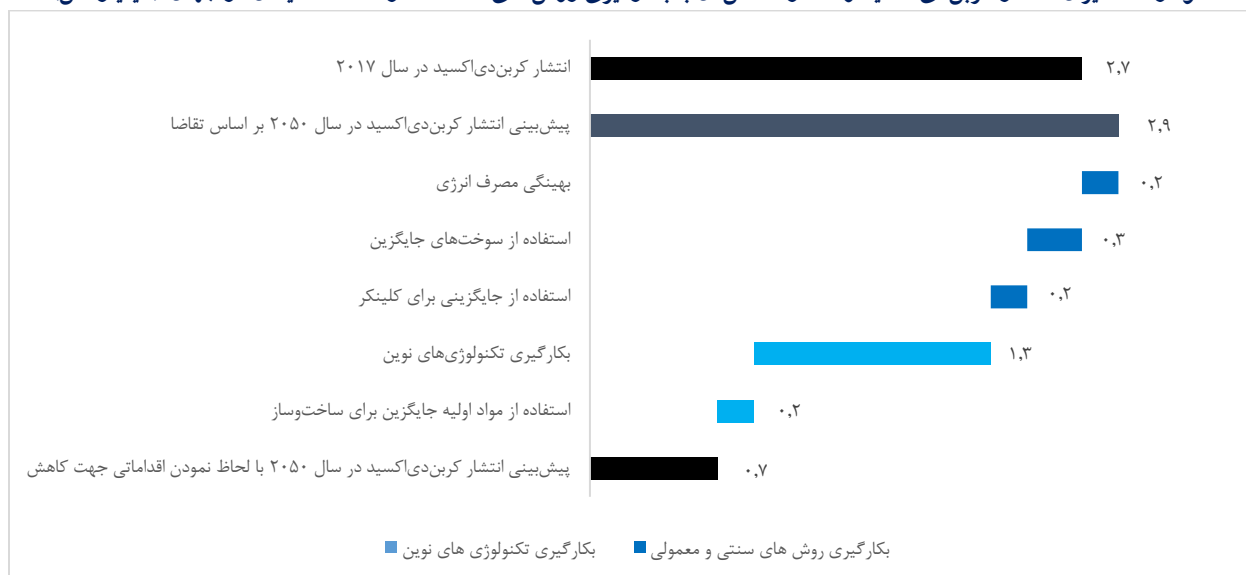
^{۱۳} Fly ash

^{۱۴} Blast furnace slag

آینده^{۱۵} تنها با بهینه نمودن تجهیزات، کاهش کربن دی اکسید محقق نخواهد شد. استفاده از الوارهای ورقه‌ای^{۱۶} به عنوان جایگزینی برای بتن به صورت محلی و در مقیاس کوچک ساخت و ساز می‌تواند در کاهش منتشر شدن کربن دی اکسید ناشی از تولید کلینکر و بتن مؤثر باشد. به علاوه، استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان در بهینگی بکارگیری سیمان و بتن در ساختمان‌ها کمک می‌کند. در این راستا سرمایه‌گذاران تمایل به دانستن اطلاعات مربوط به میزان آلاینده‌های تولید شده توسط شرکت‌های سیمانی دارند، زیرا به نظر می‌رسد، در افق بلندمدت شرکت‌هایی که کربن دی اکسید بیشتری تولید کنند ملزم به رعایت قوانین محدودکننده و یا رویارویی با مالیات‌های سنگین باشند.

همانطور که پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد، با وجود چالش‌های موجود در نوآوری و بکارگیری تکنولوژی‌های نوین برای کربن زدایی^{۱۷}، شرکت‌ها می‌توانند در افق ۲۰۵۰، میزان نشر کربن دی اکسید خود را در حدود ۷۵ درصد مقدار آن در سال ۲۰۱۷ کاهش دهند.^{۱۸} نمودار ۶ میزان انتشار کربن دی اکسید در سال ۲۰۱۷ و پیش‌بینی آن در سال ۲۰۵۰ را با بکارگیری روش‌های نوین تکنولوژی و روش‌های سنتی در صنعت سیمان نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود درصد بالایی از کاهش کربن دی اکسید با ابداع و نوآوری صورت می‌گیرد. به بیان دیگر، رشد تقاضای سیمان منجر به افزایش حجم کربن دی اکسید شده که مقدار آن را به ۲/۹ میلیارد تن در سال ۲۰۵۰ خواهد رساند، اما با به کارگیری انواع روش‌های نوین و سنتی، امکان کاهش نشر کربن دی اکسید و رسیدن به مقدار ۰/۷ میلیارد تن در سال ۲۰۵۰ نیز وجود دارد. هم‌اکنون اقدامات مربوط به کاهش نشر کربن دی اکسید در مقیاس‌های کوچک و آزمایشگاهی بوده که در حال توسعه می‌باشد. بکارگیری روش‌هایی از قبیل CCUS نیاز به زمانی در حدود ده سال دارند که لزوم سرمایه‌گذاری فعلی در آنها وجود دارد.

نمودار ۶ – میزان انتشار کربن دی اکسید و مقدار کاهش آن با بکارگیری روش‌های مختلف در صنعت سیمان در جهان (میلیارد تن)



مأخذ: گزارش Laying the foundations for non-carbon cement, McKinsey & Company، ۲۰۲۰
 *مقادیر مربوط به بهینگی مصرف انرژی، استفاده از سوخت‌های جایگزین، استفاده از جایگزینی برای کلینکر، بکارگیری تکنولوژی‌های نوین و استفاده از مواد اولیه جایگزین برای ساخت و ساز، کاهش میزان انتشار CO₂ را با بکارگیری آنها نشان می‌دهد.

^{۱۵} طبق سایت CarbonBrief.org، پیش‌بینی می‌شود تولید سیمان در جهان به ۵ میلیارد تن در سال ۲۰۳۰ برسد که این میزان چهار برابر مقدار تولید آن در سال ۱۹۹۰ می‌باشد.

^{۱۶} CLT, Cross Laminated Timber

^{۱۷} Decarbonization

^{۱۸} گزارش Laying the foundations for non-carbon cement, McKinsey & Company، ۲۰۲۰

به طور کلی چندین روش برای کاهش انتشار CO₂ در صنعت سیمان وجود دارند.

بهینگی مصرف انرژی: به طور متوسط در حدود ۹۰ درصد از انرژی مصرفی در صنعت سیمان در کوره بوده و بهترین رویکرد برای بهینگی مصرف انرژی تمرکز بر این بخش می‌باشد. به عنوان مثال، توسعه‌هایی که در این واحد از صنعت سیمان در دهه ۱۹۸۰ صورت گرفت شامل خشک نمودن مواد تر و سپس حرارت دادن مواد خشک به جای تر بوده است. چنین سرمایه‌گذاری‌هایی در بازه زمانی یک تا دو ساله جبران می‌شود.

استفاده از سوخت‌های جایگزین: استفاده از سوخت‌های جایگزین در صنعت سیمان برای حرارت دادن کوره‌ها یکی از راهکارهای کاهش کربن‌دی‌اکسید می‌باشد. یکی از دغدغه‌های یافتن جایگزینی برای سوخت فسیلی دسترسی به منبع پایدار زیست‌توده^{۱۹} می‌باشد. در نهایت نیز تلاش‌ها به سمت تولید سوخت‌های زیستی حاوی مواد فشرده شامل خاک اره و ضایعات مرتبط با چوب^{۲۰} می‌رود. استفاده از چنین سوخت‌هایی تا سال ۲۰۵۰ می‌تواند انتشار کربن‌دی‌اکسید ناشی از تولید سیمان را تا ۹ درصد مقدار آن در سال ۲۰۱۷ کاهش دهد، اگرچه، تغییر رویه در استفاده از زیست توده نیازمند دسترسی پایدار به این منبع و بهبود در فرآیند زنجیره تأمین آن می‌باشد. با وجود اینکه در حال حاضر سوخت‌های فسیلی به صورت عمده در صنعت سیمان استفاده می‌شود، مقدار استفاده از زیست‌توده در این صنعت در سال ۲۰۱۷ چهار برابر مقدار آن در سال ۲۰۰۰ شده است.

استفاده از جایگزینی برای کلینکر: میزان انتشار کربن‌دی‌اکسید رابطه مستقیمی با میزان کلینکر استفاده شده در صنعت سیمان دارد. بنابراین، کلینکر می‌تواند با سایر موادی که خواص مشابه سیمان دارند، جایگزین شود. این مواد جایگزین شامل پوزولان طبیعی یا حرارت داده شده و همچنین ضایعات صنعتی نظیر خاکستر بادی و سرباره کوره بلند هستند. به دلیل محدود بودن منابع طبیعی در برخی از مناطق، دسترسی و بکارگیری چنین جایگزین‌هایی همانند زیست‌توده‌ها نیاز به دسترسی پایدار به منبع می‌باشد.

روش به دام انداختن کربن، استفاده و نگهداری آن: در این روش، CO₂ جمع‌آوری شده و بازیافت می‌شود و یا به صورت ایمن در زیر زمین نگهداری می‌شود. از این گاز برای تولید شیشه، پلاستیک‌ها و یا سوخت ترکیبی^{۲۱} استفاده می‌شود. استفاده از روش CCUS در تعداد معدودی از کارخانه‌ها صورت می‌گیرد و توسعه آن در سطح گسترده‌تر به دلیل عدم بهینگی اقتصادی آن نبوده، چرا که نیازمند بازاری برای عرضه کردن و به فروش رساندن کربن‌دی‌اکسید جمع‌آوری شده می‌باشد.

روش Carbon-cured concrete: در این روش، کربن‌دی‌اکسید جمع‌آوری شده در تولید سیمان در دمای متوسط ۲۵ درجه سلسیوس به ترکیباتی از جمله CaO.SiO₂ تزریق شده و در کنار آب تشکیل کلسیم کربنات پایدار می‌دهد که عاملی برای افزایش مقاومت مصالح می‌باشد. در واقع، پیش‌بینی می‌شود به طور سالانه ۶۰ میلیون تن کربن‌دی‌اکسید تا سال ۲۰۵۰ با استفاده از این روش جمع‌آوری می‌شود.

استفاده از مواد اولیه جایگزین برای ساخت‌وساز: در سال‌های آتی، سایر مواد اولیه ساخت‌وساز می‌توانند جایگزین سیمان شوند و در این میان، بیشتر توجهات به سمت الوارهای ورقه‌ای (CLT) بوده که از چسباندن تخته‌ها و قطعات چوبی حاصل می‌شود. در واقع، الوارها خاصیت نگهداری CO₂ را داشته و استفاده از آن برای ساخت‌وساز کاهش انتشار کربن‌دی‌اکسید را تشدید می‌کند. سایر روش‌ها نظیر ساخت تجهیزات خانه قبل از نصب آن در مناطقی دور از محل احداث^{۲۲} و طراحی پیمان‌های^{۲۳} و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان راهکارهایی است که به صورت دیجیتال در روند طراحی و ساخت سازه‌ها و ارزیابی مواد مورد استفاده به صورت بهینه مؤثر می‌باشد.

^{۱۹} Biomass

^{۲۰} Wood Pellets

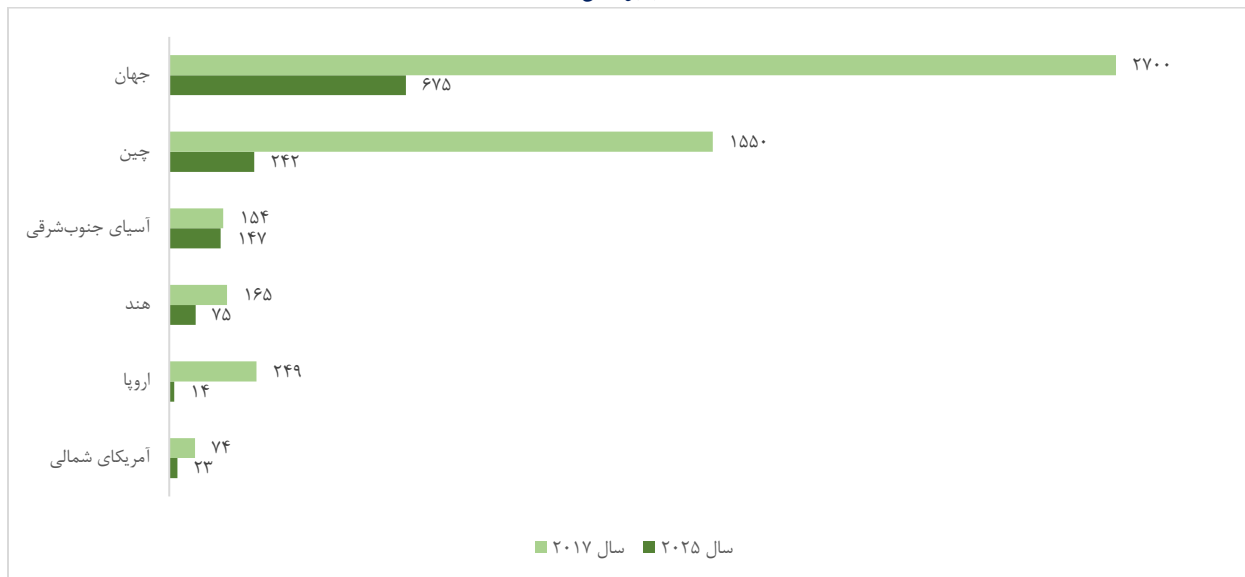
^{۲۱} سوخت ترکیبی سوختی مایع و در برخی اوقات گازی بوده و از ترکیب کربن مونوکسید و هیدروژن حاصل می‌شود. این سوخت از مواد جامدی مانند زغال و زیست‌توده یا تغییر شکل در گاز طبیعی بدست می‌آید.

^{۲۲} Prefabricated home

^{۲۳} Modular Design

نمودار ۷ میزان انتشار کربن دی‌اکسید در صنعت سیمان در سال ۲۰۱۷ و همچنین پیش‌بینی آن در سال ۲۰۵۰ را با بکارگیری تکنولوژی‌های نوین در برخی مناطق جهان نشان می‌دهد. مقدار CO₂ منتشر شده در جهان و چین در سال ۲۰۵۰ بدون استفاده از نوآوری‌های مذکور به ترتیب ۲,۹۰۰ میلیون تن و ۸۵۵ میلیون تن خواهد رسید و همانطور که ملاحظه می‌شود با بکارگیری روش‌های نوین امکان کاهش مقادیر فوق وجود دارد. به بیان دقیق‌تر، پیش‌بینی می‌شود به واسطه کاهش تقاضای سیمان در چین تا سال ۲۰۵۰، میزان کربن دی‌اکسید تولیدشده آن نیز در حدود ۴۵ درصد مقدار آن در سال ۲۰۱۷ کاهش یابد و بکارگیری تکنولوژی‌های نوین نیز این میزان از کاهش را بیشتر خواهد کرد.

نمودار ۷- میزان انتشار CO₂ در سال ۲۰۱۷ و پیش‌بینی آن در سال ۲۰۵۰ با بکارگیری و توسعه تکنولوژی‌های نوین در صنعت سیمان (میلیون تن)



مأخذ: گزارش Laying the foundations for non-carbon cement, McKinsey & Company، ۲۰۲۰

* آمریکای شمالی بدون در نظر گرفتن مکزیک می‌باشد.

به دلیل اینکه قیمتی برای کربن وجود ندارد که سیگنالی برای تغییر رویه تولید کلینکر و کاهش نشر کربن باشد، سرمایه‌گذاری‌هایی برای استفاده از سایر جایگزین‌های کلینکر در مقیاس بزرگ در حال حاضر موجود نیست. به بیان دیگر، تعیین مالیات برای شرکت‌هایی که کربن دی‌اکسید منتشر شده توسط آنها از میزانی فراتر رود^{۲۴}، انگیزه‌ای برای نوآوری در تکنولوژی و کاهش میزان آلاینده‌های نشر شده ایجاد خواهد کرد. همچنین، جایگزین‌های کلینکر در مقیاس بزرگ و صنعتی نیز بکارگرفته خواهند شد. در واقع، با ثابت فرض نمودن قیمت کربن، میزان تولید کربن توسط بازار تعیین می‌شود که انتظار می‌رود این مقدار کاهش یابد. همچنین رویکرد دیگری نیز وجود دارد که در راستای آن کشورها ملزم به تولید مقادیر ثابتی از کربن هستند، اما اجازه مبادله کربن را با هم داشته باشند و قیمت آن توسط بازار تعیین می‌شود.^{۲۵} چنین سیاست‌گذاری‌هایی در راستای کاهش نشر کربن دی‌اکسید پیشنهاد شده است.

^{۲۴} Carbon Tax Approach

^{۲۵} Cap-and-Trade Approach

۵- صنعت سیمان در ایران

۱- ۵ تاریخچه صنعت سیمان و توسعه آن

استفاده از آهک و ساروج به عنوان مصالح ساختمانی، پیشینه کهنی در ساخت بنا و تأسیسات بندری در ایران داشته است. تولید سیمان در ایران در سال ۱۳۱۲ با احداث کارخانه سیمان ری با ظرفیت تولید ۱۰۰ تن در روز آغاز شد. قرارداد ساخت این کارخانه با شرکت افال اسمیت دانمارک با سرمایه دولتی معادل ۱۳۳/۸ هزار لیره انگلیس برای تأمین ماشین آلات و ۶۶/۹ هزار لیره انگلیس جهت تأمین تجهیزات نیروی برق مورد نیاز منعقد شد. متناسب با رشد و توسعه کشور و شهرنشینی، طرح‌های متعدد عمرانی نظیر خطوط راه آهن، سدها، جاده‌ها و اماکن آموزشی و بنایی تعریف شد که افزایش تقاضای سیمان را به همراه داشته است. از طرف دیگر، به دلیل وجود منابع غنی سنگ آهک در کشور، متقاضیان احداث کارخانه‌های سیمان نیز در حال افزایش بود. در حالیکه پیشتر تأمین نیاز کشور به سیمان از طریق واردات صورت می‌گرفت به طوری که در سال ۱۳۱۴ ایران چهارمین واردکننده بزرگ سیمان بوده است. تأسیس کارخانه سیمان دیگری در مجاورت کارخانه سیمان ری با ظرفیت تولید ۲۰۰ تن در روز در سال ۱۳۱۵ نشان از رشد تقاضای این محصول بوده است. فعالیت کارخانه سیمان ری در سال ۱۳۶۰ به دلیل شرایط تولید قدیمی و آلاینده بودن متوقف گردید. عملیات اجرایی مربوط به توسعه این کارخانه بعد از انقلاب از سرگرفته شد و کارخانه مذکور توسط شرکت سیمان تهران خریداری و در سال ۱۳۶۴ مجدداً راه‌اندازی شد. در سال ۱۳۳۶، شرکت‌های سیمان ری با ظرفیت ۶۰۰ تن در روز، سیمان تهران با ظرفیت ۶۰۰ تن در روز، سیمان لوشان با ظرفیت ۳۰۰ تن در روز، سیمان اصفهان با ظرفیت ۲۰۰ تن در روز، سیمان فارس با ظرفیت ۲۰۰ تن در روز، سیمان شرق با ظرفیت ۱۵۰ تن در روز و سیمان شمال با ظرفیت ۱۰۰ تن در روز در حال فعالیت بوده‌اند. در واقع، روند توسعه صنعت سیمان با رشد مواجه بود، به طوری که در سال ۱۳۵۷ تعداد شرکت‌های تولیدکننده سیمان ۱۲، تعداد کارخانه‌ها ۱۵، تعداد کوره‌های در حال فعالیت ۳۴ و ظرفیت اسمی کوره‌ها ۲۵/۷ هزار تن در روز بوده است. روند رشد مصرف سیمان در سال‌های پس از انقلاب همچنان ادامه داشت و تقاضا برای این کالا افزایش قابل توجهی یافت. در نتیجه، توسعه این صنعت با طرح احداث ۲۰ کارخانه دیگر همراه شد. طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۲ واحدهای سیمان بجنورد، سیمان سفید نیریز، سیمان شاهرود، سیمان قاین، سیمان خزر، سیمان ارومیه، سیمان خاش، سیمان خوزستان، سیمان هگمتان، سیمان ایلام، سیمان اردبیل، واحد اول و دوم سیمان هرمزگان، سیمان داراب، سیمان کردستان، سیمان شرق، واحد اول و دوم سیمان سفید ساوه، سیمان سفید بنوید، سیمان اکباتان، سیمان استهبان، سیمان آباء، سیمان کارون و سیمان سفید ارومیه به بهره‌برداری رسیدند. در سال ۱۳۸۷، صنعت سیمان در ایران توانست تمام نیاز داخل به سیمان را تأمین کند و از سال ۱۳۸۸ به بعد نیز به کشورهای منطقه صادرات سیمان صورت گرفته است.

۲- ۵ شرکت‌های تولیدکننده سیمان در ایران

طبق آخرین آمار موجود در سایت سیمان ایران، در سال ۱۳۹۷، ۶۵ کارخانه تولید سیمان خاکستری، ۸ کارخانه تولید سیمان سفید و ۵ کارخانه کلینکرکوبی در کشور وجود دارد. جدول ۸، جدول ۹ و جدول ۱۰ به ترتیب کارخانجات تولید سیمان خاکستری، کارخانجات تولید سیمان سفید و کارخانجات کلینکرکوبی را نشان می‌دهد. همچنین جدول ۱۱ طرح‌های تولید سیمان را ارائه می‌دهد. برخی از اطلاعات مربوط به جداول در دسترس نیست.

جدول ۸- کارخانجات تولید سیمان خاکستری

نام کارخانه	سال راه‌اندازی و توسعه	ظرفیت (هزار تن در سال)	سهامدار عمده	نام کارخانه	سال راه‌اندازی و توسعه	ظرفیت (هزار تن در سال)	سهامدار عمده
آبیک	۱۳۵۳، ۱۳۵۹، ۱۳۹۱	۶,۳۰۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	دلیجان	۱۳۸۷	۹۹۰/۰	بخش خصوصی
تهران	۱۳۴۸، ۱۳۵۸، ۱۳۸۵	۳,۱۸۰/۰	سیمان تهران	زابل	۱۳۸۹	۹۹۰/۰	بخش خصوصی

سپاهان	۱۳۵۷، ۱۳۶۰، ۱۳۸۷	۳،۰۰۰/۰	سرمایه‌گذاری غدیر	زاوه تربت	۱۳۸۷	۹۹۰/۰	بخش خصوصی
خوزستان	۱۳۷۷، ۱۳۸۸	۲،۵۵۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	شهرکرد	۱۳۸۷	۹۹۰/۰	بنیاد مسکن
مازندران	۱۳۶۰، ۱۳۸۶	۲،۱۹۰/۰	سیدکو	فراز فیروزکوه	۱۳۸۶	۹۹۰/۰	اسپندار- بخش خصوصی
ساوه خاکستری	۱۳۸۶	۲،۱۶۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	فیروزکوه	۱۳۸۵	۹۹۰/۰	سیدکو
سامان غرب	۱۳۸۹	۲،۱۰۰/۰	بخش خصوصی	کاوان یوکان	۱۳۹۱	۹۹۰/۰	بخش خصوصی
صوفیان	۱۳۶۳، ۱۳۸۸	۲،۱۰۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	لار سبزوار	۱۳۸۷	۹۹۰/۰	بخش خصوصی
هگمتان	۱۳۷۶، ۱۳۸۷	۱،۹۵۰/۰	سیمان تهران	ممتازان	۱۳۸۶	۹۹۰/۰	بخش خصوصی
شرق	۱۳۸۷، ۱۳۸۹	۱،۸۹۰/۰	سرمایه‌گذاری غدیر	نهادند	۱۳۹۰	۹۹۰/۰	سیمان تهران
بجنورد	۱۳۷۷، ۱۳۸۸	۱،۸۳۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	نیزار قم	۱۳۹۰	۹۹۰/۰	اسپندار- بخش خصوصی
ارومیه	۱۳۶۸	۱،۸۰۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	اصفهان	۱۳۴۷، ۱۳۵۴، ۱۳۵۵	۹۶۰/۰	خیریه همدانیان
ساروج بوشهر	۱۳۸۷	۱،۸۰۰/۰	بخش خصوصی	کردستان	۱۳۷۵	۹۶۰/۰	سرمایه‌گذاری غدیر
غرب آسیا	۱۳۵۶	۱،۸۰۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	باقران	۱۳۸۸	۹۰۰/۰	بخش خصوصی
هرمزگان	۱۳۷۶، ۱۳۷۸	۱،۸۰۰/۰	سرمایه‌گذاری امید	دشتستان	۱۳۸۲	۹۰۰/۰	سرمایه‌گذاری غدیر
شاهرود	۱۳۷۶، ۱۳۸۸	۱،۶۸۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	فارس نو	۱۳۸۴	۹۰۰/۰	سیمان فارس و خوزستان
ایلام	۱۳۷۷	۱،۶۵۰/۰	سیمان تهران	کارون	۱۳۷۸	۹۰۰/۰	بخش خصوصی
نائین	۱۳۸۹	۱،۴۴۰/۰	بخش خصوصی	منددشتی	۱۳۹۶	۹۰۰/۰	بخش خصوصی
خزر	۱۳۶۵	۱،۲۰۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	بهبهان	۱۳۵۸	۸۲۵/۰	سیمان فارس و خوزستان
لامرد	۱۳۹۰	۱،۲۰۰/۰	بخش خصوصی	قاین	۱۳۷۳	۸۱۰/۰	سیمان فارس و خوزستان
جوین	۱۳۸۹	۱،۱۴۰/۰	بخش خصوصی	خاش	۱۳۷۴	۷۹۵/۰	سیمان فارس و خوزستان
دورود	۱۳۴۸، ۱۳۵۹	۱،۱۲۵/۰	سیمان فارس و خوزستان	فارس	۱۳۵۳، ۱۳۵۷	۷۵۰/۰	سیمان فارس و خوزستان
تجارت مهریز	۱۳۸۴	۱،۰۸۰/۰	بخش خصوصی	ساروج اصفهان	۱۳۸۷	۶۰۰/۰	بخش خصوصی
داراب	۱۳۸۲	۱،۰۸۰/۰	سهام عدالت	کویر کاشان	۱۳۸۴	۶۰۰/۰	بخش خصوصی
کرمان	۱۳۴۹، ۱۳۵۳، ۱۳۵۸	۱،۰۸۰/۰	سیدکو	کیاسر	۱۳۹۲	۶۰۰/۰	اسپندار- بخش خصوصی

اردبیل	۱۳۷۵	۱,۰۵۰/۰	اسپندار- بخش خصوصی	زنجان	۱۳۸۶	۵۴۰/۰	سیمان فارس و خوزستان
اردستان	۱۳۸۶	۱,۰۵۰/۰	بخش خصوصی	آباده	۱۳۷۲	۳۶۰/۰	بخش خصوصی
گیلان سبز	۱۳۹۲	۱,۰۵۰/۰	سیمان تهران	استهبان	۱۳۷۷	۳۰۰/۰	بخش خصوصی
سپهر	۱۳۹۵	۱,۰۰۰/۰	بخش خصوصی	زرین رفسنجان	۱۳۸۸	۲۴۰/۰	بخش خصوصی
مارگون	۱۳۹۶	۱,۰۰۰/۰	بخش خصوصی	آزادگان قشم	۱۳۸۴	۲۱۰/۰	بخش خصوصی
پوبند گلستان	۱۳۸۹	۹۹۰/۰	سیمان تهران	یاسوج	۱۳۸۴	۲۱۰/۰	سیمان فارس و خوزستان
خوی	۱۳۸۹	۹۹۰/۰	بخش خصوصی	شمال	۱۳۵۸	۱۲۰/۰	سیدکو
خمسه	۱۳۹۲	۹۹۰/۰	بخش خصوصی				

مأخذ: سایت <http://www.irancement.com> ، بهمن ۱۳۹۷

جدول ۹- کارخانجات تولید سیمان سفید

نام کارخانه	سال راه اندازی و توسعه	ظرفیت (هزار تن در سال)	سهامدار عمده
سیمان سفید شرق	۱۳۹۳	۳۶۰/۰	سرمایه گذاری غدیر
سیمان سفید ساوه	۱۳۷۵، ۱۳۸۰	۳۰۰/۰	سیمان فارس و خوزستان
سیمان سفید لارستان	۱۳۸۵	۲۱۰/۰	بخش خصوصی
سیمان سفید اکباتان	۱۳۷۴	۱۵۰/۰	بخش خصوصی
سیمان سفید ارومیه	۱۳۷۸	۱۵۰/۰	بخش خصوصی
سیمان سفید بنوید	۱۳۸۲	۱۵۰/۰	بخش خصوصی
سیمان سفید نیریز	۱۳۷۵	۱۵۰/۰	سیمان فارس و خوزستان
سیمان سفید شمال	-	۶۰/۰	سیدکو

مأخذ: سایت <http://www.irancement.com> ، بهمن ۱۳۹۷

جدول ۱۰- کارخانجات کلینرکوبی

نام کارخانه	سال راه اندازی	ظرفیت (هزار تن در سال)	سهامدار عمده
مجد خواف	۱۳۹۱	۹۹۰/۰	بخش خصوصی
آزادگان یزد	۱۳۸۷	۱۵۰/۰	بخش خصوصی
آبدانان	-	۱۵۰/۰	بخش خصوصی
پارسیان خاور	-	۱۵۰/۰	بخش خصوصی
طبس	-	۱۵۰/۰	بخش خصوصی

مأخذ: سایت <http://www.irancement.com> ، بهمن ۱۳۹۷

جدول ۱۱- طرح های تولید سیمان

نام واحد	ظرفیت (هزار تن در روز)	پیشرفت (درصد)	سهامدار عمده
سیمان عمران آریا	۳/۵	۵۹/۰	بخش خصوصی
سیمان دهلران	۳/۳	۷۸/۰	بخش خصوصی
سیمان تیس چابهار	۳/۳	۳۴/۰	بخش خصوصی
سیمان خاکستری نیریز	۳/۳	-	سیمان فارس و خوزستان
سیمان تهران، خط ۹	۳/۳	۴۷/۶	سیمان تهران
سیمان بیارجمند	۳/۳	۳۴/۰	بخش خصوصی

سیمان کارون (طرح توسعه)	۳/۰	۶۵/۰	بخش خصوصی
سیمان لارستان (طرح توسعه)	۳/۰	۵۱/۰	بخش خصوصی
سیمان خرم آباد	۳/۰	-	بخش خصوصی
سیمان خرامه	۳/۰	-	سیمان فارس و خوزستان
سیمان پارسین پل دختر	۳/۰	-	بخش خصوصی
سیمان سفید ماکو	۰/۷	-	بخش خصوصی

مأخذ: سایت <http://www.irancement.com> ، بهمن ۱۳۹۷

جدول ۱۲ اطلاعات شرکت‌های تولیدکننده و سرمایه‌گذار سیمان که در بازار بورس و اوراق بهادار تهران فعال هستند را نشان می‌دهد.

جدول ۱۲ - اطلاعات شرکت‌های تولیدکننده و سرمایه‌گذاری سیمان فعال در بازار بورس و اوراق بهادار تهران

نام شرکت	سود عملیاتی (میلیون ریال)	سود ناخالص (میلیون ریال)	سود خالص (میلیون ریال)	حاشیه سود عملیاتی (درصد)	حاشیه سود ناخالص (درصد)	حاشیه سود خالص (درصد)	دوره گردش موجودی کالا	نسبت آنی	نسبت حقوق صاحبان سهام به دارایی‌ها (نسبت مالکانه)	بازده دارایی ROA (درصد)	ROE (درصد)	بازده سرمایه در گردش (درصد)
سیمان لار سبزوار	۴۱,۳۰۳/۰	۱۳۰,۷۹۹/۰	۱۹,۹۹۸/۰	۷/۳	۲۳/۰	-۳/۵	۱/۱	۱/۱	۰/۱	-۱/۲	-۹/۷	-۴/۵
سیمان داراب	۳۱۵,۱۶۴/۷	۳۵۱,۲۲۲/۹	۳۸۸,۸۱۶/۳	۲۴/۳	۲۷/۱	۳۰/۰	۱/۷	۱/۶	۰/۸	۱۸/۳	۲۳/۲	۴۶/۶
سیمان آرتا اردبیل	۵۸۵,۷۹۰/۰	۶۶۶,۷۷۹/۰	۵۰۹,۹۹۳/۰	۴۱/۰	۴۶/۷	۳۵/۷	۱/۸	۱/۳	۰/۷	۳۹/۶	۶۰/۸	۸۹/۰
سیمان ارومیه	۹۱۹,۹۰۶/۰	۹۴۱,۱۳۴/۰	۹۱۷,۳۲۷/۰	۴۰/۹	۴۱/۸	۴۰/۷	۱/۶	۱/۹	۰/۸	۳۷/۹	۴۸/۱	۷۲/۱
سیمان ساوه	۷۷۲,۷۷۵/۰	۸۶۸,۴۵۲/۰	۶۹۹,۷۰۹/۰	۳۴/۹	۳۹/۲	۳۱/۶	۱/۴	۱/۱	۰/۵	۲۴/۹	۴۶/۳	۶۲/۱
سیمان بجنورد	۸۳۱,۰۰۵/۰	۹۸۲,۸۵۳/۰	۷۹۰,۵۵۰/۰	۳۶/۵	۴۳/۲	۳۴/۷	۲/۷	۱/۲	۰/۴	۲۸/۲	۶۴/۶	۹۲/۸
سیمان بهبهان	۳۶۶,۱۹۴/۰	۵۳۹,۸۳۹/۰	۳۴۱,۵۲۲/۰	۳۲/۰	۴۷/۲	۲۹/۹	۱/۴	۰/۳	۰/۴	۲۵/۲	۵۶/۵	-۱۱۲۲/۴
سیمان سپاهان	۳۲۴,۵۵۸/۰	۵۹۷,۹۶۳/۰	۳۰۴,۸۵۶/۰	۱۰/۰	۱۸/۳	۹/۴	۲/۷	۰/۴	۰/۵	۶/۲	۱۲/۱	-۱۰۰/۶
سیمان تهران	۱,۴۲۳,۳۱۲/۰	۲,۲۸۱,۱۸۶/۰	۴۰۳,۰۸۴/۰	۱۸/۳	۲۹/۴	۵/۲	۲/۰	۰/۳	۰/۱	۲/۵	۱۹/۶	-۱۳/۰
سیمان خاش	۴۸۸,۱۴۴/۰	۶۰۹,۰۶۶/۰	۴۸۵,۴۶۳/۰	۳۱/۲	۳۹/۰	۳۱/۰	۲/۳	۰/۹	۰/۵	۳۳/۲	۶۳/۹	۱۱۶/۲
سیمان خزر	۲۲۰,۸۸۲/۰	۲۸۴,۱۱۲/۰	۱۸۱,۰۶۵/۰	۲۲/۸	۲۹/۳	۱۸/۷	۱/۹	۰/۷	۰/۵	۱۳/۴	۲۷/۱	۸۸/۲
سیمان خوزستان	۹۱۰,۷۱۲/۰	۱,۱۴۲,۴۱۱/۰	۶۹۴,۶۰۶/۰	۳۲/۴	۴۰/۶	۲۴/۷	۱/۵	۰/۳	۰/۴	۱۵/۷	۳۹/۶	-۳۳۷/۹
صنایع سیمان دشتستان	۹۶۱,۷۴۴/۰	۱,۵۵۵,۹۰۶/۰	۵۲۳,۲۶۸/۰	۳۰/۶	۴۹/۵	۱۶/۷	۱/۸	۰/۴	۰/۴	۸/۳	۲۲/۴	-۱۸۵/۳
سیمان دورود	۷۹,۲۷۷/۰	۲۶۵,۵۹۸/۰	۹۱,۲۲۳/۰	۵/۷	۱۹/۱	۶/۶	۴/۳	۰/۴	۰/۲	۴/۲	۲۱/۴	-۱۴/۱
سیمان شاهرود	۲۵۸,۴۶۵/۰	۳۴۳,۷۵۱/۶	۱۶۳,۲۹۶/۸	۲۰/۵	۲۷/۳	۱۳/۰	۱/۷	۰/۶	۰/۵	۶/۷	۱۴/۷	۳۹۴/۵
سیمان شرق	۷۳۴,۱۴۳/۰	۱,۰۶۵,۹۳۹/۰	۹۲۴,۲۵۰/۰	۱۹/۳	۲۸/۰	۲۴/۳	۴/۲	۰/۵	۰/۳	۱۲/۸	۴۶/۰	-۷۴/۳
سیمان شمال	۳۵۴,۵۴۰/۰	۵۴۷,۷۱۹/۰	۴۵۰,۵۹۲/۰	۲۰/۶	۳۱/۸	۲۶/۲	۲/۴	۰/۹	۰/۷	۱۵/۶	۲۳/۲	۹۱/۱
سیمان اصفهان	۱۶۰,۸۰۰/۰	۳۱۰,۰۱۱/۰	۱۲۴,۹۱۸/۰	۱۴/۳	۲۷/۶	۱۱/۱	۲/۲	۰/۳	۰/۳	۸/۱	۲۴/۴	-۶۰/۷
کارخانجات سیمان صوفیان	۴۷۹,۶۴۱/۰	۸۵۳,۲۳۸/۰	۳۴۱,۷۲۹/۰	۱۷/۶	۳۱/۲	۱۲/۵	۲/۸	۰/۶	۰/۵	۱۲/۱	۲۳/۰	۷۹/۸
صنایع سیمان غرب	۴۱۵,۹۰۰/۰	۶۶۱,۸۱۱/۰	۴۱۵,۳۲۴/۰	۲۴/۹	۳۹/۷	۲۴/۹	۱/۷	۰/۷	۰/۶	۲۳/۰	۳۵/۹	۸۷/۵
سیمان فارس	۱۵۰,۲۹۸/۰	۲۰۶,۶۰۵/۰	۱۵۹,۴۳۶/۰	۲۰/۰	۲۷/۵	۲۱/۲	۴/۳	۰/۷	۰/۴	۱۴/۴	۳۵/۳	-۱۴۱/۱
سیمان فارس و خوزستان	۴,۸۲۷,۰۲۵/۰	۶,۶۶۲,۱۹۸/۰	۳,۸۱۷,۹۶۷/۰	۲۶/۲	۳۶/۲	۲۰/۸	۱/۸	۰/۴	۰/۴	۱۱/۷	۳۱/۳	-۱۴۷/۳
سیمان سفید ارومیه	۲۵,۰۵۹/۰	۴۶,۹۷۷/۰	۸,۸۶۳/۰	۸/۲	۱۵/۴	۲/۹	۲/۶	۰/۱	۰/۲	۲/۵	۱۰/۲	-۱۰/۳

٦٦/٨	٤٩/٧	٤٠/٢	٠/٨	٣/٦	٢/٢	٤٤/٩	٤٩/٩	٣٧/٠	١,١٠١,٥٧٣/٠	١,٢٢٥,٥٦٣/٠	٩٠٧,٥٧٠/٠	سیمان فارس نو
١٤٤/٥	٥٩/٧	٣٠/١	٠/٥	٠/٧	١/٦	٣٥/٧	٣٧/٧	٣٣/٩	٤٠٢,٨٢٢/٠	٤٢٥,٦٩٠/٠	٣٨٢,١٤٩/٠	سیمان قاین
٦/٧	١/٤	٠/٢	٠/٢	٠/٢	١/٣	١/٩	١٧/٩	٣/١	٤,١٨٦/٠	٣٩,٣٢٥/٠	٦,٨٥٧/٠	سیمان لارستان
٦٦/١	٢٨/٨	٢٠/٠	٠/٧	١/٠	١/٧	٢٤/٦	٤٥/٢	٣٠/٩	٧٠٢,٧٦٤/٠	١,٢٩٠,٧٤٢/٠	٨٨٣,٣٦٩/٠	سیمان مازندران
٤١/٤	٤٥/١	٢٨/٣	٠/٦	٣/٩	١/٤	٤٤/٧	٥٣/٣	٣٨/٠	٦٣٦,٣٨٤/٢	٧٥٨,٦٥٨/٢	٥٤٠,٣٠٢/١	سیمان ممتازان کرمان
٦٠/٩	٤٣/٩	٢٦/٧	٠/٦	٠/٧	١/٢	٢٦/٥	٣٩/٧	٢٧/٣	١٣٩,٧٧٧/٠	٢٠٩,٣٣٦/٠	١٤٤,١١٤/٠	سیمان سفید نیریز
٥٦/٨	٣٣/٥	١٩/٣	٠/٦	٠/٩	١/٩	٢٤/٣	٢٥/٩	١٥/٠	٧٠٨,٢٦٨/٠	٧٥٧,٧٥٦/٠	٤٣٩,١٠٥/٠	سیمان هرمزگان
-٥٦/٧	٣٠/٧	٨/٩	٠/٣	٠/٣	١/٦	١٧/٣	٣٥/٩	٢٧/٦	٤٣٢,٠٢٤/٠	٨٩٤,٥٠٦/٠	٦٨٧,٦٤٣/٠	سیمان هگمتان
١٤٤/٦	١٩/٩	١٠/٣	٠/٥	٠/٧	١/٥	٢٧/٤	٣٥/٩	٢٧/٤	١,٨٥٠,٩١٨/٠	٢,٤٣٠,٣٥١/٠	١,٨٥٠,٩١٨/٠	سرمایه‌گذاری و توسعه صنایع سیمان
٠/١	-٥٩/٩	-٠/١	٠/٠	٠/٢	١/٥	-٠/١	٢٣/٠	٨/٠	-١,٤٢٩/٠	٢٣٨,١٩٥/٠	٨٢,٥٥٢/٠	سیمان ایلام
١٠١/٠	-٥٨/٢	-٥/٣	٠/١	٠/٣	٢/٥	-٦٠/١	١٢/٧	-٢١/٠	-٦٢٤,٦٨٧/٠	١٣١,٨١٨/٠	-٢١٧,٩٢٥/٠	مجتمع سیمان غرب آسیا
٣٤/٣	-٣١/٠	-٤/٢	٠/١	٠/٢	٢/٤	-٢٩/٤	-١٥/٩	-٣٤/٥	-٢٠٩,١٢٩/٠	-١١٢,٥٨٠/٠	-٢٤٤,٨٦٦/٠	سیمان کارون
-٨٦/٦	١٤/٦	٥/٢	٠/٤	٠/٣	١/٢	١٣/٠	٣٠/١	٢٢/٧	١٦٠,٥٣٩/٠	٣٧١,٨٤٩/٠	٢٨٠,٠٨٠/٠	سیمان کردستان
١٠٤/٧	٣٣/٣	٢٣/٣	٠/٧	١/١	٢/٠	٣٨/١	٣٧/٧	٣٠/٤	٦٨٠,٥٦٧/٠	٦٧٣,٣٧١/٠	٥٤٣,٤٩٠/٠	گروه صنایع سیمان کرمان
-٢٨/٣	-٢١/٩	-٨/٩	٠/٤	١/٣	٤/٣	-١٣/٥	٩/٦	-٤/٩	-٣١,٤٧١/٠	٢٢,٤٣٩/٠	-١١,٤٧٨/٠	فرآورده‌های سیمان شرق

مأخذ: صورت مالی‌های شرکت‌های تولیدکننده سیمان پذیرفته شده در بازار بورس و اوراق بهادار تهران، بر اساس آخرین صورت مالی حسابرسی شده

*شرکت‌های با صورت مالی منتهی به سال مالی اسفند ۱۳۹۷: سیمان داراب، سیمان ساوه، سیمان بهبهان، سیمان تهران، سیمان خزر، سیمان شاهرود، سیمان اصفهان، سیمان سفید ارومیه، سیمان

لارستان، سیمان ممتازان کرمان، سیمان خوزستان، سرمایه‌گذاری و توسعه صنایع سیمان، سیمان کارون و سیمان فارس

*شرکت‌های با صورت مالی منتهی به سال مالی دی ۱۳۹۷: سیمان ایلام و سیمان هگمتان

شرکت‌های با صورت مالی منتهی به سال مالی اردیبهشت ۱۳۹۸: سیمان فارس و خوزستان

*شرکت‌های با صورت مالی منتهی به سال مالی مرداد ۱۳۹۸: فرآورده‌های سیمان شرق

*شرکت‌های با صورت مالی منتهی به سال مالی شهریور ۱۳۹۸: سیمان لار، سیمان سپاهان، سیمان دشتستان، سیمان شرق و سیمان کردستان

*شرکت‌های با صورت مالی منتهی به سال مالی آبان ۱۳۹۸: سیمان هرمزگان

*شرکت‌های با صورت مالی منتهی به سال مالی آذر ۱۳۹۸: سیمان آرتا اردبیل، سیمان شمال، سیمان مازندران، مجتمع سیمان غرب آسیا و گروه صنایع سیمان کرمان

*شرکت‌های با صورت مالی منتهی به سال مالی اسفند ۱۳۹۸: سیمان ارومیه، سیمان بجنورد، سیمان خاش، سیمان دورود، کارخانجات سیمان صوفیان، صنایع سیمان غرب، سیمان فارس نو، سیمان

قاین و سیمان سفید نیریز

۳-۵ تجارت بین‌المللی صنعت سیمان

حجم و ارزش صادرات سیمان و کلینکر و سهم آن از صادرات غیرنفتی و کل صادرات کشور طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ در جدول ۱۳ نشان داده شده است. همچنین ارزش صادرات سیمان و کلینکر در بازه زمانی مذکور در نمودار ۸ ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، سهم ارزشی صادرات سیمان و کلینکر از مجموع صادرات غیرنفتی از سال ۱۳۹۳ به بعد در حال کاهش بوده و از ۲/۶ درصد در سال ۱۳۹۳ به ۱/۰ درصد در سال ۱۳۹۷ افت کرده است. در همین دوره زمانی، حجم صادرات سیمان و کلینکر از ۱۷/۴ میلیون تن در سال ۱۳۹۳ به ۱۱/۰ میلیون تن در سال ۱۳۹۷ کاهش یافته است. از جمله دلایل کاهش صادرات، وضع تعرفه‌های تجاری جدید در کشور عراق در راستای محدود نمودن واردات بوده که پیش‌تر در حدود ۶۰ درصد از سیمان و کلینکر خود را از ایران وارد می‌کرد. همچنین در این سال‌ها، کشور آذربایجان تا حدودی به مراحل خودکفایی رسید و کارخانه‌هایی را احداث و بهره‌برداری نمود. در نتیجه، با از دست دادن مقاصد صادراتی چندین ساله، بازاریابی جدید به زمان احتیاج داشت و همچنین با سرعت کمی صورت می‌گرفت، لذا صادرات در سال‌های پس از ۱۳۹۳ کاهش یافت. به علاوه، از جمله دلایل کاهش صادرات سیمان و کلینکر در سال‌های اخیر، تحریم‌های بین‌المللی، افزایش چشمگیر هزینه‌های حمل و نقل و اعمال محدودیت واردات سیمان از سوی کشورهای همسایه با هدف رشد صنعت سیمان در آنها بوده است. با این وجود، صادرات صنعت سیمان در سال ۱۳۹۸ در حدود ۱۷ میلیون تن بوده است.^{۲۶} ازبکستان در این سال واردات سیمان خود از ایران را به میزان ۸۴/۶ درصد نسبت به سال قبل افزایش و واردات از سایر کشورها را به میزان ۶/۸ درصد کاهش داده است.

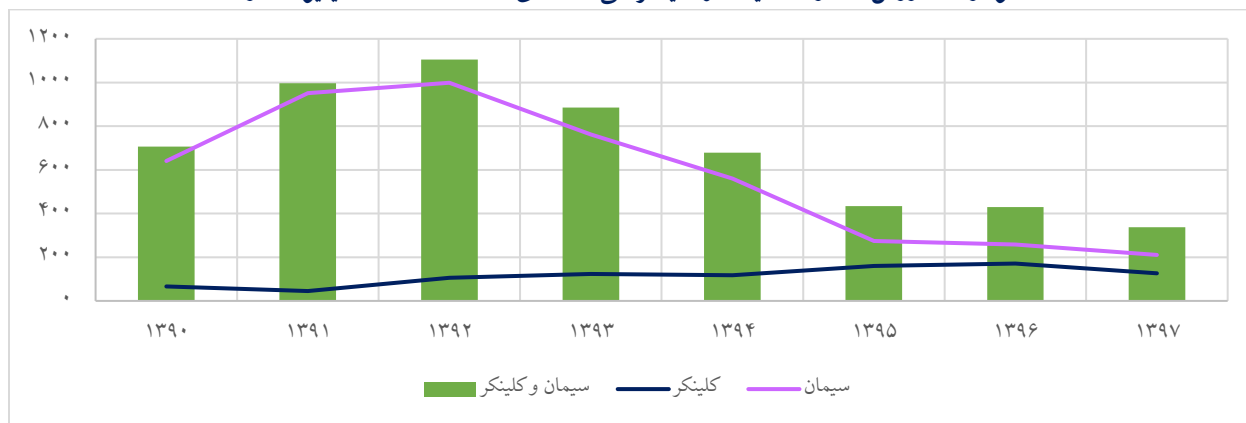
جدول ۱۳ - حجم و ارزش صادرات سیمان و کلینکر و سهم آن از صادرات غیرنفتی و کل صادرات کشور

سال	صادرات سیمان و کلینکر (هزار تن)	رشد مقدار صادرات (درصد)	ارزش دلاری صادرات سیمان و کلینکر (میلیون دلار)	سهم ارزشی صادرات سیمان و کلینکر از صادرات غیرنفتی (درصد)	سهم ارزشی صادرات سیمان و کلینکر از صادرات کل کشور (درصد)
۱۳۹۰	۹,۶۵۷/۸	-	۷۰۶/۲	۲/۶	۲/۱
۱۳۹۱	۱۲,۶۳۵/۹	۳۰/۸	۹۹۶/۴	۳/۴	۳/۱
۱۳۹۲	۱۶,۹۶۶/۶	۳۴/۳	۱,۱۰۵/۲	۳/۹	۳/۵
۱۳۹۳	۱۷,۴۰۹/۸	۲/۶	۸۸۵/۵	۲/۶	۲/۴
۱۳۹۴	۱۲,۶۸۶/۱	-۲۷/۱	۶۷۸/۷	۲/۲	۲/۱
۱۳۹۵	۱۲,۷۹۸/۵	۰/۹	۴۳۳/۹	۱/۵	۱/۰
۱۳۹۶	۱۲,۶۵۶/۶	-۱/۱	۴۲۹/۹	۱/۳	۰/۹
۱۳۹۷	۱۰,۹۷۹/۶	-۱۳/۲	۳۳۷/۵	۱/۰	۰/۹

مآخذ: اطلاعات موجود در سایت گمرک جمهوری اسلامی ایران

^{۲۶} اقتصاد آن‌لاین به نقل از عبدالرضا شیخان، دبیر انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان، خرداد ۱۳۹۹، کد خبر: ۴۴۴۲۰۰

نمودار ۸- ارزش صادرات سیمان و کلینکر طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ (میلیون دلار)



مأخذ: اطلاعات موجود در سایت گمرک جمهوری اسلامی ایران

مداخله دولت در قیمت‌گذاری دستوری برای محصولات سیمانی، توازن عرضه و تقاضای سیمان در کشور را برهم زده و کشور را با مشکل مازاد تولید و عرضه همراه کرده است. بنابراین، شرکت‌های سیمانی در صدد صادرات محصولات خود به قیمت‌های پایین بوده‌اند. همچنین، فاصله گرفتن از قیمت بازار سودآوری کارخانجات سیمانی را مؤثر واقع کرده و انگیزه سرمایه‌گذاران را برای سرمایه‌گذاری کاهش می‌دهد. در نتیجه، با کنار رفتن مداخلات دولت و آزاد شدن قیمت‌های محصولات و شفاف شدن آنها در بازار، مازاد عرضه‌ای وجود نخواهد داشت که با بهای پایین به سایر کشورها صادر شود. از طرفی، یارانه انرژی تخصیصی برای تولید سیمان و همچنین یارانه حمل‌ونقل آن با صادرات این محصول به بهای کم نادیده گرفته شده و از بین می‌رود. لذا، تصحیح قیمت‌های حامل‌های انرژی نیز ضروری بوده و قیمت‌های نسبی صحیح را سبب می‌شود. همچنین عرضه سیمان در رینگ صادراتی بورس کالا یکی از راهکارهایی بوده که به منظور شفافیت در قیمت‌ها و ممانعت از ورود واسطه‌ها در اسفند ۱۳۹۸ توسط کارگروه تنظیم بازار در خصوص ساماندهی صادرات سیمان اتخاذ شد ولی با تصمیم وزارت صنعت، معدن و تجارت به دلیل شیوع بیماری کرونا و بسته بودن مرزها به صورت موقتی لغو شد.^{۲۷} عرضه محصولات سیمانی در بورس کالا بهای آنها را به قیمت‌های بازار نزدیک‌تر می‌کند و همچنین توسعه و تعمیق بورس کالا و مکانیزم‌های راهبردی آن سبب می‌شود که معاملات خارج از این بازار برای متقاضیان صرفه اقتصادی نداشته باشد. لازم به ذکر است اصلاح قیمت‌های حامل‌های انرژی و مواد اولیه مصرفی لازمه رسیدن به چنین هدفی است.

جدول ۱۴ حجم و ارزش واردات سیمان و کلینکر را طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود حجم صادرات و واردات سیمان و کلینکر ناچیز و تنها تحت شرایط خاص و یا نیاز به نوع خاص سیمان بوده و یا واردات آجر نسوز بوده که با عنوان سیمان و کلینکر در اداره اطلاعات گمرک ثبت شده است. زیرا با وجود قیمت‌های بسیار پایین سیمان در کشور در مقایسه با قیمت‌های جهانی، واردات این محصول صرفه اقتصادی ندارد.

^{۲۷} بورس پرس، اردیبهشت ۱۳۹۹، کد خبر: ۱۵۳۳۳۴

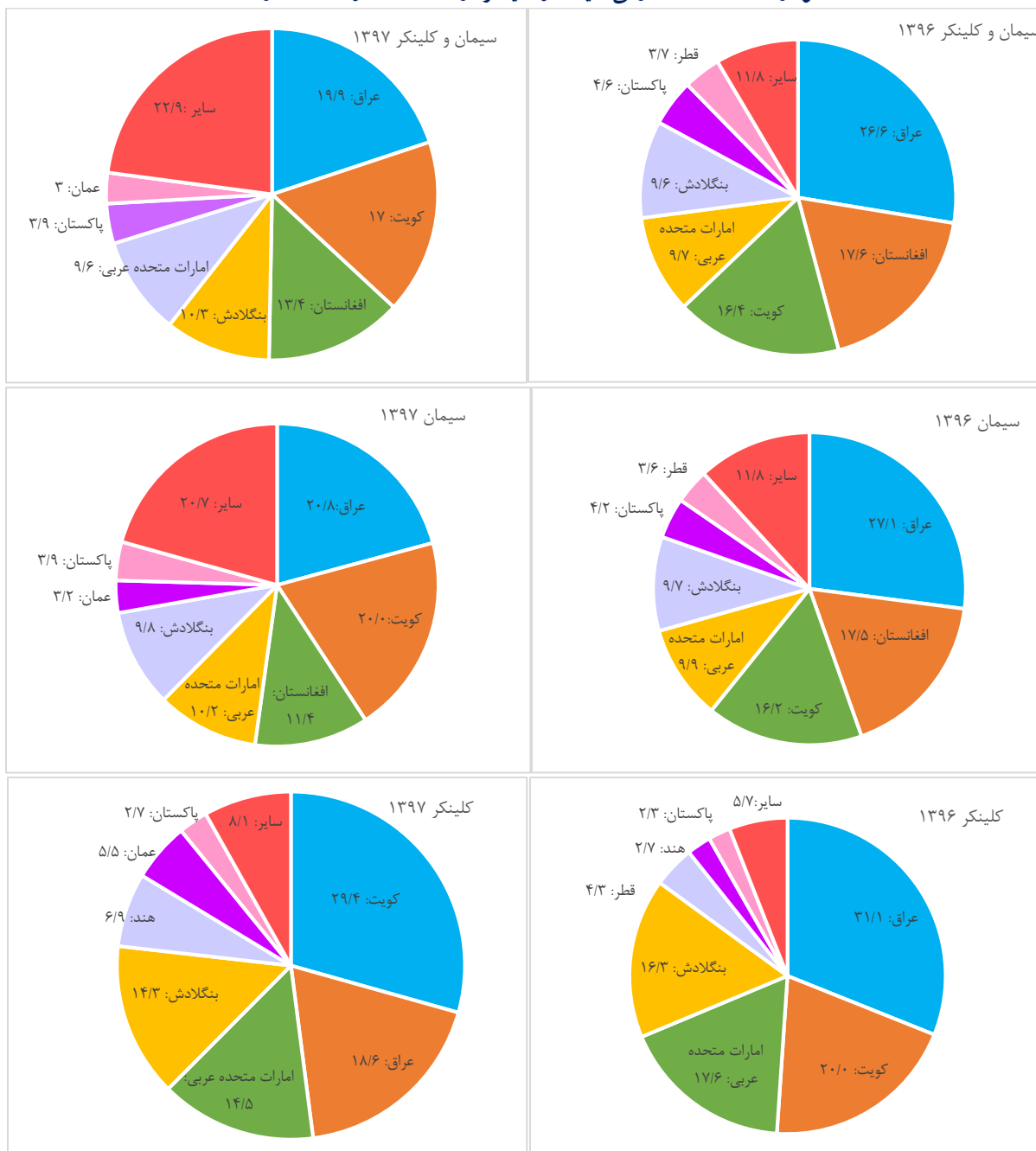
جدول ۱۴ - حجم و ارزش واردات سیمان و کلینکر طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷

سال	سیمان			کلینکر		
	وزن (هزار تن)	دلار (میلیون دلار)	ریال (میلیارد ریال)	وزن (تن)	دلار (هزار دلار)	ریال (میلیون ریال)
۱۳۹۰	۷/۳	۶/۵	۷۱/۷	۱۰۷/۵	۱۹۵/۲	۲,۰۷۹/۶
۱۳۹۱	۷/۳	۶/۶	۱۱۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۱۳۹۲	۹/۴	۸/۴	۲۰۸/۸	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۱۳۹۳	۸/۳	۷/۲	۱۸۹/۲	۰/۱	۰/۳	۸/۲
۱۳۹۴	۶/۱	۴/۸	۱۴۱/۸	۱۲۹/۰	۵/۶	۱۶۳/۶
۱۳۹۵	۶/۴	۴/۷	۱۴۶/۲	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۱۳۹۶	۱۱/۸	۸/۷	۲۹۷/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۱۳۹۷	۵/۱	۴/۳	۱۷۹/۳	۰/۰	۰/۰	۰/۰

مأخذ: اطلاعات موجود در سایت گمرک جمهوری اسلامی ایران

ایران در سال ۱۳۹۷، به ۴۸ کشور سیمان صادر کرده است. در همین سال، در حدود ۷۰ درصد صادرات سیمان به کشورهای عراق، کویت، افغانستان، بنگلادش و امارات متحده عربی بوده است. در سال ۱۳۹۳ بیش از ۹۰ درصد صادرات سیمان به شش کشور عراق، آذربایجان، افغانستان، عربستان سعودی، روسیه و کویت بوده، در حالیکه در سال ۱۳۹۷ ده کشور بزرگ واردکننده سیمان از ایران ۸۵ درصد از کل صادرات سیمان ایران را دربرداشته‌اند. به عبارت دیگر، عدم وابستگی صادرات سیمان ایران به تعداد محدودی از کشورها، ریسک ناشی از تغییرات سیاست‌های تجاری در مقاصد صادراتی را کاهش داده است. در سال ۱۳۹۷، بزرگترین مقصد صادراتی سیمان ایران عراق بوده و سهم آن از کل صادرات وزنی سیمان و کلینکر در حدود ۱۹/۹ درصد برآورد شده است. این در حالی است که مقدار فوق سال ۱۳۹۴ معادل ۵۰/۶ درصد بوده که نشان از کاهش آن در سال‌های اخیر دارد. نمودار ۹ سهم کشورهای مختلف واردکننده سیمان و کلینکر را در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ نشان می‌دهد.

نمودار ۹ - مقاصد صادراتی سیمان و کلینکر در سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ (درصد)



مأخذ: اطلاعات موجود در سایت گمرک جمهوری اسلامی ایران

۶ - ساختار صنعت و بازار آن

جدول ۱۵ اطلاعات مربوط به هلدینگ‌های صنعت سیمان را نشان می‌دهد. شکل ۳ نیز مالکیت شرکت‌های تولیدکننده سیمان که در بازار بورس و اوراق بهادر تهران فعال هستند را ارائه می‌دهد.

جدول ۱۵ - هلدینگ‌های صنعت سیمان و تعداد کارخانه‌ها، تعداد خط تولید، حجم تولید و مالکیت عمده آنها

نام هلدینگ	تعداد کارخانه	تعداد خط تولید	تولید (هزار تن در روز)	تولید (میلیون تن در سال)	مالکیت عمده
بخش خصوصی	۳۳	۲۹	۷۹/۶	۲۱/۰	بخش خصوصی
فارس و خوزستان	۱۹	۳۰	۷۱/۷	۱۹/۰	سازمان تأمین اجتماعی
سیمان تهران	۶	۹	۲۹/۲	۹/۰	بنیاد مستضعفان
غدیر	۵	۷	۱۷/۷	۷/۰	خصوصی
اسپندار - خصوصی	۵	۵	۱۵/۶	۵/۰	بخش خصوصی و بخش خارجی
سیدکو	۳	۵	۱۳/۵	۵/۰	بانک ملی ایران
سهام عدالت	۲	۲	۶/۶	۲/۰	دولت
سرمایه‌گذاری امید	۱	۲	۶/۰	۲/۰	سرمایه‌گذاری امید
خیریه همدانیان	۱	۳	۳/۳	۱/۰	خیریه همدانیان
بنیاد مسکن	۱	۱	۳/۳	۱/۰	بنیاد مسکن

مأخذ: سایت <http://www.irancement.com> ، بهمن ۱۳۹۷

۷- شاخص های اقتصادی صنعت سیمان

در سال ۱۳۹۵، تعداد کارگاه های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک در کشور ۲۳۸ بوده و این مقدار در سال ۱۳۹۴ برابر با ۱۷۴ بوده است. اطلاعات مربوط به مصرف انرژی و آب، ارزش افزوده، ارزش تولید و تشکیل سرمایه در این کارگاه ها از مرکز آمار ایران قابل استخراج می باشد.^{۲۸}

در سال ۱۳۹۴، در حدود ۶۳/۷ درصد از انرژی مصرفی در کارگاه های صنعتی تولیدکننده سیمان، گچ و آهک به انرژی حرارتی تعلق داشته است. همچنین در همین سال، سهم انرژی الکتریکی مصرفی از مصرف کل انرژی در این کارگاه ها در حدود ۳۶/۳ درصد بوده است. جدول ۱۶ سهم اقلام انرژی و آب مصرفی در کارگاه های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک و مجموع کارگاه های صنعتی را در سال ۱۳۹۴ نشان می دهد.

جدول ۱۶- سهم اقلام انرژی و آب مصرفی در کارگاه های صنعتی و کارگاه های صنعتی تولیدکننده سیمان، گچ و آهک در سال ۱۳۹۴

انرژی و آب کارگاه های صنعتی	ارزش کل انرژی (میلیون ریال)	ارزش انرژی حرارتی (میلیون ریال)	سهم انرژی حرارتی از انرژی کل (درصد)	ارزش انرژی الکتریکی (میلیون ریال)	سهم انرژی الکتریکی از انرژی کل (درصد)	ارزش آب (میلیون ریال)
تولید سیمان، گچ و آهک	۱۰,۲۹۹,۰۵۷/۰	۶,۵۵۷,۸۲۱/۰	۶۳/۷	۳,۷۴۱,۲۳۶/۰	۳۶/۳	۶۱,۱۵۴/۰
کارگاه های صنعتی	۱۰۳,۳۲۰,۳۸۸/۰	۴۹,۳۶۱,۰۸۹/۰	۴۷/۸	۵۳,۹۵۹,۲۹۹/۰	۵۲/۲	۵,۱۲۸,۸۹۰/۰

مأخذ: مرکز آمار ایران

همانطور که در جدول ۱۷ نشان داده شده است، ارزش افزوده کارگاه های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک در سال ۱۳۹۵ در حدود ۴۱/۴ هزار میلیارد ریال برآورد شده است که نسبت به سال قبل از آن در حدود ۲۶/۶ درصد رشد داشته است.

جدول ۱۷- ارزش افزوده کارگاه های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک و مجموع کارگاه های صنعتی

سال	ارزش افزوده کارگاه های صنعتی (میلیون ریال)	ارزش افزوده کارگاه های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک (میلیون ریال)	نسبت ارزش افزوده کارگاه های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک به ارزش افزوده کارگاه های صنعتی (درصد)
۱۳۹۴	۱,۱۷۶,۳۳۱,۰۵۴/۰	۳۲,۷۲۶,۵۵۰/۰	۲/۸
۱۳۹۵	۱,۷۵۴,۳۹۵,۳۱۰/۰	۴۱,۴۲۰,۱۵۸/۰	۲/۴

مأخذ: مرکز آمار ایران

ارزش تولید محصولات سیمان، گچ و آهک در سال ۱۳۹۴ برابر با ۶۰/۷ هزار میلیارد ریال بوده است. تشکیل سرمایه در این صنعت نیز در سال ۱۳۹۵ برابر با ۷/۳ هزار میلیارد ریال برآورد شده است. جدول ۱۸ نشان دهنده سهم کارگاه های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک از ارزش افزوده و تشکیل سرمایه کارگاه های صنعتی در سال ۱۳۹۵ می باشد.

^{۲۸} اطلاعات فوق بر مبنای به روزترین گزارش موجود در مرکز آمار ارائه شده است که در برخی موارد گزارش موجود مختص به سال ۱۳۹۴ می باشد.

جدول ۱۸ - سهم کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک از ارزش افزوده، ارزش تولید و تشکیل سرمایه کارگاه‌های صنعتی در سال ۱۳۹۵ (درصد)

سهم کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک از ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی	سهم کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک از ارزش تولید کارگاه‌های صنعتی	سهم کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک از تشکیل سرمایه کارگاه‌های صنعتی
۲/۴	۱/۵	۳/۱

مأخذ: مرکز آمار ایران

تعداد شاغلان کارگاه‌های صنعتی در سال ۱۳۹۵ در حدود ۱,۷۸۸,۶۵۱ نفر بوده که ۱/۹ درصد آنها در کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک مشغول به کار بوده‌اند. این نسبت در سال ۱۳۹۴ در حدود ۲/۴ درصد برآورد شده است. جدول ۱۹ تعداد شاغلان کارگاه‌های صنعتی و کارگاه‌های تولید سیمان، گچ و آهک را نشان می‌دهد. رشد شاغلان کارگاه‌های صنعتی در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال قبل از آن در حدود ۴۲/۱ درصد بوده و این مقدار برای شاغلان کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک تقریباً ۱۲/۷ درصد برآورد شده است. جدول ۲۰ نیز درصد اشتغال در کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک و مجموع کارگاه‌های صنعتی را به ازای یک میلیون ریال تشکیل سرمایه^{۲۹} نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود در سال ۱۳۹۵ این مقدار برای کارگاه‌های صنعتی و کارگاه‌های تولید سیمان، گچ و آهک به ترتیب ۰/۵ درصد و ۰/۴ درصد بوده است. همچنین مقدار فوق برای کارگاه‌های صنعتی تولید آهن و فولاد پایه در حدود ۰/۲ درصد بوده است. بنابراین، در سال ۱۳۹۵، کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک به ازای هر واحد سرمایه بکارگرفته شده اشتغال بیشتری را نسبت به کارگاه‌های صنعتی تولید آهن و فولاد ایجاد کرده‌اند.

جدول ۱۹ - تعداد شاغلان کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک و مجموع کارگاه‌های صنعتی

سال	تعداد شاغلان کارگاه‌های صنعتی	تعداد شاغلان کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک	نسبت شاغلان کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک به شاغلان کارگاه‌های صنعتی (درصد)
۱۳۹۴	۱,۲۵۸,۴۱۴	۳۰,۲۳۹	۲/۴
۱۳۹۵	۱,۷۸۸,۶۵۱	۳۴,۰۹۱	۱/۹

مأخذ: مرکز آمار ایران

جدول ۲۰ - اشتغال در کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک و مجموع کارگاه‌های صنعتی به ازای یک میلیون ریال تشکیل سرمایه در سال ۱۳۹۵ (درصد)

اشتغال به تشکیل سرمایه در کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک	اشتغال به تشکیل سرمایه در کارگاه‌های صنعتی
۰/۴	۰/۵

مأخذ: مرکز آمار ایران

۸ - قیمت‌گذاری سیمان

در سال ۱۳۷۱، به کارخانه‌های سیمان اجازه داده شد که تولید مازاد بر ۸۰ درصد ظرفیت خود را با قیمت آزاد بفروشند. از اسفند سال ۱۳۷۳ قیمت‌گذاری سیمان به عهده شورای اقتصاد گذاشته شد. در سال ۱۳۷۷، با مسئولیت و نظارت وزارت صنایع و معادن و با تعیین سقف، قیمت آزاد اعلام شد. در سال ۱۳۸۰، مطابق تصویب‌نامه شماره ۶۹۵۴/ت ۲۲۵۰۵ ه هیئت وزیران، سیمان در بخش دوم گروه اول سبب حمایتی قرار گرفت و در اسفند ۱۳۸۱ نیز توافق‌نامه‌ای ۱۴ ماده‌ای میان دو وزارتخانه بازرگانی و صنایع و معادن تحت عنوان طرح جامع سیمان به تصویب رسید و تا پایان سال ۱۳۸۳ اجرا و نهایتاً با تصویب مصوبه‌ای به شماره ۷۳۵۸۵/ت ۳۲۴۱۶ توسط هیئت وزیران در سال ۱۳۸۳، سیمان از سبب حمایتی خارج شد، اما با توجه به مشکلات ایجاد شده در

^{۲۹} تشکیل سرمایه مجموع تشکیل سرمایه ثابت و ارزش تغییرات موجودی انبار می‌باشد.

نحوه توزیع سیمان، در سال ۱۳۸۴ به موجب مصوبه‌ای به شماره ۳۸۷۶۰/ت/۳۹۹۰۰۷ با لغو مصوبه ۷۳۵۸۵/ت/۳۲۴۱۶، سیمان مجدداً در اقلام سبد حمایتی قرار گرفت و اجرای طرح جامع سیمان تداوم یافت و این کالا مشمول ضوابط توزیع و قیمت‌گذاری شد. در تیر ماه سال ۱۳۸۷ هیئت وزیران با توجه به تعهد کارخانه‌ها مبنی بر حفظ قیمت سیمان تیپ یک تا سقف ۶۵۰ هزار ریال به ازاء هر تن، این کالا را از سبد حمایتی خارج کرد و وزارت بازرگانی با همکاری وزارت صنایع و معادن و انجمن صنفی کارفرمایان سیمان موظف به نظارت و اتخاذ تصمیم لازم بر اجرای تصویب‌نامه مذکور شدند.

از سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۰ مرجع رسمی قیمت‌گذاری سیمان دولت بود تا این که در اردیبهشت ۱۳۹۲، در پی انعقاد تفاهم‌نامه‌ای میان انجمن صنفی کارفرمایان سیمان و وزارت صنعت، بخشی از سیاست‌گذاری، مدیریت و راهبری تنظیم بازار داخلی، خدمات و تصدی‌های صادرات سیمان کشور به انجمن صنفی سیمان به نمایندگی از تولیدکنندگان و صادرکنندگان سیمان کشور واگذار شد. طی این تفاهم‌نامه انجمن مزبور وظیفه اتخاذ تدابیر لازم در راستای مدیریت و تدوین استراتژی و ارائه برنامه تأمین، توزیع و تنظیم بازار داخلی سیمان و کلینکر در سطح ملی و منطقه‌ای و صادرات سیمان و کلینکر در راستای سیاست‌ها و برنامه‌های وزارت صنعت، معدن و تجارت با منظور کردن اهداف کلان این بخش و همچنین وظیفه ایجاد طرح‌های توسعه‌ای و ظرفیت‌های جدید تولید متناسب با جایگاه صنعت سیمان کشور در منطقه و جهان در دوره‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت بر اساس مزیت‌های جغرافیایی تولید و الگوی تقاضای داخلی و صادراتی را بر عهده داشت. همچنین انجمن صنفی مجاز بود بر حسب ضرورت با توجه به هزینه‌های مترتب و در نظر داشتن شرایط رقابتی و ایجاد تعادل و مدیریت در بازارهای داخلی، نسبت به تعیین و ابلاغ قیمت فروش (درب کارخانه) انواع سیمان و کلینکر به صورت ملی و منطقه‌ای بدون وارد شدن شوک شدید به بازار اقدام کند. همچنین در صورت بروز هر گونه مشکل کمبود و نوسانات غیرمنطقی قیمت در بازار سیمان در استان‌های کشور، انجمن مربوطه باید با هماهنگی کارخانه‌های سیمان نسبت به رفع مشکل در کوتاه‌ترین زمان اقدام می‌کرد. علاوه بر این، همکاری در تعیین قیمت‌های پایه فروش صادراتی در مرزهای خروجی و نظارت بر نحوه رعایت قیمت‌ها در سطح بازارهای صادراتی به تفکیک بازارهای هدف و اتخاذ تدابیر لازم برای حفظ و صیانت از منافع ملی کشور و همچنین منافع شرکت‌ها و بنگاه‌های تولیدی در راستای جلوگیری و پرهیز از هرگونه رفتار ساختارشکن و مخرب در بازارهای صادراتی هدف و ارائه گزارش‌های دوره‌ای در این خصوص از جمله وظایف انجمن صنفی کارفرمایان سیمان محسوب می‌شد. با توجه به این تفاهم‌نامه انجمن ملزم بود با اتخاذ تدابیر لازم و اعمال نظارت بر صادرات سیمان و پایش بازار در صورت بروز هر گونه مشکل برای بازار داخلی در هر یک از مناطق کشور، با بهره‌گیری از ظرفیت‌های موجود سیمان با اولویت قرار دادن بازار داخلی با هماهنگی اتحادیه کشوری صنف فروشندگان مصالح ساختمانی نسبت به مدیریت صادرات سیمان اقدام کند. این رویه تا اواسط تیر ۱۳۹۴ ادامه یافت تا اینکه بر اساس مصوبه هدفمندی یارانه‌ها در ۲۰ تیر ۱۳۹۴ و ابلاغ آن در ۲۰ مرداد ۱۳۹۴ به انجمن صنفی سیمان، سیمان در رده سایر کالاها قرار گرفت که بر این اساس شامل قیمت‌گذاری نمی‌شود. به عبارتی بعد از ۲۰ مرداد ۱۳۹۴ قیمت سیمان بر اساس عرضه و تقاضا و به صورت کارخانه‌ای و بنا به شرایط منطقه تعیین می‌شود. بر اساس مصوبه مذکور دیگر انجمن صنفی سیمان دخالتی در امر قیمت‌گذاری ندارد بلکه تنها کارخانه‌ها تعدیل قیمت را به انجمن اعلام می‌کنند. در حال حاضر، قیمت‌گذاری سیمان بر مبنای روش Cost-Plus صورت می‌گیرد. به این معنی که وزارت صنعت، معدن و تجارت بر مبنای هزینه‌های تمام شده کارخانجات سیمان و قیمت‌های پیشنهادی انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان، درصدی را به عنوان سود در نظر گرفته و قیمت‌های انواع سیمان را به صورت دستوری تعیین می‌کند. در این راستا سامانه‌ای به عنوان ثبت شکایات به دلیل تخطی از قیمت‌های تعیین شده نیز در اداره حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان تعبیه شد. با این حال وزارت صنعت، معدن و تجارت این ادعا را هم داشته که تولیدکنندگان سیمانی می‌توانند بر مبنای عرضه و تقاضا و کشش موجود در بازار محصولات خود را به فروش رسانند که با فرایند تعیین قیمت توضیح داده شده در تضاد است. همانطور که در بیش از چهار دهه مشاهده می‌شود، این نوع از کنترل‌ها و قواعد تنظیم‌گری دولت ناکارا و برخلاف منطق اقتصادی بوده است.

فقدان یک نظام قیمت‌گذاری شفاف بر پایه تعادل عرضه و تقاضا در کشور سبب فاصله گرفتن قیمت‌های نسبی کالاها از مقادیر صحیح و واقعی آنها شده است. به طور مثال در صنعت سیمان، بروز مشکلاتی نظیر مازاد عرضه، صادرات به بهای پایین، عدم توجه به اقتصادی بودن طرح‌ها و حضور واسطه‌های متعدد نتیجه قیمت‌گذاری دستوری بوده است. به بیانی دیگر، اصلاح قیمت مواد اولیه و حامل‌های انرژی و در پی آن، کشف قیمت محصولات در نظام بازار از تعادل عرضه و تقاضا امری ضروری است. در این صورت است که کلیه آحاد اقتصادی اطلاعات صحیحی راجع به هزینه و فرصت هر گونه فعالیت اقتصادی کسب خواهند کرد. بنابراین، تخصیص منابع در حالت بهینه قرار گرفته و بهره‌وری ارتقا خواهد یافت. اما، در صورتی که فرآیند قیمت‌گذاری با مداخله و بر اساس صلاحدید سیاست‌گذار همراه باشد و در نتیجه به صورت دستوری تعیین شود، مشکلات متعددی در پی این اقدام رخ خواهد داد که از کنترل و نظارت سیاست‌گذار خارج است. به بیان دقیق‌تر، سیاست‌گذار با در اختیار قرار دادن اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم‌گیری برای تولید یا مصرف به عرضه‌کنندگان و متقاضیان، موظف به ایجاد فضای رقابتی و هموارسازی مسیر تخصیص بهینه منابع و بهبود بهره‌وری می‌باشد. به عنوان مثال، عرضه محصولات در بورس کالا یکی از راهکارهایی بوده که کشف قیمت کالاها را بهینه‌تر کرده و همچنین توسعه و تعمیق این بازار اهمیت بسیاری در بهبود فرآیند قیمت‌گذاری خواهد داشت.

۹- جمع‌بندی

تولید جهانی سیمان در سال ۲۰۱۹ معادل با ۴/۲ میلیارد تن برآورد شده و چین با تولید ۲/۲ میلیارد تن بزرگترین تولیدکننده این کالا در جهان بوده است. ایران در این سال با تولید ۶۰ میلیون تن سیمان در جایگاه هفتم بزرگترین تولیدکنندگان جهان قرار گرفته است. در حدود ۷۴ کارخانه تولید سیمان در کشور فعالیت می‌کنند که مجموع ظرفیت آنها ۸۶ میلیون تن می‌باشد. تولید ۹۳ میلیون تن سیمان در افق ۱۴۰۰ توسط وزارت صنعت، معدن و تجارت هدف‌گذاری شده است.

با بهره‌برداری از طرح‌های سیمانی در سال‌های اخیر، ظرفیت تولید سیمان از میزان تقاضا و مصرف بازارهای داخلی و صادراتی فراتر رفته و این عدم تناسب بین ظرفیت تولید و مصرف بازارهای در دسترس حاکی از عدم بررسی دقیق و آینده‌نگری صنعت سیمان در کشور بوده و نیاز به بازنگری مجدد طرح‌ها دارد. همچنین، در نظر گرفتن بازارهای صادراتی و محدود نبودن صادرات سیمان تنها به یک کشور، نیاز به بررسی شرایط این صنعت از منظر اقتصادی در کشورهای همسایه دارد. به عنوان مثال، در سال‌های گذشته حجم قابل توجهی از سیمان صادراتی کشور به عراق صورت گرفته و وضع قوانین جدید داخلی برای این کشور، کاهش واردات این محصول را به همراه داشته و منجر به بروز مشکلاتی نظیر صادرات سیمان به بهای پایین‌تر به سایر مقاصد صادراتی شده است. لذا، متعدد بودن مقاصد صادراتی سیمان از بروز شوک‌هایی از این دست در بازار مصرف جلوگیری خواهد کرد. از طرفی سیاست‌گذاری صحیح دولت می‌تواند منجر به عدم تمرکز کارخانجات سیمان در مجاورت با تعداد محدودی از مقاصد صادراتی شده و در نتیجه دسترسی به هدف فوق هزینه‌های حمل‌ونقل را کمتر می‌کند.

استفاده از ضایعات و پسماندهای جامد به عنوان سوخت در صنعت سیمان مزایایی از قبیل کاهش نشر گازهای گلخانه‌ای، کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و حذف هزینه دفن پسماندها را به همراه دارد. تحقیق و توسعه برای استفاده از این سوخت جایگزین در ایران به دلیل هزینه‌های پایین حامل‌های انرژی به صرفه نبوده و ترجیح تولیدکنندگان سیمان استفاده از سوخت‌های فسیلی می‌باشد. بنابراین، اصلاح قیمت‌های حامل‌های انرژی نه تنها موجب اصلاح قیمت‌های نسبی در سایر صنایع می‌شود، مصرف انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی را در صنعت سیمان کاهش داده و تولیدکنندگان را به استفاده از سوخت‌های جایگزین نظیر پسماندهای شهری سوق می‌دهد. همچنین، اتخاذ سیاست‌هایی برای جریمه نمودن کارخانه‌هایی که استانداردهای زیست‌محیطی را رعایت نکرده و با انتشار حجم زیادی از گازهای گلخانه‌ای از محدوده مشخص شده تخطی نموده‌اند، کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی را در پی خواهد داشت. کارخانه‌های تولید سیمان نیز از جمله صنایع پرمصرف انرژی بوده و در پی اعمال سیاست‌های فوق، اقداماتی که توجیه اقتصادی ندارند را کنار خواهند گذاشت.

مجاورت کارخانجات سیمان به مواد اولیه و بازار مصرف عامل مهمی در کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل بوده و سبب سودآوری آنها می‌شود. اما، عدم توجه و لحاظ این عامل در امکان‌سنجی طرح‌های سیمانی، بهینگی کارخانجات این صنعت را کاهش داده است، به طوری که توجیه اقتصادی برخی از کارخانه‌های تولید سیمان متکی به یارانه انرژی و پایین بودن بهای گاز طبیعی و مواد معدنی اولیه بوده است.

حضور واسطه‌ها در چرخه عرضه سیمان به همراه نقدینگی پایین کارخانجات سیمان و مازاد عرضه آن در این صنعت منجر به فروش حجم بالای سیمان با قیمت‌های توافقی به واسطه‌ها شده است. قیمت‌گذاری دستوری در تعیین بهای مواد اولیه و حامل‌های انرژی و همچنین محصولات سیمانی در این صنعت منجر به بروز مشکلاتی از این دست شده که تنها با کشف قیمت بر مبنای تعادل عرضه و تقاضا اصلاح خواهد شد.

ناوگان حمل‌ونقل جاده‌ای ترانزیتی کشور متناسب با اهداف تعیین شده در برنامه راهبردی بخش صنعت توسعه نیافته است. تحقق هدف صادرات ۳۲ میلیون تن سیمان به کشورهای منطقه و کسب رتبه اول صادراتی در جهان در افق ۱۴۰۴ هدف تعیین شده از سوی وزارت صنعت، معدن و تجارت بوده که باید با توسعه حمل‌ونقل کشور همراه می‌باشد.

تحریم‌های بین‌المللی در سال‌های اخیر، افزایش نرخ ارز را در پی داشته که با در نظر گرفتن نرخ‌های فوق توجیه طرح‌های در دست احداث اقتصادی نبوده و منجر به متوقف شدن برخی از آنها شده است. در واقع، آن دسته از طرح‌هایی که در فراهم نمودن بخشی از تجهیزات خود نیازمند ارز هستند با مشکلات متعددی مواجه شدند. از طرفی صادرات سیمان با قیمت‌های پایین صورت گرفته و میزان ارزآوری این صنعت پایین بوده است، بنابراین، هزینه‌های ارزی این صنعت می‌بایست از سایر بخش‌ها تأمین شود. مجموع این عوامل رقابت منفی بین تولیدکنندگان این صنعت را به همراه داشته است.

در مجموع، سیاست‌های نادرستی که در تعیین قیمت‌های نسبی و ارزش گمرکی محصولات توسط وزارت صنعت، معدن و تجارت و سایر سازمان‌های مربوطه اتخاذ می‌شود، تأثیر مهمی در ایجاد واسطه‌گری، مشکلات مربوط به صادرات، کاهش سودآوری شرکت‌های تولیدکننده و ایجاد فضای رقابتی مخرب در این بازار دارند، لذا، نیاز به بازنگری اهداف در افق کوتاه‌مدت و بلندمدت و اتخاذ سیاست‌های مناسب و همچنین ایجاد مسیر هموار برای تحقق آنها می‌باشد.

۱۰ - پیوست‌ها:

۱-۱۰ پیوست اول: فرآیندهای تولید سیمان

۱-۱-۱۰ انتخاب محل احداث کارخانه

اولین مرحله برای تولید سیمان انتخاب محل مناسب برای کارخانه است. در انتخاب محل کارخانه در نظر گرفتن چند نکته ضروری است:

- ۱) کارخانه به معادن مواد اولیه (سنگ آهک و خاک رس) نزدیک باشد.
- ۲) ظرفیت معادن مواد اولیه پاسخگوی نیاز دراز مدت کارخانه باشند.
- ۳) کیفیت مواد اولیه در حد قابل قبولی باشد.
- ۴) کارخانه به قطب‌های مصرف‌های نزدیک باشد.

بندهای اول و چهارم به هزینه حمل و نقل در صنعت سیمان مربوط می‌شوند. از آنجا که هزینه حمل مواد اولیه به کارخانه و هزینه حمل سیمان تولیدی به قطب‌های مصرف بسیار زیاد است، محل کارخانه باید به نحوی باشد که هر دو مسافت کمینه شوند. بندهای دوم و سوم نیز به انتخاب معادن مناسب برای عرضه تولیدات کارخانه مربوط می‌شوند. یک معدن مناسب باید اولاً از نظر کیفیت دارای مواد اولیه قابل قبولی باشد و ثانیاً از نظر کمیت بتواند حداقل حدود ۱۰۰ سال مواد اولیه کارخانه را تأمین کند. در غیر این صورت ممکن است ساخت کارخانه از نظر اقتصادی به صرفه نباشد. از آنجا که در ایران بیشتر سنگ‌های آهکی به صورت رسوبی در کوه‌ها قرار دارند و در دشت‌های مجاور این کوه‌ها معادن خاک رس وجود دارند، معمولاً حد فاصل این کوه‌ها و دشت‌ها محل مناسبی برای احداث کارخانه است.

۲-۱-۱۰ استخراج و انتقال مواد اولیه

برای استخراج سنگ آهک معمولاً از عملیات آتش‌باری استفاده می‌شود. بدین ترتیب با استفاده از مواد منفجره قسمت‌های مورد نظر از کوه را منفجر می‌کنند و سنگ آهک را به صورت قطعات سنگی درشت به دست می‌آورند. همچنین در استخراج خاک رس به دلیل سختی نسبتاً پایین معادن آن، معمولاً از لودر (بیل مکانیکی)، بیل‌های مکانیکی پر قدرت^{۳۰} و بیل‌های کششی^{۳۱} استفاده می‌شود. پس از استخراج مواد اولیه آنها را با استفاده از واگن، تسمه نقاله یا کامیون‌های ویژه حمل مواد اولیه به کارخانه منتقل می‌کنند.

۳-۱-۱۰ سنگ‌شکن^{۳۲}

سنگ آهکی که از معدن به دست می‌آید، در بدو ورود به کارخانه به قسمت سنگ شکن منتقل می‌شود. سنگ شکن‌ها که وظیفه خرد کردن قطعات بزرگ سنگ و ایجاد قطعات کوچکتر را بر عهده دارند، دارای انواع گوناگون همچون سنگ شکن‌های فکی^{۳۳}، چکشی^{۳۴} و دورانی^{۳۵} می‌باشند. در زیر سنگ شکن‌ها، سرنند^{۳۶} اولیه وجود دارد که خرده سنگ‌های شکسته در سنگ شکن روی آن

^{۳۰} Power Shovels

^{۳۱} Draglines

^{۳۲} Crusher

^{۳۳} Jaw Crusher

^{۳۴} Hammer Mill

^{۳۵} Gyratory Crusher

^{۳۶} Sieve

می‌ریزند. قطعات مناسب خرده سنگ‌ها که از سرنده اولیه عبور کنند، به قسمت دپوی مصالح منتقل می‌شوند و قطعات درشتی که روی سرنده باقی می‌مانند، مجدداً به سنگ شکن باز می‌گردند.

۴-۱-۱۰ دپوی مصالح

پس از خرد شدن سنگ آهک و آماده شدن خاک، این دو در یک سالن با یکدیگر مخلوط می‌شوند و یا در دو سالن جداگانه ریخته می‌شوند و سپس به نسبت لازم قبل از ورود مواد با یکدیگر مخلوط می‌گردند. از آنجا که مواد اولیه نسبتاً ناهمگن و غیریکنواخت‌اند و سیمان تولیدی باید کاملاً یکنواخت باشد، شیوه انباشتن و برداشت مصالح به گونه‌ای است که تا حدودی این هدف را تأمین کند. بدین منظور از روش باند همگن‌ساز استفاده می‌شود. در این روش ماشین مخصوصی که دارای یک بازوی متحرک در بالا است، در طول قسمت دپو بر روی ریل حرکت می‌کند و مواد آماده شده را توسط تسمه نقاله به بالا منتقل کرده، با استفاده از بازوی متحرک، در کنار مسیر حرکت خود تخلیه می‌کند. نتیجه این عمل در طول حرکت رفت و برگشتی ماشین، ایجاد یک خاکریز از مصالح مورد نظر در امتداد مسیر حرکت است. هر ماشین می‌تواند دو خاکریز در طرفین خود ایجاد کند و هر کارخانه بسته به حجم تولید، به تعدادی از این ماشین‌ها مجهز است. در هر صورت مواد اولیه در لایه‌های افقی بر روی هم ذخیره می‌شوند. در صورت برداشت با مقاطع عمودی، قسمت برداشتی تقریباً شامل کلیه لایه‌ها خواهد بود. ممکن است به مخلوط حاصله، مواد اولیه دیگری نظیر سنگ آهن به منظور کمک ذوب یا سنگ سیلیس جهت تصحیح و تنظیم ترکیب شیمیایی مواد برای ساخت سیمان ضد سولفات اضافه شود که این عمل می‌تواند هم در سالن مواد صورت گیرد و هم این که مواد اولیه اصلی در قیف‌ها و سیستم توزین وارد آسیاب شود.

۵-۱-۱۰ آسیاب گلوله‌ای

اصولاً در آسیاب مواد، مواد اولیه خرد شده به نسبت‌های لازم وارد آسیاب می‌شوند و سپس به صورت پودر، با رطوبت کمتر از موقع ورود، از آسیاب خارج می‌شوند. آنچه که از آسیاب مواد خارج می‌شود به نام مواد خام یا خوراک کوره نیز شناخته می‌شود. آسیاب مواد مجهز به کوره هوای گرم برای گرفتن رطوبت مواد مورد استفاده قرار می‌گیرد. غالباً از گازهای گرم خروجی از کوره برای این منظور استفاده می‌شود. این کوره برای مواردی است که کوره اصلی متوقف باشد.

۶-۱-۱۰ غبارگیر

به منظور خشک کردن و جابه‌جایی مواد در آسیاب مواد، از گازهای خروجی از کوره استفاده می‌شود. این گازها پس از انتقال مواد، از آسیاب وارد الکترو فیلتر گشته و ذرات مواد و گرد و غبار از آن‌ها جدا می‌گردد و سپس از طریق دودکش به خارج (محیط اطراف) فرستاده می‌شوند.

۷-۱-۱۰ سیلوهای ذخیره مواد

مواد پودر شده پس از آسیاب، وارد سیلوهای مخلوط‌کن و ذخیره‌سازی می‌شوند و پس از نمونه‌گیری و آزمایشات لازم توسط آزمایشگاه و اطمینان از تنظیم بودن و متناسب بودن ترکیب مواد خام، هموژن شده و سپس به سیلوهای ذخیره خوراک فرستاده می‌شوند. در این قسمت مواد ذخیره شده آماده مصرف در کوره‌اند.

۸-۱-۱۰ کوره و پیش‌گرم‌کن

مواد خام از قسمت بالای پیش‌گرم‌کن وارد سیستم پخت شده و پس از عبور از پیش‌گرم‌کن و کلساینر وارد کوره دوار می‌شوند. مواد خام در پیش‌گرم‌کن به مرور (در مدت زمان حدود ۵۰ ثانیه) خشک، گرم و کلسینه می‌شوند. پیش‌گرم‌کن دارای دو برج است که در یکی از آنها کلساینر وجود دارد. مواد پس از تکلیس وارد کوره شده و نهایتاً به صورت دانه‌های کلینکر از کوره خارج می‌شوند. سیستم پخت متشکل از پیش‌گرم‌کن، کلساینر، کانال‌های هوای سوم، کوره دوار، خنک‌کن و دستگاه جداسازی قلیایی (کنارگذر) است.

۹-۱-۱۰ خنک‌کن کلینکر

درجه حرارت کلینکر خروجی از کوره حدود ۱۳۰۰ درجه سلسیوس است و این مقدار حرارت موجود در کلینکر به وسیله جریان هوای سرد بازیابی می‌شود. سپس کلینکر خنک شده (تا حدود ۱۰۰ درجه سلسیوس) راهی انبار کلینکر می‌شود. بخشی از هوای گرم شده از طریق کانال هوای سرد به سمت کلساینر می‌رود و بخشی دیگر وارد کوره می‌شود و اکسیژن مورد نیاز سوخت را تامین می‌کند.

۱۰-۱-۱۰ خردکن و قیف سنگ گچ

به کلینکر خروجی از کوره حدود ۴ درصد سنگ گچ افزوده می‌شود و سپس در آسیاب سیمان پودر می‌شود. قبلاً سنگ گچ (گچ خام) در خردکن جداگانه‌ای به اندازه‌های کمتر از ۴ سانتیمتر خرد شده و سپس در قیف مربوطه ذخیره شده است. سرعت ترکیب کلینکر با آب بسیار شدید است و به همین خاطر از سنگ گچ برای کنترل این ترکیب و گیرش سیمان استفاده می‌شود.

۱۰-۱-۱۱ آسیاب سیمان

از طریق دو نوار تغذیه مجهز به سیستم توزین، سنگ گچ خرد شده و کلینکر وارد آسیاب سیمان گلوله‌ای می‌شوند و پس از پودر شدن، پودر حاصله (سیمان) از طریق بالابر کاسه‌ای و هوایی به سیلوهای ذخیره سیمان فرستاده می‌شود. در دهه اخیر استفاده از آسیاب‌های غلتکی برای پودر کردن کلینکر و تولید سیمان مرسوم شده است، به طوری که در پروژه‌های سیمان تهران و فراز فیروزکوه برای بخش آسیاب سیمان، از آسیاب‌های غلتکی استفاده شده است.

۱۰-۱-۱۲ سیلوهای سیمان و بارگیرخانه

با توجه به ظرفیت تولید کارخانه، تعدادی سیلو بتنی برای ذخیره سیمان در نظر گرفته می‌شوند. سپس سیمان به کمک دستگاه‌های بارگیری سیمان به دو شکل پاکتی یا فله بارگیری شده و از کارخانه صادر می‌شود. در روش پاکتی، سیمان در پاکت‌های استاندارد بسته‌بندی و راهی بازار مصرف می‌شود. مطابق استاندارد، کیسه‌ها باید در وزن‌های ۲۵ یا ۵۰ کیلوگرم و حداقل دارای سه لایه کاغذی باشند که جهت جلوگیری از نفوذ رطوبت، بین دو تا از لایه‌ها باید غیراندود شده یا یکی از جنس پلاستیک باشد. بر روی پاکت‌های سیمان باید علامت تجاری کارخانه، نام تولیدکننده، نوع سیمان، وزن کیسه و تاریخ تولید با رنگ مخصوص به تیپ هر سیمان نوشته شده باشد. در روش فله‌ای، ماشین مخصوص حمل سیمان^{۳۷} در زیر سیلو بارگیری کرده، بار خود را به سیلو کارگاه منتقل می‌کند. هنگام تخلیه ماشین حمل سیمان، پس از اتصال لوله رابط به سیلو، با افزایش فشار و برقراری جریان هوا در لوله، ذرات سیمان همانند سیال به داخل سیلو منتقل می‌شوند. وسیله حمل سیمان از کارخانه می‌تواند کامیون، واگن قطار یا کشتی باشد. چگونگی حمل بستگی به موقعیت کارخانه و محل مصرف دارد.

۲-۱۰ پیوست دوم: فساد سیمان

دو عامل اصلی باعث فساد سیمان می‌شوند: جذب رطوبت از محیط و جذب CO_2 از هوا. فساد سیمان در اثر رطوبت را هیدراته شدن و این فساد در اثر جذب CO_2 را کربناته شدن می‌گویند. به منظور جلوگیری از فاسد شدن سیمان در کارگاه، نکات چندی در مورد انبار کردن و استفاده از سیمان باید مد نظر قرار گیرند:

- در صورت انتقال سیمان از کارخانه به کارگاه به صورت کیسه‌ای، باید حتماً سطح بارگیر تریلی با برزنت یا پلاستیک پوشیده شود.
- هنگام تخلیه و انتقال کیسه‌ها از پاره شدن آنها جلوگیری شود.
- کیسه‌های رسیده به کارگاه در انبارهای سرپوشیده نگهداری شوند یا روی آنها روکش پلاستیکی قرار گیرد.

^{۳۷} Bulker

- به هیچ وجه کیسه‌ها روی زمین چیده نشوند و برای قرار دادن کیسه‌ها، از سطوح چوبی که سطح آنها حداقل ۲۰ سانتی متر از زمین فاصله دارد استفاده شود.
- حداکثر تعداد ۱۲ کیسه سیمان روی یکدیگر قرار داده شوند.
- هیچ‌گاه بیش از مقدار مورد نیاز و پیش از زمان لازم ملات درست نشود.

در مورد اول و سوم، جذب رطوبت در اثر بارش احتمالی مد نظر است. مورد دوم مربوط به جذب رطوبت و CO_2 هوا است. چهارمین مورد به جذب آب از زمین در اثر عوامل مختلف همچون جاری شدن آب در کارگاه اشاره دارد. در صورت وجود فاصله مناسب بین سطح چوب و زمین، جریان هوا زیر کیسه‌ها برقرار شده و از مرطوب شدن آنها جلوگیری می‌کند. عدم رعایت نکته پنجم باعث می‌شود سیمان در کیسه‌های زیرین تحت فشار قرار گیرد و در اثر جذب اندکی رطوبت کلوخه شود. مسأله آخر نیز به فاسد شدن سیمان و عدم کارایی ملات در اثر سپری شدن زمان گیرش آن اشاره دارد.

۳-۱۰ پیوست سوم: روش‌های تولید سیمان

پس از آماده شدن پودر سنگ‌آهن و خاک رس، برای تهیه خوراک کوره روش‌های گوناگونی وجود دارد. روش‌های تولید سیمان را می‌توان به چهار گروه اصلی شامل روش تر، روش نیمه‌تر، روش نیمه‌خشک و روش خشک دسته‌بندی کرد.

۱-۳-۱۰ روش تر

در این روش حوضچه‌هایی را از آب پر می‌کنند و سنگ آهک، خاک رس و دیگر ترکیبات لازم را به نسبت معین به آن می‌افزایند. یک بازوی مکانیکی هم‌زن وظیفه اختلاط مواد و جلوگیری از ته‌نشین شدن آنها را بر عهده دارد. البته ممکن است از دمیدن هوای فشرده از زیر حوضچه به داخل آن هم استفاده شود. از دوغاب به دست آمده نمونه برداری کرده، در آزمایشگاه تجزیه می‌کنند تا نسبت مواد در آن را تشخیص دهند. بدین ترتیب کمبود مواد و ترکیبات در دوغاب را تعیین و با استفاده از سیلوهای کمکی، مواد لازم را به میزان کافی اضافه می‌کنند تا دوغاب (لجن)^{۳۸} با ترکیبات مناسب به دست آید. سپس دوغاب آماده شده را به کوره پخت سیمان می‌برند.

۲-۳-۱۰ روش نیمه‌تر

در این شیوه، دوغاب به دست آمده از روش تر را پیش از آن که به کوره بفرستند، داخل فیلترهایی به شکل آکاردئون می‌فشارند تا آب آن گرفته شود. حاصل این فرآیند خمیر سختی خواهد بود که پس از بریدن آن به شکل استوانه‌های کوچک، این قطعات به دست آمده را به کوره می‌فرستند.

۳-۳-۱۰ روش نیمه‌خشک

در این روش، مواد اولیه را بر روی سینی‌های دواری به نام دستگاه گلوله‌ساز ریخته و ۴ تا ۵ درصد آب اضافه می‌کنند. حرکت دورانی سینی و رطوبت موجود باعث پیوستن پودر مواد اولیه به یکدیگر و ایجاد گلوله‌هایی به نام اماج می‌شود. این گلوله‌ها خوراک کوره خواهند بود.

۴-۳-۱۰ روش خشک

در این روش، پودر سنگ‌آهک و خاک رس به صورت خشک با یکدیگر مخلوط می‌شوند و نمونه‌هایی از آن تهیه می‌شود. این نمونه‌ها در معرض تابش اشعه X قرار می‌گیرند و بازتاب اشعه تحلیل می‌شود. از آنجا که هر ماده بازتاب مخصوصی از اشعه X

^{۳۸} Slurry

دارد، با تحلیل طیف‌های بازتابی از نمونه می‌توان درصد مواد گوناگون در نمونه را تعیین و نسبت به تنظیم آنها اقدام کرد. مخلوط حاصل به همان صورت خشک خوراک کوره خواهد بود.

قابل ذکر است که با وجود چهار روش اصلی ذکر شده برای تولید سیمان، روش‌های مختلف دیگری نیز برای تولید سیمان‌های گوناگون وجود دارند که عمدتاً بستگی به تکنولوژی مورد استفاده و جنس سیمان دارند. تکنولوژی مورد استفاده با گذر زمان دستخوش تغییر و تحولات و پیشرفت بسیار شده است. صنعت سیمان با بهره‌گیری از آخرین تکنیک‌های موجود، با استفاده از روش خشک و به کمک سیستم‌های اتوماتیک، شاهد پیشرفت‌های شگرف در طول تاریخ ۱۶۰ ساله تولید صنعتی خود بوده است. خاطر نشان می‌شود که روش تولید برخی سیمان‌ها نظیر سیمان آلومینایی کاملاً متفاوت با روش تولید سیمان پرتلند است.

منابع

اطلاعات مربوط به کارخانه‌های سیمان و طرح‌ها، قابل دسترسی در سایت سیمان ایران:

<http://www.iracement.com/>

اطلاعات مربوط به حجم تولید سیمان در کشورهای مختلف و سهم هر یک از آنها از تولید جهانی سیمان، قابل دسترسی در:

<https://www.statista.com/>

اطلاعات مربوط به مصرف سیمان، قابل دسترسی در:

<https://constructech.com/>

اطلاعات مربوط به بزرگترین صادرکنندگان و واردکنندگان سیمان در جهان از نظر ارزش صادرات و واردات، قابل دسترسی در:

<http://www.worldstopexports.com/top-cement-exporting-countries/>

اطلاعات مربوط به بزرگترین شرکت‌های تولیدکننده سیمان از نظر میزان تولید، قابل دسترسی در:

<https://www.globalcement.com/>

گزارش ۲۵ تولیدکننده بزرگ بتن در جهان، قابل دسترسی در:

<https://www.globalcement.com/reports/global-concrete>

اطلاعات مربوط به آینده صنعت سیمان در جهان، قابل دسترسی در:

<https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/cement-market-۱۰۱۸۲۵>

اطلاعات مربوط به تجارت بین‌المللی سیمان کشور طی سال‌های متفاوت و مقاصد صادراتی سیمان، قابل دسترسی در سایت گمرک جمهوری اسلامی ایران:

<https://www.irica.gov.ir/>

اطلاعات مربوط به صورت‌مالی‌های شرکت‌های سیمانی، قابل دسترسی در:

<https://www.codal.ir/>

اطلاعات مربوط به انرژی و آب مصرف شده در صنعت سیمان، میزان اشتغال، ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی و صنعت سیمان، قابل دسترسی در:

<https://www.amar.org.ir/>

گزارش Laying the foundation for zero-carbon cement, McKinsey & Company، ۲۰۲۰ قابل دسترسی در:

<https://www.mckinsey.com/industries/chemicals/our-insights/laying-the-foundation-for-zero-carbon-cement>

بانک خاورمیانه
Middle East Bank



عنوان گزارش:

بررسی صنعت سیمان ایران

مدیریت تحقیقات اقتصادی بانک خاورمیانه

تهیه کننده: معصومه اسماعیلی

ویرایش دوم (تیر ۱۳۹۹)

فهرست مطالب

۱- مقدمه	۱
۲- تعریف سیمان و فرآیند تولید آن	۳
۲-۱ سیمان و اجزای آن	۳
۲-۲ روش‌های تولید سیمان و مراحل آن	۴
۳- وضعیت صنعت سیمان در جهان و جایگاه ایران	۵
۳-۱ تولیدکنندگان بزرگ جهان	۵
۳-۲ مصرف‌کنندگان بزرگ جهان	۶
۳-۳ بزرگترین صادرکنندگان و واردکنندگان سیمان در جهان	۷
۳-۴ شرکت‌های تولیدکننده و هلدینگ‌های بزرگ سیمان جهان	۸
۳-۵ کاربردهای سیمان	۹
۴- انتشار کربن دی‌اکسید در صنعت سیمان و ایجاد آلاینده‌های زیست‌محیطی	۱۳
۵- صنعت سیمان در ایران	۱۸
۵-۱ تاریخچه صنعت سیمان و توسعه آن	۱۸
۵-۲ شرکت‌های تولیدکننده سیمان در ایران	۱۸
۵-۳ تجارت بین‌المللی صنعت سیمان	۲۴
۶- ساختار صنعت و بازار آن	۲۷
۷- شاخص‌های اقتصادی صنعت سیمان	۳۰
۸- قیمت‌گذاری سیمان	۳۱
۹- جمع‌بندی	۳۴
۱۰- پیوست‌ها:	۳۶
۱۰-۱ پیوست اول: فرآیندهای تولید سیمان	۳۶
۱۰-۱-۱ انتخاب محل احداث کارخانه	۳۶
۱۰-۱-۲ استخراج و انتقال مواد اولیه	۳۶
۱۰-۱-۳ سنگ‌شکن	۳۶
۱۰-۱-۴ دپوی مصالح	۳۷
۱۰-۱-۵ آسیاب گلوله‌ای	۳۷
۱۰-۱-۶ غبارگیر	۳۷

۳۷	..... ۱۰-۱-۷ سیلوهای ذخیره مواد
۳۷	..... ۱۰-۱-۸ کوره و پیش‌گرم‌کن
۳۸	..... ۱۰-۱-۹ خنک‌کن کلینکر
۳۸	..... ۱۰-۱-۱۰ خردکن و قیف سنگ گچ
۳۸	..... ۱۰-۱-۱۱ آسیاب سیمان
۳۸	..... ۱۰-۱-۱۲ سیلوهای سیمان و بارگیرخانه
۳۸	..... ۱۰-۲ پیوست دوم: فساد سیمان
۳۹	..... ۱۰-۳ پیوست سوم: روشهای تولید سیمان
۳۹	..... ۱۰-۳-۱ روش تر
۳۹	..... ۱۰-۳-۲ روش نیمه‌تر
۳۹	..... ۱۰-۳-۳ روش نیمه‌خشک
۳۹	..... ۱۰-۳-۴ روش خشک
۴۱	..... منابع

فهرست جداول

- جدول ۱ - نقاط قوت و ضعف، تهدیدها و فرصت‌های مربوط به صنعت سیمان ۳
- جدول ۲ - مقدار تولید و سهم از تولید جهانی ده کشور بزرگ تولیدکننده سیمان ۶
- جدول ۳ - پیش‌بینی تقاضای سیمان در برخی کشورهای منتخب در سال ۲۰۲۰ (میلیون تن) ۷
- جدول ۴ - برترین کشورهای صادرکننده و واردکننده سیمان از نظر ارزش صادرات و واردات در سال ۲۰۱۸ ۸
- جدول ۵ - ده شرکت تولیدکننده و هلدینگ بزرگ سیمان جهان ۹
- جدول ۶ - ده شرکت بزرگ تولیدکننده بتن در سال ۲۰۱۷ ۱۰
- جدول ۷ - انواع سیمان و گستره کاربرد آنها ۱۱
- جدول ۸ - کارخانجات تولید سیمان خاکستری ۱۸
- جدول ۹ - کارخانجات تولید سیمان سفید ۲۰
- جدول ۱۰ - کارخانجات کلینکرکوبی ۲۰
- جدول ۱۱ - طرح‌های تولید سیمان ۲۰
- جدول ۱۲ - اطلاعات شرکت‌های تولیدکننده و سرمایه‌گذاری سیمان فعال در بازار بورس و اوراق بهادار تهران ۲۲
- جدول ۱۳ - حجم و ارزش صادرات سیمان و کلینکر و سهم آن از صادرات غیرنفتی و کل صادرات کشور ۲۴
- جدول ۱۴ - حجم و ارزش واردات سیمان و کلینکر طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ ۲۶
- جدول ۱۵ - هلدینگ‌های صنعت سیمان و تعداد کارخانه‌ها، تعداد خط تولید، حجم تولید و مالکیت عمده آنها ۲۸
- جدول ۱۶ - سهم اقلام انرژی و آب مصرفی در کارگاه‌های صنعتی و کارگاه‌های صنعتی تولیدکننده سیمان، گچ و آهک در سال ۱۳۹۴ ۳۰
- جدول ۱۷ - ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک و مجموع کارگاه‌های صنعتی ۳۰
- جدول ۱۸ - سهم کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک از ارزش افزوده، ارزش تولید و تشکیل سرمایه کارگاه‌های صنعتی در سال ۱۳۹۵ (درصد) ۳۱
- جدول ۱۹ - تعداد شاغلان کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک و مجموع کارگاه‌های صنعتی ۳۱
- جدول ۲۰ - اشتغال در کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک و مجموع کارگاه‌های صنعتی به ازای یک میلیون ریال تشکیل سرمایه در سال ۱۳۹۵ (درصد) ۳۱

فهرست نمودارها

- نمودار ۱ - تولید جهانی سیمان از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۹ (میلیارد تن) ۵
- نمودار ۲ - درآمد حاصل از فروش برخی از شرکت‌های سیمانی در دو سال ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ (میلیارد دلار) ۹
- نمودار ۳ - سهم بخش مسکونی و غیرمسکونی از بکارگیری سیمان در سال ۲۰۱۸ ۱۰
- نمودار ۴ - سهم انتشار کربن‌دی‌اکسید توسط صنایع و بخش‌های مختلف در جهان در سال ۲۰۱۷ (درصد) ۱۳
- نمودار ۵ - میزان کربن‌دی‌اکسید منتشر شده توسط صنایع مختلف به ازای هر دلار درآمد آنها در سال ۲۰۱۷ (کیلوگرم) ۱۳
- نمودار ۶ - میزان انتشار کربن‌دی‌اکسید و مقدار کاهش آن با بکارگیری روش‌های مختلف در صنعت سیمان در جهان (میلیارد تن) ۱۵

- نمودار ۷- میزان انتشار CO₂ در سال ۲۰۱۷ و پیش‌بینی آن در سال ۲۰۵۰ با بکارگیری و توسعه تکنولوژی‌های نوین در صنعت سیمان (میلیون تن) ۱۷
- نمودار ۸- ارزش صادرات سیمان و کلینکر طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ (میلیون دلار) ۲۵
- نمودار ۹- مقاصد صادراتی سیمان و کلینکر در سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ (درصد) ۲۷

فهرست اشکال

- شکل ۱- فرآیند تولید سیمان..... ۵
- شکل ۲- انرژی مصرفی و کربن‌دی‌اکسید تولید شده در واحدهای مختلف تولید سیمان..... ۱۴
- شکل ۳- شرکت‌های تولیدکننده سیمان فعال در بازار بورس و اوراق بهادار تهران..... ۲۹

۱ - مقدمه

سیمان یکی از کالاهای زیرساختی مؤثر در رشد اقتصادی جوامع بوده و همبستگی بالایی بین مصرف سرانه سیمان و رشد اقتصادی وجود دارد. اولین کارخانه سیمان کشور با ظرفیت ۱۰۰ تن در روز در سال ۱۳۱۲ در ری احداث شد. در حال حاضر، در کشور، بالغ بر ۷۴ کارخانه سیمان با مجموع ظرفیت ۸۶ میلیون تن در سال در حال فعالیت بوده و بزرگترین کارخانه‌های تولید سیمان در کشور، سیمان آبیگ، سیمان تهران و سیمان سپاهان می‌باشند. از منظر جغرافیایی، ایران دارای معادن غنی سنگ آهک به عنوان ماده اولیه تولید سیمان و منابع وسیع سوخت نظیر گاز طبیعی بوده و مزیت نسبی قابل توجهی دارد.

در سال ۲۰۱۹، تولید جهانی سیمان بالغ بر ۴/۱ میلیارد تن بوده و چین با تولید ۲/۲ میلیارد تن سیمان، بزرگترین تولیدکننده آن بوده است. ارزش بازار سیمان در سال ۲۰۱۸ در حدود ۳۱۲/۵ میلیارد دلار بوده و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۶ با رشد مرکب سالانه^۱ ۵/۲ درصد به ۴۶۳ میلیارد دلار برسد.^۲ در همین سال، ایران با تولید ۶۰ میلیون تن سیمان رشد ۳/۴ درصدی نسبت به سال ۲۰۱۸ داشته و در جایگاه هفتم تولیدکنندگان بزرگ جهان قرار گرفته است. صادرات کلینکر^۳ در سال ۱۳۹۸ با رشد ۶۰ درصدی نسبت به سال قبل از آن به ۱۰/۸ میلیون تن افزایش یافت. در این سال، برخی از کارخانجات تولید کلینکر در چین به دلیل مسائل زیست‌محیطی تولید خود را متوقف کرده و تا حدودی این محصول را از ایران وارد کردند. به همین ترتیب، سایر کشورها نظیر بنگلادش و سری‌لانکا که پیش از آن کلینکر مورد نیاز خود را از طریق چین تأمین می‌کردند، تصمیم به واردات آن از ایران نمودند. در همین سال، صادرات سیمان در حدود ۶/۷ میلیون تن برآورد شده است.

در سال ۱۳۹۶، مازاد تولید و عرضه سیمان به دلیل رکود حاکم بر این صنعت و نبود تقاضا یکی از دلایل بحران مالی شرکت‌های تولیدکننده سیمان بوده است. اما، در سال ۱۳۹۸، تولید و مصرف سیمان با رشد مواجه بوده و افزایش تقاضا، رشد سودآوری شرکت‌های تولیدکننده سیمان را در پی داشته است. به علاوه، با وجود مشکلات صادرات به بازار عراق، صنعت سیمان بازارهای دیگری نظیر چین را برای صادرات شناسایی کرده است.^۴ افزایش ظرفیت تولید سیمان به ۹۳ میلیون تن در افق ۱۴۰۰ هدف‌گذاری شده است. لذا، برای دستیابی به این هدف در نظر گرفتن واقعیات اقتصادی کنونی و بازنگری برنامه راهبردی وزارت صنعت، معدن و تجارت امری ضروری است.

از چالش‌های صنعت سیمان مداخله دولت در اتخاذ سیاست‌های دستوری قیمت‌گذاری، عدم وجود تکنولوژی نوین، بهره‌وری پایین و عدم امکان‌سنجی صحیح طرح‌ها می‌باشد. به بیان روشن‌تر، به دلیل سیاست‌گذاری‌های ناصحیح در قیمت‌گذاری مواد اولیه و انرژی مورد استفاده در این صنعت، در اختیار قرار دادن انواع مزایا از قبیل یارانه حمل‌ونقل به کارخانه‌های تولید سیمان و از طرفی تعیین قیمت محصولات به صورت دستوری سبب شده برخی از کارخانه‌های سیمان در بعضی از مناطق کشور توجه اقتصادی نداشته و سودآوری آنها منوط به یارانه‌ها باشد. به عنوان مثال، عدم مجاورت کارخانه تولید سیمان به بازار مصرف، هزینه‌های حمل‌ونقل را بالا می‌برد، اما با اختصاص یارانه حمل‌ونقل، امکان در نظر نگرفتن این فاکتور و یا کم‌اهمیت شمردن آن در احداث کارخانه وجود دارد. به بیان دیگر، تمرکز عمده کارخانه‌های سیمان در مرکز و غرب کشور بر مبنای اهدافی نظیر افزایش اشتغال و پوشش دادن بازار مصرف تنها یک مقصد صادراتی که ناشی از مشکل قیمت‌گذاری دستوری و در پی آن عدم بررسی امکان‌سنجی طرح‌ها بوده، توازن عرضه و تقاضا را در بازار به هم زده، سودآوری کارخانه‌های سیمان را کاهش داده و انگیزه سرمایه‌گذاران را برای سرمایه‌گذاری و توسعه این صنعت کمتر می‌کند. در صورتی که لازم است قیمت‌گذاری آزاد شده و رقابت‌پذیری افزایش یابد و

^۱ CAGR, Compound Annual Growth Rate

^۲ Fortune Business Insights, Metals and Minerals, Cement Market, ۲۰۱۹

^۳ سیمان قبل از تبدیل شدن به شکل نهایی، دانه‌های سبز و تیره رنگی است که به آن کلینکر گفته می‌شود. سپس با افزودن گچ و آسیاب کردن آن سیمان حاصل می‌شود.

^۴ دنیای معدن به نقل از دبیر انجمن کارفرمایان صنعت سیمان، اردیبهشت ۱۳۹۹، کد خبر: ۱۴۶۳۶۱

سیاست‌گذاری‌های دولت در راستای رسیدن به اهدافی نظیر افزایش بهره‌وری و تولید بهینه باشد. به عنوان مثال، سیاست‌گذار می‌تواند با قائل شدن تخفیف مالیاتی برای کارخانه‌هایی که آلاینده کمتری تولید می‌کنند و یا مصرف انرژی کمتری دارند، اقدامات آحاد اقتصادی را به سمت بهبود بهره‌وری در فضای رقابتی پیش ببرد.

با احتراق حجم گسترده‌ای از سوخت‌های فسیلی و نشر کربن‌دی‌اکسید در صنعت سیمان، این صنعت از جمله صنایع آلاینده محسوب می‌شود. به نحوی که در سال ۲۰۱۵، در حدود ۲/۸ میلیارد تن کربن‌دی‌اکسید از صنایع تولیدکننده سیمان در جهان منتشر شده که معادل ۸ درصد از مجموع انتشار جهانی این گاز گلخانه‌ای بوده است. در حدود ۵۰ درصد از تولید کربن‌دی‌اکسید، مربوط به واکنش‌های شیمیایی تبدیل کلسیم‌کربنات به کلسیم‌اکسید و تولید سیمان و متعاقباً آزادسازی این گاز بوده است. تقریباً ۴۰ درصد کربن‌دی‌اکسید آزاد شده ناشی از سوخت‌های فسیلی استفاده شده برای بالا بردن دمای کوره‌ها و ۱۰ درصد مابقی کربن‌دی‌اکسید آزاد شده مربوط به فعالیت معدن‌کاری، اکتشاف و حمل‌ونقل این محصول بوده است. ایران یازدهمین تولیدکننده بزرگ گازهای گلخانه‌ای در جهان است و طبق معاهده پاریس^۵، می‌بایست ۴ درصد از گازهای گلخانه‌ای تولیدی خود را طی سال‌های ۲۰۲۱-۳۱ کاهش دهد. در صورت رعایت تعهدات مناسب، امکان کنترل انتشار آلاینده‌ها وجود دارد. به عنوان مثال، از جمله راهکارهای کاهش تولید آلاینده‌ها، استفاده از پسماندهای شهری و صنعتی و زیست‌توده به عنوان سوخت جایگزین و بهبود بهره‌وری کوره‌ها و مصرف بهینه سوخت می‌باشد. برای تولید هر تن سیمان به طور متوسط ۱۳۰-۶۰ کیلوگرم از انواع سوخت‌های فسیلی و ۱/۵ تن انواع مواد معدنی نظیر سنگ آهک، رس، سیلیس و اکسید آهن استفاده می‌شود. برخی از کارخانه‌های تولید سیمان در مناطق شرقی کشور به دلیل عدم دسترسی به گاز طبیعی از مازوت به عنوان سوخت استفاده می‌کنند. در کشورهایی از قبیل چین، ترکیه و برخی از کشورهای اروپایی برای تولید سیمان از زغال سنگ استفاده می‌شود. برخی از کشورها به دلیل قیمت بالای سوخت‌های فسیلی، در صدد ارتقای فناوری مشعل‌های کوره پخت کلینکر در راستای بکارگیری پسماندهای جامد هستند. به علاوه، بهره‌گیری از ضایعات و پسماندهای جامد در صنعت سیمان انتشار گازهای گلخانه‌ای را در حدود ۲۰ درصد کاهش می‌دهد. جدول ۱ نقاط قوت و ضعف، تهدیدها و فرصت‌های صنعت سیمان را مطرح می‌کند.

^۵ معاهده پاریس توافق‌نامه‌ای در چهارچوب پیمان‌نامه سازمان ملل در تغییر اقلیم (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) بوده که هدف آن کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. متن توافق‌نامه از سوی ۱۹۵ کشور در کنفرانس تغییر اقلیم سازمان ملل متحد در سال ۲۰۱۵ در پاریس مذاکره و با اجماع تصویب شد.

جدول ۱ - نقاط قوت و ضعف، تهدیدها و فرصت‌های مربوط به صنعت سیمان

<ul style="list-style-type: none"> • وجود معادن غنی سنگ آهک و منابع وسیع سوخت نظیر گاز طبیعی • ظرفیت بالای تولید سیمان در کشور • وجود نیروی کار ارزان و دسترسی داخلی به ۸۰ درصد از ماشین‌آلات بکارگرفته شده در صنعت سیمان • حجم بالای صادرات این محصول 	نقاط قوت
<ul style="list-style-type: none"> • سیاست‌گذاری‌های نادرست قیمت‌گذاری برای محصولات صنعت سیمان • انتشار کربن‌دی‌اکسید و آلاینده بودن صنعت سیمان • در دسترس نبودن تکنولوژی نوین و بهره‌وری پایین صنعت سیمان • عدم توجه به امکان‌سنجی و توجیه طرح‌های پیشنهادی • ضعف زیرساخت‌های حمل‌ونقل • مصرف انرژی بالا در صنعت سیمان • عدم وجود امکانات لازم برای نقل‌وانتقالات ارزی و وجوه در مبادلات بین‌المللی • کاهش نقدینگی شرکت‌های تولیدکننده سیمان به واسطه رکود سال‌های گذشته و کاهش مصرف داخلی و کاهش صادرات • عدم سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه در صنعت سیمان • تنوع کم محصولات سیمانی (از ۴۵ تیپ سیمان عرضه شده در جهان، ۲۷ تیپ در ایران تولید می‌شود). 	نقاط ضعف
<ul style="list-style-type: none"> • مازاد تولید و عرضه سیمان و نبود بازار برای این محصول • وجود محدودیت‌های محیط زیستی در سال‌های آتی • توسعه یافتگی کشورهای متقاضی سیمان در سال‌های آتی که در سال‌های اخیر مقاصد صادراتی کشور بوده‌اند و در نتیجه کاهش بازار مصرف صادراتی • عدم توانایی رقابت در بازارهای بین‌المللی به دلیل عدم وجود بهره‌وری و هزینه بالای تولید محصولات در صورت ادامه یافتن روند سیاست‌گذاری‌های نادرست قیمت‌گذاری و مخدوش نمودن فضای رقابتی 	تهدیدها
<ul style="list-style-type: none"> • بهبود بازاریابی و شناسایی بازارهای مصرف جدید برای صادرات محصولات در صورت رفع تحریم‌ها • ایجاد تنوع در تولید محصولات سیمانی • امکان جذب دانش فنی، ایجاد نوآوری و بهبود بهره‌وری در صورت رفع تحریم‌ها • جذب سرمایه خارجی در صورت رفع تحریم‌ها 	فرصت‌ها

۲ - تعریف سیمان و فرآیند تولید آن

۱-۲ سیمان و اجزای آن

سیمان ماده‌ای با خاصیت چسبندگی مواد معدنی بوده و برای استحکام مصالح ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد و مصالح مختلف نظیر سنگ و شن، ماسه، آجر و غیره را به هم می‌چسباند و به مرور زمان موجب استحکام سازه در صنعت ساختمان و یا در سایر صنایع می‌شود. به طور کلی، پایه ساختار سیمان از آسیاب نمودن مواد خام از قبیل سنگ آهک و خاک رس که شامل آلومینا (Al_2O_3) و سیلیس (SiO_2) هستند، حاصل شده و در کوره‌های دوار تا دمای ۱۴۰۰ درجه سلسیوس حرارت داده می‌شوند. آهک

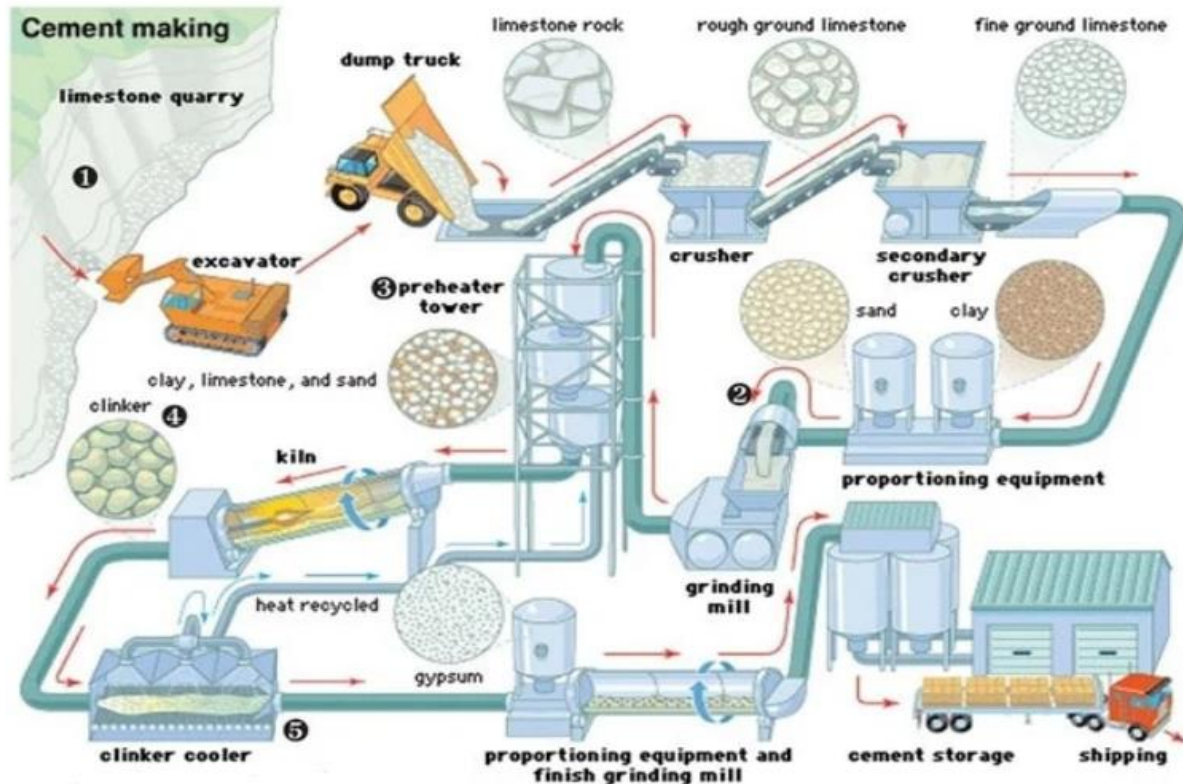
اصلی‌ترین ماده در تولید سیمان محسوب شده و از حرارت دادن کلسیم‌کربنات در دمای ۱۰۰۰ درجه سلسیوس حاصل می‌شود. در فرآیند تولید سیمان و به هنگام حرارت دادن مخلوط پودری خاک رس و سنگ آهک، آهک زنده (CaO) تشکیل شده و با سایر ترکیب‌های شیمیایی ایجاد شده از قبیل اکسیدهای سیلیسیم و اکسیدهای آلومینیوم و اکسیدهای آهن ترکیب شده و فازهای سیمان را شکل می‌دهد. سیلیس از دیگر مواد مهم در تولید سیمان بوده و در دمای ۱۴۰۰ درجه سلسیوس با آهک ترکیب شده و تبدیل به دوکلسیم‌سیلیکات و سه‌کلسیم‌سیلیکات می‌شود. به طور متوسط مقدار سیلیس مورد نیاز در حدود ۱۷ تا ۲۶ درصد وزنی سیمان بوده و خاک رس منبع غنی آن می‌باشد. آلومینا در تولید سیمان نقش کمک ذوب داشته و به هنگام پخت سیمان درجه حرارت را کاهش می‌دهد. همچنین، از جمله کاربردهای این ماده این است که در ترکیب با آهک تشکیل سه‌کلسیم‌کربنات داده و منجر به زودگیر شدن سیمان می‌شود. آهن‌اکسید (FeO) نیز همانند آلومینا نقش کمک ذوب داشته و در ترکیب با آهک ماده شیمیایی چهارکلسیم‌آلومینوفریت را ایجاد می‌کند. درصد بالای آهن‌اکسید گیرش سیمان را کندتر کرده و رنگ آن را تیره‌تر می‌کند، لذا در تولید سیمان سفید از آن استفاده نمی‌شود. از منیزیم‌اکسید (MgO) نیز با مقداری کمتر از ۵ درصد وزنی به منظور سهولت در فرآیند ذوب بکارگرفته می‌شود. استفاده بیش از ۵ درصد وزنی از منیزیم‌اکسید منجر به انبساط حجمی بسیار و ایجاد ترک‌های مویی در ملات سیمان می‌شود. از فلزات قلیایی سدیم و پتاسیم در سیمان به عنوان روان‌ساز استفاده شده و مجموع آنها کمتر از یک درصد وزنی می‌باشد. سپس، مواد در کوره به گوی‌هایی تقریباً سیاه رنگ به نام کلینکر تبدیل شده و در مرحله بعد، پس از سرد شدن با مقداری گچ، مخلوط و آسیاب شده و پودر خاکستری رنگ حاصل می‌شود که به آن سیمان پرتلند اطلاق می‌شود.

۲-۲ روش‌های تولید سیمان و مراحل آن

با در نظر گرفتن نوع و کیفیت مواد خام اولیه دو روش عمده تر و خشک در تولید سیمان بکارگرفته می‌شود. از آنجایی که در روش خشک انرژی کمتری مورد نیاز بوده، از آن به طور عمده استفاده می‌شود. در فرآیند تولید سیمان به روش تر، مواد خام به صورت مرطوب و به حالت دوغاب وارد کوره می‌شود. در روش خشک، مواد اولیه به صورت خشک آسیاب شده و به صورت پودر خشک به داخل کوره تغذیه می‌شود. در روش نیمه تر نیز مواد خروجی از آسیاب به صورت تر بوده و قبل از تغذیه شدن به کوره آب آن گرفته می‌شود. چهار مرحله اصلی در تولید سیمان وجود دارد: ۱- خرد و آسیاب کردن مواد اولیه ۲- ترکیب مواد با نسبت‌های معین ۳- پخت مخلوط تهیه شده در کوره ۴- آسیاب کردن (نرم کردن) محصول پخته شده (کلینکر) استخراج سنگ آهن به صورت فرآیند آتش‌باری^۱ بوده و سنگ آهن استخراج شده در سنگ‌شکن به قطعات کوچکتری خرد می‌شود. سپس مواد اولیه متناسب با نسبت‌های معین وارد آسیاب گلوله‌ای شده تا به پودر تبدیل و به سیلوهای ذخیره‌سازی منتقل شود. در این مرحله آزمایش‌هایی جهت کنترل کیفیت و تناسب ترکیب مواد خام انجام شده و در صورت تأیید، مخلوط پودری به سیلوهای ذخیره خوراک منتقل می‌شود. در مرحله بعد، مواد وارد پیش‌گرم‌کن شده و پس از خشک شدن وارد کوره و سیستم پخت می‌شود. محصول این مرحله در دمای ۱۳۰۰ درجه سلسیوس کلینکر بوده و با اضافه نمودن گچ به آن و آسیاب کردن مخلوط فوق، سیمان تولید شده و به سیلوهای ذخیره‌سازی سیمان منتقل می‌شوند. شکل ۱ فرآیند تولید سیمان را نشان می‌دهد.

^۱ Blast

شکل ۱ - فرآیند تولید سیمان



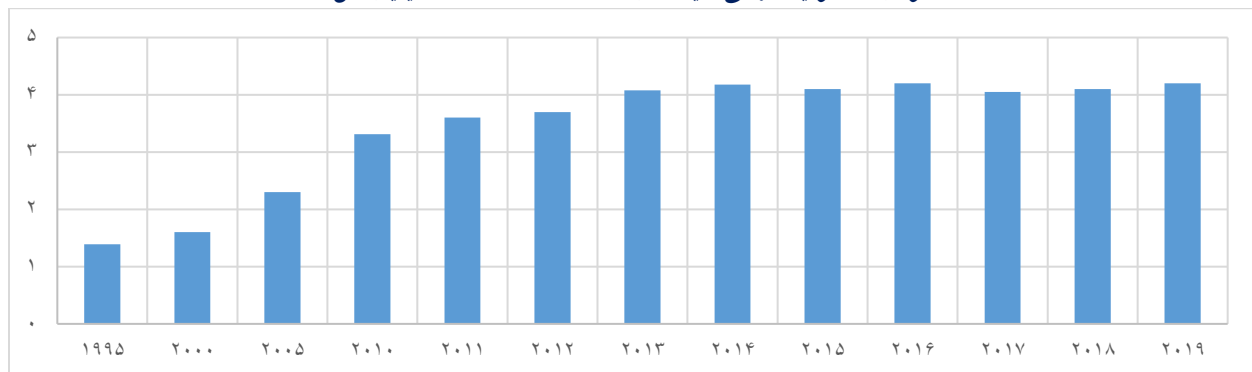
مأخذ: Encyclopedia Britannica

۳ - وضعیت صنعت سیمان در جهان و جایگاه ایران

۳-۱ تولیدکنندگان بزرگ جهان

از آنجایی که صنعت سیمان یکی از صنایع کلیدی توسعه اقتصادی است، رشد مصرف آن در طول زمان با رشد اقتصادی جوامع گره خورده است. به بیان دیگر، سه برابر شدن تولید سیمان از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۹ حاکی از پراهمیت بودن این کالا می باشد. نمودار ۱ روند تولید سیمان در جهان را نشان می دهد.

نمودار ۱ - تولید جهانی سیمان از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۹ (میلیارد تن)



مأخذ: سایت [statista.com](https://www.statista.com)

در سال ۲۰۱۹، تولید جهانی سیمان با رشد ۱۰۰ میلیون تنی نسبت به سال قبل از آن به ۴/۲ میلیارد تن رسید. تولید سیمان در ایران نیز از ۵۸ میلیون تن در سال ۲۰۱۸ به ۶۰ میلیون تن در سال ۲۰۱۹ افزایش یافت و با سه پله صعود از جایگاه دهم^۷ بزرگترین تولیدکنندگان سیمان در سال ۲۰۱۸ به جایگاه هفتم در سال ۲۰۱۹ دست یافت. چین با تولید ۲/۲ میلیارد تن سیمان (بدون تغییر نسبت به سال ۲۰۱۸) کماکان در صدر بزرگترین تولیدکنندگان جهان قرار دارد. در همین سال، تولید سیمان در هند با ۲۰ میلیون تن رشد نسبت به سال ۲۰۱۸ به ۳۲۰ میلیون تن رسید و در رده دوم تولیدکنندگان بزرگ سیمان قرار گرفت. سومین کشور بزرگ تولیدکننده سیمان در جهان در سال ۲۰۱۹ ویتنام بوده که ۹۵ میلیون تن از تولید جهانی سیمان را به خود اختصاص داده است. همچنین ایالات متحده آمریکا، مصر و اندونزی به ترتیب با تولید ۸۹ میلیون تن، ۷۶ میلیون تن و ۷۴ میلیون تن به ترتیب در جایگاه‌های بعدی تولیدکنندگان بزرگ این محصول قرار گرفتند. تولید سیمان در ترکیه از ۷۲/۵ میلیون تن در سال ۲۰۱۸ به ۵۱ میلیون تن در سال ۲۰۱۹ کاهش یافت و با ۴ پله تنزل در جایگاه یازدهم جهان قرار گرفت. جدول ۲ میزان تولید و سهم از تولید جهانی ده کشور بزرگ تولیدکننده سیمان را نشان می‌دهد. علت افت ۱۸/۵ درصدی تولید سیمان در ایران در سال ۲۰۱۶، رکود در بازار مسکن و ساخت‌وساز و همچنین کاهش تقاضای صادراتی کشورهای همسایه بوده است.

جدول ۲- مقدار تولید و سهم از تولید جهانی ده کشور بزرگ تولیدکننده سیمان

رتبه	کشور	کشورهای برتر تولیدکننده سیمان (میلیون تن)					سهم از تولید جهان (درصد)				
		۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹
۱	چین	۲,۳۵۰/۰	۲,۴۱۰/۰	۲,۳۲۰/۰	۲,۲۰۰/۰	۲,۲۰۰/۰	۵۷/۳	۵۷/۴	۵۷/۳	۵۳/۷	۵۲/۴
۲	هند	۲۷۰/۰	۲۹۰/۰	۲۹۰/۰	۳۰۰/۰	۳۲۰/۰	۶/۶	۶/۹	۷/۲	۷/۳	۷/۶
۳	ویتنام	۶۱/۰	۷۰/۰	۷۸/۸	۹۰/۲	۹۵/۰	۱/۵	۱/۷	۱/۹	۲/۲	۲/۳
۴	ایالات متحده آمریکا	۸۳/۴	۸۵/۹	۸۶/۶	۸۷/۰	۸۹/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۱	۲/۱	۲/۱
۵	مصر	۵۵/۰	۵۵/۰	۵۳/۰	۸۱/۲	۷۶/۰	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۲/۰	۱/۸
۶	اندونزی	۶۵/۰	۶۳/۰	۶۵/۰	۷۵/۲	۷۴/۰	۱/۶	۱/۵	۱/۶	۱/۸	۱/۸
۷	ایران	۶۵/۰	۵۳/۰	۵۴/۰	۵۸/۰	۶۰/۰	۱/۶	۱/۳	۱/۳	۱/۴	۱/۴
۸	روسیه	۶۹/۰	۵۶/۰	۵۴/۷	۵۳/۷	۵۷/۰	۱/۷	۱/۳	۱/۴	۱/۳	۱/۴
۹	برزیل	۷۲/۰	۶۰/۰	۵۳/۰	۵۳/۰	۵۵/۰	۱/۸	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳
۱۰	کره جنوبی	۶۳/۰	۵۵/۰	۵۶/۵	۵۷/۵	۵۵/۰	۱/۵	۱/۳	۱/۴	۱/۴	۱/۳
	جهان	۴,۱۰۰/۰	۴,۲۰۰/۰	۴,۰۵۰/۰	۴,۱۰۰/۰	۴,۲۰۰/۰	-	-	-	-	-

مأخذ: سایت statista.com

در سال ۲۰۱۸ ظرفیت اسمی تولید سیمان در ایران در حدود ۸۶ میلیون تن بوده^۸ و سهم تولید محقق شده از تولید جهانی سیمان در این سال معادل ۱/۴ درصد بوده است. به بیان دیگر، ایران در این سال در حدود ۶۷ درصد از ظرفیت خود را بکارگرفته است. در حدود ۹۶ خط تولید فعال در ۷۴ کارخانه سیمان کشور وجود دارد. با وجود فعالیت چند دهه صنعت سیمان در ایران، با توجه به کارکرد کمتر از ده‌ساله نیمی از خطوط بهره‌برداری، امکان توسعه و بهره‌برداری واحدهای تولید سیمان وجود دارد.

۲-۳ مصرف‌کنندگان بزرگ جهان

مصرف جهانی سیمان در سال ۲۰۱۹ در حدود ۲/۸ درصد نسبت به سال قبل از آن رشد داشته است. درصد عمده‌ای از این رشد به دلیل افزایش مصرف سیمان در چین به میزان ۴/۹ درصد نسبت به سال ۲۰۱۸ بوده است. به نحوی که مصرف سیمان در چین

^۷ دنیای معدن، اسفند ۱۳۹۸، کد خبر: ۱۴۳۸۶۱

^۸ ایرنا به نقل از سازمان مطالعات زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا، فروردین ۱۳۹۸، کد خبر: ۸۳۲۶۶۹۷۱

به مقداری در حدود ۲/۳ میلیارد تن در این سال رسیده است. بدون در نظر گرفتن مصرف سیمان در چین، مصرف جهانی این کالا با رشد ۰/۳ درصدی نسبت به سال ۲۰۱۸ به ۱/۸ میلیارد تن در سال ۲۰۱۹ رسیده است. رشد مصرف سیمان در هند که دومین مصرف‌کننده بزرگ این کالا در جهان بوده در سال ۲۰۱۹ در حدود ۳ درصد نسبت به سال قبل از آن بوده است. مصرف سیمان در ایالات متحده آمریکا نیز در سال ۲۰۱۹ تقریباً با رشد ۲/۱ درصدی نسبت به سال ۲۰۱۸ همراه بوده است. از لحاظ منطقه‌ای، بیشترین رشد مصرف سیمان در سال ۲۰۱۹ مربوط به آفریقای زیرصحرایی^۹ بوده که این مقدار در حدود ۶-۵ درصد نسبت به سال قبل از آن برآورد شده است. پیش‌بینی می‌شود مصرف جهانی سیمان با رشد سالانه ۲/۹ درصدی طی سال‌های ۲۱-۲۰۱۸ همراه باشد و حجم آن در سال ۲۰۲۱ در حدود ۴/۴ میلیارد تن شود. لازم به ذکر است پیش‌بینی‌های فوق پیش از شیوع کرونا بوده و در واقع این مقادیر تحت تأثیر کاهش درآمد و کاهش بودجه تخصیص داده شده به بخش ساختمان خواهند بود. جدول ۳ پیش‌بینی تقاضای سیمان را برای برخی از کشورهای منتخب در سال ۲۰۲۰ نشان می‌دهد.

جدول ۳- پیش‌بینی تقاضای سیمان در برخی کشورهای منتخب در سال ۲۰۲۰ (میلیون تن)

کشور	پیش‌بینی تقاضای سیمان در سال ۲۰۲۰
چین	۲,۴۵۷/۰
هند	۳۵۳/۰
ایالات متحده آمریکا	۱۰۷/۰
اندونزی	۸۲/۰
ویتنام	۷۲/۰
روسیه	۶۵/۰
برزیل	۶۲/۰
مصر	۵۲/۰
کره جنوبی	۵۱/۰
عربستان سعودی	۵۰/۰
ژاپن	۴۸/۰
آلمان	۲۸/۰

مأخذ: سایت statista.com

۳-۳ بزرگترین صادرکنندگان و واردکنندگان سیمان در جهان

ارزش صادرات سیمان در سال ۲۰۱۸ برابر با ۱۰/۱ میلیارد دلار بوده است. در همین سال، آسیا ۴۹/۱ درصد از ارزش صادرات جهانی سیمان و اروپا و آمریکای شمالی به ترتیب با ۳۲/۹ درصد و ۸/۶ درصد از صادرات جهانی سیمان را به خود اختصاص داده‌اند. جدول ۴ بزرگترین کشورهای صادرکننده و واردکننده سیمان را از نظر ارزش صادرات و واردات در سال ۲۰۱۸ نشان می‌دهد. سهم مجموع ۱۵ کشور بزرگ صادرکننده در حدود ۶۲ درصد از صادرات جهانی سیمان در سال ۲۰۱۸ بوده است. واردات سیمان در سال ۲۰۱۸ در جهان در حدود ۱۱ میلیارد دلار^{۱۰} بوده و نسبت به مقدار آن در سال ۲۰۱۷ تقریباً ۱۰/۷ درصد کاهش یافته است. سهم آفریقا از واردات جهانی سیمان در این سال برابر با ۱۵/۵ درصد بوده و این مقدار برای آمریکای شمالی و آمریکای

^۹ Sub-Saharan Africa

^{۱۰} علت اختلاف ارزش واردات و صادرات سیمان، عدم وجود اطلاعات کامل مربوط به تمام کشورهای واردکننده و صادرکننده سیمان بوده است.

لاتین به جز مکزیک نیز به ترتیب برابر با ۱۳/۸ و ۵/۹ و همچنین سهم اقیانوسیه از واردات جهانی برابر با ۲/۵ درصد در این سال بوده است. در مجموع سهم ۱۵ کشور بزرگ واردکننده از ارزش واردات جهانی سیمان در سال ۲۰۱۸ در حدود ۵۲ درصد برآورد شده است.

جدول ۴ - برترین کشورهای صادرکننده و واردکننده سیمان از نظر ارزش صادرات و واردات در سال ۲۰۱۸

رتبه	کشور	ارزش صادرات (میلیون دلار)	سهم از ارزش صادرات جهانی (درصد)	رتبه	کشور	ارزش واردات (میلیون دلار)	سهم از ارزش واردات جهانی (درصد)
۱	ویتنام	۱,۱۰۰	۱۱/۱	۱	ایالات متحده آمریکا	۱,۴۰۰	۱۲/۴
۲	تایلند	۶۳۳/۸	۶/۳	۲	چین	۶۵۲/۱	۵/۹
۳	ترکیه	۶۱۴/۴	۶/۱	۳	فیلیپین	۵۴۰/۶	۴/۹
۴	آلمان	۵۴۱/۶	۵/۳	۴	فرانسه	۴۰۸/۵	۳/۷
۵	کانادا	۵۳۶/۶	۵/۳	۵	هلند	۳۷۶/۷	۳/۴
۶	چین	۴۹۱/۷	۴/۸	۶	بنگلادش	۳۲۹/۴	۳/۰
۷	اسپانیا	۴۳۷/۸	۴/۳	۷	غنا	۳۲۳/۴	۲/۹
۸	ژاپن	۳۲۷/۱	۳/۲	۸	هنگ کنگ	۳۱۶/۳	۲/۹
۹	هند	۲۹۵/۸	۲/۹	۹	اسرائیل	۲۳۵/۳	۲/۱
۱۰	پاکستان	۲۶۴/۴	۲/۶	۱۰	سریلانکا	۲۲۸/۵	۲/۱
۱۱	اندونزی	۲۳۷/۸	۲/۳	۱۱	آلمان	۲۱۱/۵	۱/۹
۱۲	یونان	۲۲۶/۹	۲/۲	۱۲	استرالیا	۲۰۷/۴	۱/۹
۱۳	کره جنوبی	۱۹۰/۵	۱/۹	۱۳	سنگاپور	۱۹۵/۴	۱/۸
۱۴	مکزیک	۱۸۳/۸	۱/۸	۱۴	ساحل عاج	۱۷۱/۶	۱/۶
۱۵	ایرلند	۱۷۸/۲	۱/۸	۱۵	ایتالیا	۱۵۲/۹	۱/۴
	سایر	۳,۸۳۹/۶	۳۸/۰		سایر	۵,۲۵۰/۳	۴۸/۰
	مجموع	۱۰,۱۰۰/۰	۱۰۰/۰		مجموع	۱۱,۰۰۰/۰	۱۰۰/۰

مأخذ: سایت <http://www.worldstopexports.com>

۴-۳ شرکت‌های تولیدکننده و هلدینگ‌های بزرگ سیمان جهان

جدول ۵ ده شرکت تولیدکننده و سرمایه‌گذار بزرگ سیمان جهان را در سال ۲۰۱۸ نشان می‌دهد. در این میان، سه شرکت تولیدکننده و سرمایه‌گذار در چین حضور دارند که در مجموع ۹۳۹/۳ میلیون تن سیمان تولید می‌کنند. شرکت CNBR در سال ۲۰۰۴ تأسیس شد و با ظرفیت ۴۰۹ میلیون تن مشغول به فعالیت کرد و در سال ۲۰۱۸ در مراحل پایانی ادغام با شرکت Sinoma بود که مجموع ظرفیت تولید آن دو در سال ۲۰۱۸ به ۵۲۱ میلیون تن در سال رسید. دو شرکت Lafarge در فرانسه و Holcim در سوئیس در سال ۲۰۱۵ ادغام شد و در سال ۲۰۱۷ با بکارگیری ۵۹ درصد از ظرفیت خود تقریباً ۲۱۰ میلیون تن سیمان به فروش رساند. شرکت Anhui Conch در سال ۱۹۹۷ تأسیس شد و به واسطه افزایش تقاضای سیمان در چین در سال ۲۰۰۰ رشد سریعی داشت و فروش آن در سال ۲۰۱۷ به ۲۹۰ میلیون تن رسید. همچنین ظرفیت تولید کلینکر در این شرکت در سال ۲۰۱۷ در حدود ۲۴۶ میلیون تن بوده است.

در میان تولیدکنندگان ایرانی، هلدینگ سیمان فارس و خوزستان با ۱۳ کارخانه و ظرفیت ۱۹/۶ میلیون تن در جایگاه بیستم بزرگترین شرکت‌های تولیدکننده و هلدینگ‌های بزرگ سیمان جهان در این سال قرار گرفته است. همچنین، هلدینگ سرمایه‌گذاری غدیر و شرکت سیمان تهران به ترتیب در رده‌های ۴۱ و ۵۷ تولیدکنندگان بزرگ جهان قرار گرفته‌اند.

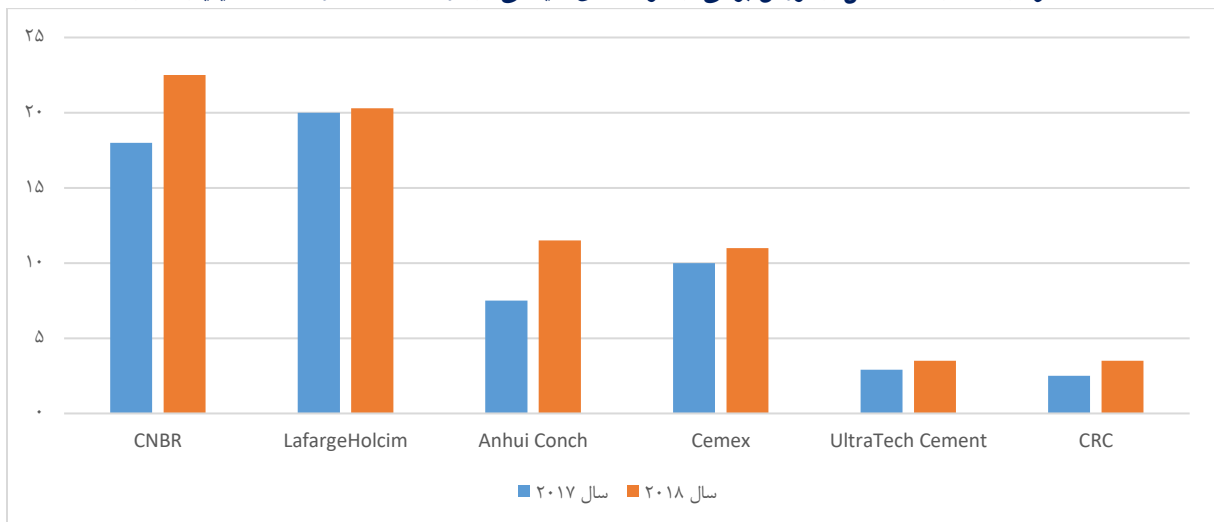
جدول ۵- ده شرکت تولیدکننده و هلدینگ بزرگ سیمان جهان

رتبه	نام شرکت	کشور	ظرفیت اسمی در سال ۲۰۱۸ (میلیون تن)	سهم ظرفیت از تولید جهانی (درصد)
۱	China National Building Materials (CNBM)/Sinoma	چین	۵۲۱/۰	۱۱/۶
۲	LafargeHolcim	سوئیس	۳۵۶/۰	۸/۰
۳	Anhui Conch	چین	۳۳۵/۰	۷/۵
۴	HeidelbergCement	آلمان	۱۸۷/۸	۴/۲
۵	Cemex	مکزیک	۹۵/۶	۲/۱
۶	UltraTech Cement	هند	۹۳/۵	۲/۱
۷	China Resources Cement Holdings	چین	۸۳/۳	۱/۸
۸	Votorantim	برزیل	۷۰/۹	۱/۶
۹	Taiwan Cement	تایوان	۶۹/۰	۱/۵
۱۰	CRH	ایرلند	۶۳/۳	۱/۴
	مجموع		۱,۸۷۵/۴	۴۱/۸

مأخذ: سایت Globalcement.com

نمودار ۲ درآمد حاصل از فروش برخی از شرکت‌های سیمانی را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود در سال ۲۰۱۸ شرکت Anhui Conch با ۵۳ درصد رشد نسبت به سال قبل از آن بیشترین درصد افزایش در آمد را در میان شرکت‌های مورد بررسی داشته است.

نمودار ۲- درآمد حاصل از فروش برخی از شرکت‌های سیمانی در دو سال ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ (میلیارد دلار)



مأخذ: سایت Globalcement.com، ۲۰۱۸

۵-۳ کاربردهای سیمان

یکی از مهم‌ترین کاربردهای سیمان استفاده از آن در ساخت بتن است، به طوری که وزن یک مترمکعب بتن در حدود ۲,۴۰۰ کیلوگرم بوده و برای تولید آن به ۳۵۰ کیلوگرم سیمان نیاز می‌باشد. جدول ۶ ده شرکت بزرگ تولیدکننده بتن را در سال ۲۰۱۷ نشان می‌دهد.

جدول ۶ - ده شرکت بزرگ تولیدکننده بتن در سال ۲۰۱۷

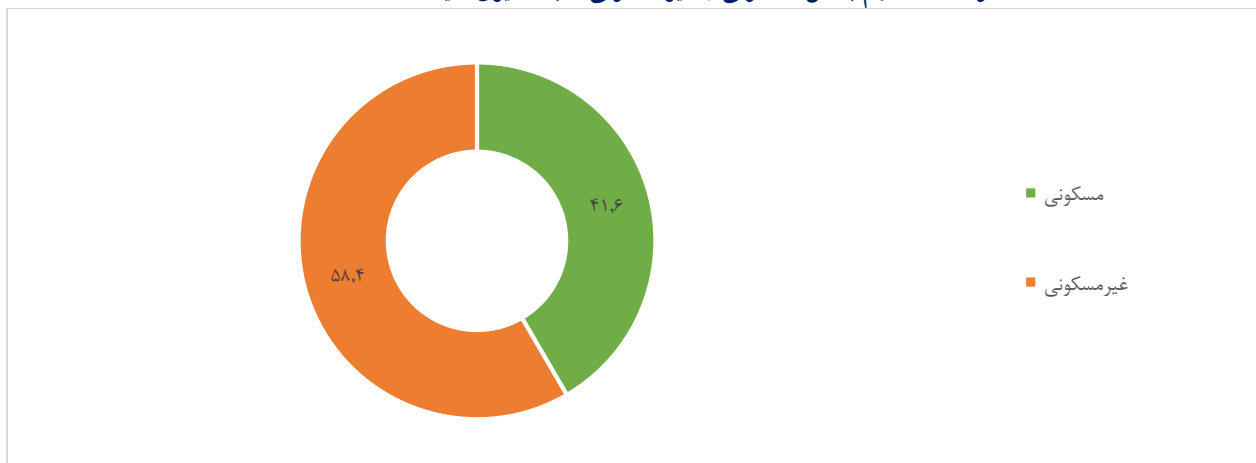
رتبه	نام شرکت	تولید (میلیون مترمکعب)	سهم از تولید ۲۵ شرکت بزرگ تولیدکننده (درصد)	سهم از تولید جهانی (درصد)	کشور
۱	China National Building Materials (CNBM)	۸۲/۲	۲۱/۲	۲/۲	چین
۲	Cemex	۵۲/۰	۱۳/۴	۱/۴	مکزیک
۳	LafargeHolcim	۵۰/۶	۱۳/۰	۱/۴	سوئیس
۴	HeidelbergCement	۴۷/۲	۱۲/۲	۱/۳	آلمان
۵	CRH (inc. Oldcastle)	۲۷/۰	۷/۰	۰/۷	ایرلند
۶	BBMG Corporation (with Jidong)	۱۴/۷	۳/۸	۰/۴	چین
۷	UltraTech Cement	۱۴/۰	۳/۶	۰/۴	هند
۸	Buzzi Unicem	۱۲/۳	۳/۲	۰/۳	ایتالیا
۹	Cement Argos	۱۰/۶	۲/۷	۰/۳	کلمبیا
۱۰	Vicat	۹/۷	۲/۵	۰/۳	فرانسه

مأخذ: Global Cement, Top Concrete Producers:

* هر مترمکعب بتن در حدود ۲,۴۰۰ کیلوگرم است.

به طور کلی سیمان در دو بخش ساخت سازه‌های مسکونی و غیرمسکونی (ساخت پل، مدرسه، سد، جاده و ساختمان‌های تجاری) کاربرد داشته و چنانچه نمودار ۳ نشان می‌دهد، در سال ۲۰۱۸ در حدود ۵۸/۴ درصد از سیمان در بخش غیرمسکونی و ۴۱/۶ درصد مابقی در بخش مسکونی بکار رفته است.

نمودار ۳ - سهم بخش مسکونی و غیرمسکونی از بکارگیری سیمان در سال ۲۰۱۸



مأخذ: Fortune Business Insights, Metals and Minerals, Cement Market, ۲۰۱۹

در ادامه، انواع سیمان در جدول ۷ مطرح و کاربردهای هر یک عنوان شده است.

جدول ۷- انواع سیمان و گستره کاربرد آنها

انواع	کلاس	گستره کاربرد
سیمان پرتلند	نوع ۱-۳۲۵	برای مصرف عمومی ابنیه و ساختمان
	نوع ۱-۴۲۵	با مقاومت بالا خصوصاً در مقابل زلزله، برای مصرف در مقاوم سازی ساختمان‌ها - این نوع سیمان مشخصات فیزیکی و شیمیایی ۱-۳۲۵ را دارد اما مقاومت فشاری اولیه (۲ روزه) حداقل ۱۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مکعب و مقاومت نهایی (۲۸ روزه) حداقل ۴۲۵ و حداکثر ۶۲۵ کیلوگرم بر سانتی متر مکعب دارد.
	نوع ۱-۵۲۵	مقاومت بیشتری از ۱-۴۲۵ دارد. این نوع سیمان دارای مشخصات فیزیکی و شیمیایی سیمان ۱-۳۲۵ است، اما مقاومت فشاری اولیه (۲ روزه) حداقل ۲۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مکعب و مقاومت نهایی (۲۸ روزه) حداقل ۵۲۵ کیلوگرم بر سانتی متر مکعب دارد.
	نوع ۲	برای مصرف عمومی و به طور ویژه موارد با مقاومت متوسط و حرارت هیدراسیون متوسط و برای مصرف در ساختن سدها و قطعات بزرگ بتنی
	نوع ۳	با مقاومت اولیه بالا برای بتن‌ریزی سریع و برداشت کفراژ پس از مدت زمان کوتاه
	نوع ۴	با حرارت هیدراسیون کم برای مصرف در ساختمان سدها و قطعات بزرگ بتنی
	نوع ۵	در مواقعی که مقاومت زیاد در مقابل سولفات‌ها مورد نظر باشد و در ساختمان بنادر، پل‌ها و قطعات بزرگ بتنی کاربرد دارد.
	پوزولانی	در ساختمان‌های بتنی معمولی و بیشتر در مواردی که مقاومت متوسط در مقابل املاح شیمیایی (سولفات و کلر) و نیز حرارت هیدراسیون متوسط مورد نظر باشد، استفاده می‌شود.
	پوزولانی ویژه	۱- دوام و پایداری بتن حاصل شده در محیط‌های با خوردگی زیاد حاوی غلظت بالای کلر و سولفات، بسیار مطلوب است. ۲- به سبب حرارت هیدراسیون اولیه کم، دارای کاربرد گسترده‌ای در بتن‌ریزی‌های حجیم است. ۳- به سبب جذب نسبتاً کامل $CaCO_3$ حاصل از هیدراسیون، حذب نسبتاً کامل تخلخل بتن صورت می‌پذیرد. ۴- در مواردی که شن و ماسه مستعد ایجاد واکنش سیلیکاتی-قلیایی‌اند قابلیت مصرف گسترده دارد و انجام این واکنش‌ها را به شدت محدود می‌کند. ۵- قابلیت مصرف بالایی در محیط‌های بسیار گرم و مرطوب دارد و نیاز به خنک سازی و کاهش درجه حرارت بتن و صرف هزینه زیاد در این مورد برای بتن‌های ساخته شده از این سیمان وجود ندارد. ۶- با توجه به ماهیت پوزولان و حرارت هیدراسیون کم، در مورد کاربرد این سیمان در هوای سرد و مصارف معمولی باید زمان بیشتری را برای نگهداری بتن صرف کرد.
	آهکی	این نوع سیمان در تهیه ملات بتن در کلیه مواردی که سیمان پرتلند نوع ۱ به کار می‌رود قابل استفاده است. دوام بتن را در برابر یخ زدن، آب شدن و املاح یخ‌زا و عوامل شیمیایی بهبود می‌دهد.
ضد آب	کاهش انتقال موئینه آب تحت فشار ناچیز یا بدون فشار	
سیمان سرباره‌ای ضد سولفات	در مواقعی که مقاومت متوسط در مقابل سولفات‌ها و حرارت هیدراتاسیون متوسط مورد نظر است، استفاده می‌شود.	
سیمان بنایی	MC۵/۲۲x	در ساخت ملات آجرکاری، بلوک‌کاری، اندودکاری بیرونی و داخلی ساختمان، کف‌پوش‌ها، جداول و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد.
سیمان حفاری	A	برای مصرف تا عمق ۶۰۰۰ فوت (۱۸۲۹ متر)
	B	مقاوم در برابر سولفات برای مصرف تا عمق ۶۰۰۰ فوت (۱۸۲۹ متر)
	D	مقاوم در برابر سولفات برای مصرف تا عمق ۱۲۰۰۰ فوت (۳۶۵۸ متر)
	E	مقاوم در برابر سولفات برای مصرف تا عمق ۱۴۰۰۰ فوت (۴۲۶۷ متر)
	G	سیمان پایه، برای مصرف تا عمق ۸۰۰۰ فوت (۲۴۳۸ متر) و مقاوم در برابر سولفات
سیمان نسوز ۴۵۰	حاوی بیش از ۴۰ درصد Al_2O_3 با اتصال هیدروکسیلی و فازهای آلومینات کلسیم که برای مصرف به عنوان ماده نسوز در صنایع حرارتی استفاده می‌شود.	
سیمان نسوز ۵۰۰	حاوی بیش از ۷۰ درصد Al_2O_3 با اتصال هیدروکسیلی و فازهای CA و CA_2 که برای مصرف به عنوان ماده نسوز با درصد خلوص بالا در صنایع حرارتی و اتمسفرهای H_2 و CO به کار می‌رود.	
سیمان نسوز ۵۵۰	حاوی بیش از ۸۰ درصد Al_2O_3 با اتصال هیدروکسیلی و آلومینات کلسیم به عنوان ترکیب اصلی، نسوز و دارای خواص ترمودینامیکی بالا و کاربردهای ویژه نسوز مانند اتمسفرهای احیای هیدروژن	
سیمان‌های چاه نفت	درزگیری چاه‌های نفت، حفر چاه‌های آب و فاضلاب	
سیمان‌های با گیرش تنظیمی	سیمان‌های با گیرش از چند دقیقه تا یک ساعت	
سیمان‌های رنگی	جنبه تزئینی و آرایشی دارند و در نما سازی سیمانی و تولید بتن نما دار به مصرف می‌رسند.	

مآخذ: نشریه فن‌آوری سیمان، اسفند ۱۳۹۱

سیمان نوع ۱: این نوع سیمان که به آن سیمان پرتلند معمولی نیز گفته می‌شود، برای مصارف عمومی که ویژگی خاصی از بتن مد نظر نیست کاربرد دارد. از این نوع سیمان در ساختن پیاده‌روها، روسازی جاده‌ها، پل‌ها، راه‌آهن، مخازن، لوله‌های آب و ملات برای بنایی استفاده می‌شود. در مناطق گرمسیر و در بتن‌ریزی‌های حجیم که احتمال افزایش دمای بتن به ترتیب تا ۳۲ درجه سلسیوس و ۱۵ درجه سلسیوس وجود دارد، مصرف این نوع از سیمان می‌بایست با احتیاط صورت گیرد.

سیمان نوع ۲: از این نوع سیمان در مواردی که حرارت هیدراتاسیون متوسط و مقاومت در برابر نفوذ سولفات‌ها در حد متوسط لازم است، استفاده می‌شود. به دلیل محدود بودن فاز آلومینات و کم بودن فاز تری‌کلسیم‌سیلیکات در این سیمان، مقاومت فشاری اولیه و نهایی آن کمتر از سیمان نوع ۱ بوده و معمولاً کندتر از سیمان نوع ۱ می‌گیرد. در فرآیند گیرش سیمان نوع ۲، حرارت کمتری تولید می‌شود، لذا این نوع از سیمان در ساخت سازه‌های حجیم کاربرد دارد، لذا به هنگام گرفتن بتن حرارت کمتری ایجاد شده و حجم بتن محدود نمی‌شود.

سیمان نوع ۳: این نوع از سیمان تمامی خواص سیمان نوع ۱ را داشته، با این تفاوت که بسیار ریزتر آسیاب شده و این ویژگی موجب گیرش سریع‌تر آن می‌شود. این نوع از سیمان در دوره زمانی یک هفته، مقاومت ۲۸ روزه سیمان نوع ۱ را به دست می‌آورد. در واقع، در مواردی که بخواهند سیمان را زودتر از معمول از قالب برداشته و بتن را استفاده و بارگذاری کنند، این نوع سیمان کاربرد دارد. به این نوع از سیمان، سیمان زودگیر نیز گفته می‌شود و در دماهای سرد (تقریباً ۴ درجه سلسیوس) کاربرد دارد.

سیمان نوع ۴: مقدار تری‌کلسیم‌سیلیکات و تری‌کلسیم‌آلومینات در این نوع از سیمان نسبت به سایر انواع کمتر بوده و حرارت کمتری نیز تولید می‌کند. به بیان دیگر، این نوع از سیمان در مواردی که شدت و مقدار حرارت تولیدی حائز اهمیت بوده، کاربرد فراوانی دارد. از آنجایی که افزایش مقاومت این سیمان آهسته صورت می‌گیرد، به این نوع سیمان، سیمان دیرگیر نیز اطلاق می‌شود و از این ویژگی در ساخت سازه‌های آبی استفاده می‌کنند، زیرا فرصت کافی برای بتن‌ریزی را خواهد داشت.

سیمان نوع ۵: این نوع از سیمان در بتن‌هایی که در معرض نفوذ سولفات‌ها قرار دارند، مناسب بوده و به همین دلیل به سیمان ضد سولفات معروف است. این نوع از سیمان دیرگیرتر از سیمان معمولی بوده و حد مقاومت ۳، ۷ و ۲۸ روزه این نوع از سیمان کمتر از سایر سیمان‌های پرتلند است و به همین دلیل برای ساخت سازه‌های نیازمند به مقاومت بالا دارای محدودیت کاربرد است.

سیمان پوزولانی: این نوع از سیمان برای مصارف عمومی در ساخت ملات یا بتن کاربرد داشته و با نشانه پ. پ عرضه می‌شود. خواص این نوع از سیمان بسته به نوع و ویژگی پوزولان مورد استفاده فرق می‌کند. پایین بودن حرارت هیدراتاسیون اولیه و نهایی، کاهش نفوذپذیری بتن و ایجاد دوام قابل توجه در مقابل خوردگی، جذب قلیایی سیمان و توانایی حفظ بتن در زمان طولانی‌تر از ویژگی‌های هستند که کاربرد وسیع این نوع از سیمان را در مناطق گرمسیر و بتن‌ریزی‌های حجیم، سنگدانه‌های نامرغوب و واکنش‌ها در محیط‌های قلیایی و محیط‌های حاوی یون‌های سولفات و کلر سبب می‌شود. در سیمان پوزولانی ویژه، درصد وزنی ماده پوزولانی بین ۱۵ تا ۴۰ درصد می‌باشد.

سیمان سفید: این نوع از سیمان دارای آهن و منگنز بسیار کمی بوده و مصرف این نوع از سیمان محدود به مکانی است که نیاز به نمای با رنگ سفید و یا روشن باشد. خواص گیرش و مقاومت حاصل شده این نوع سیمان مشابه سیمان معمولی است.

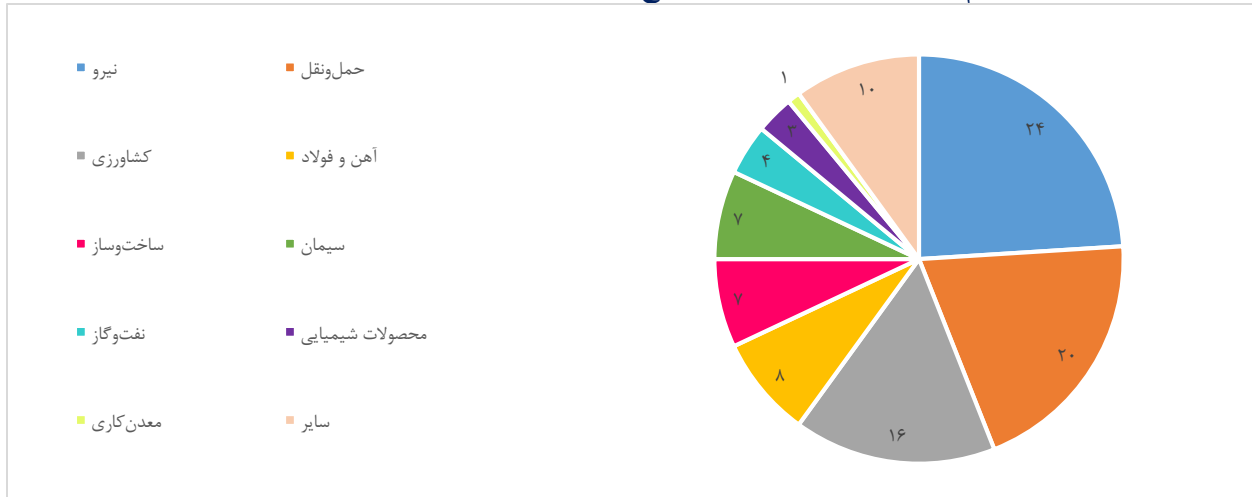
سیمان‌های رنگی: این نوع از سیمان به رنگ‌های قرمز، زرد، آبی و سایر رنگ‌های مشابه بوده و در واقع از افزودن ۲ تا ۱۵ درصد پودر سنگ‌های رنگی به سیمان معمولی حاصل شده است. در تهیه سیمان با رنگ سبز از سنگ حاوی کروم، سیمان آبی رنگ از سنگ کبالت‌دار، سیمان زرد رنگ از سنگ‌های آهن‌دار از قبیل هیدروکسید آهن یا هماتیت، سیمان قرمز از آهن‌اکسید (Fe_2O_3) و سیمان سیاه از آهن‌اکسید دو ظرفیتی (FeO) استفاده می‌شود.

سیمان بنایی: از این نوع سیمان در ساخت ملات آجرکاری، بلوک‌کاری، اندودکاری داخلی و بیرونی ساختمان، کف‌پوش‌ها و جداول استفاده می‌شود. چسبندگی مطلوب سیمان بنایی با مصالح دیگر، کارایی بالاتر ملات این نوع سیمان در مقایسه با سایر سیمان‌ها، جمع‌شدگی کمتر آن در مقایسه با سایر سیمان‌ها و جذب پایین آب و پایداری بهتر در مقابل املاح شیمیایی از جمله مزایای استفاده از این سیمان می‌باشند.

۴ - انتشار کربن دی اکسید در صنعت سیمان و ایجاد آلاینده‌های زیست محیطی

سیمان یکی از کالاهایی است که طیف کاربردی گسترده‌ای در زندگی بشر داشته و در واقع بعد از آب دومین محصول پرکاربرد در جهان بوده است. در سال ۲۰۱۵، کربن دی اکسید منتشر شده از صنعت سیمان در محیط زیست در حدود ۲/۸ میلیارد تن بوده که معادل با ۸ درصد کل کربن دی اکسید گسیل شده در جهان بوده است. نمودار ۴ سهم انتشار کربن دی اکسید به محیط زیست توسط صنایع و بخش‌های مختلف را در سال ۲۰۱۷ از مقدار کل آن در جهان نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود در این سال صنعت سیمان سهمی در حدود ۷ درصد از کربن دی اکسید گسیل شده در جهان را داشته است.

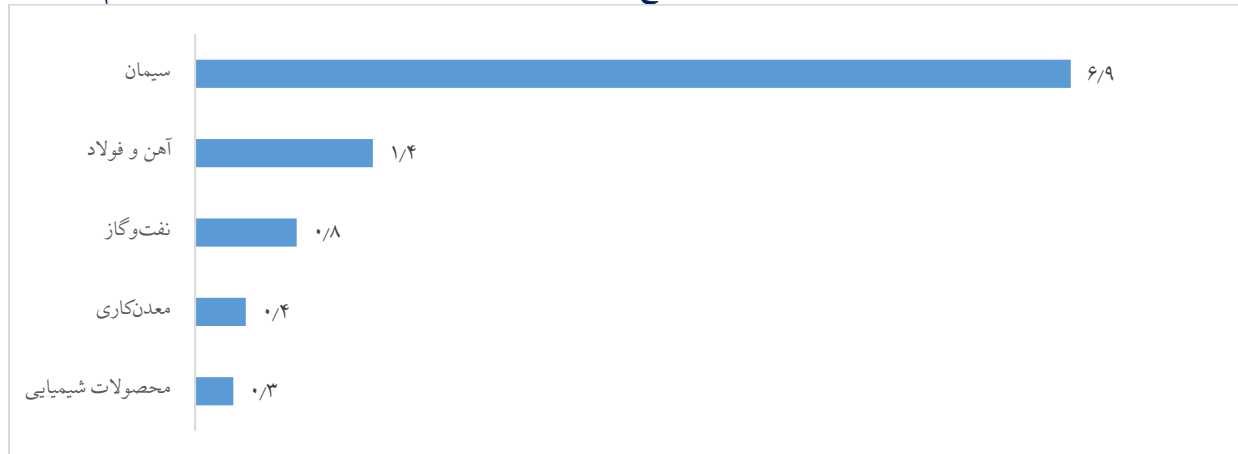
نمودار ۴ - سهم انتشار کربن دی اکسید توسط صنایع و بخش‌های مختلف در جهان در سال ۲۰۱۷ (درصد)



مأخذ: گزارش Laying the foundations for non-carbon cement, McKinsey & Company، ۲۰۲۰
* خط تیره در حاشیه برخی از مقاطع نشان‌دهنده مشمول شدن آنها در گروه صنایع می‌باشد.

نمودار ۵ میزان کربن دی اکسید تولید شده توسط صنایع مختلف را به ازای هر دلار درآمد آنها نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود در سال ۲۰۱۷، به ازای هر دلار درآمد صنعت سیمان ۶/۹ کیلوگرم کربن دی اکسید در محیط زیست منتشر شده است. صنعت آهن و فولاد، صنعت نفت و گاز، معدن کاری و تولید محصولات شیمیایی در جایگاه‌های بعدی بزرگترین منتشرکننده کربن دی اکسید به ازای هر دلار درآمد آنها در سال ۲۰۱۷ بوده‌اند.

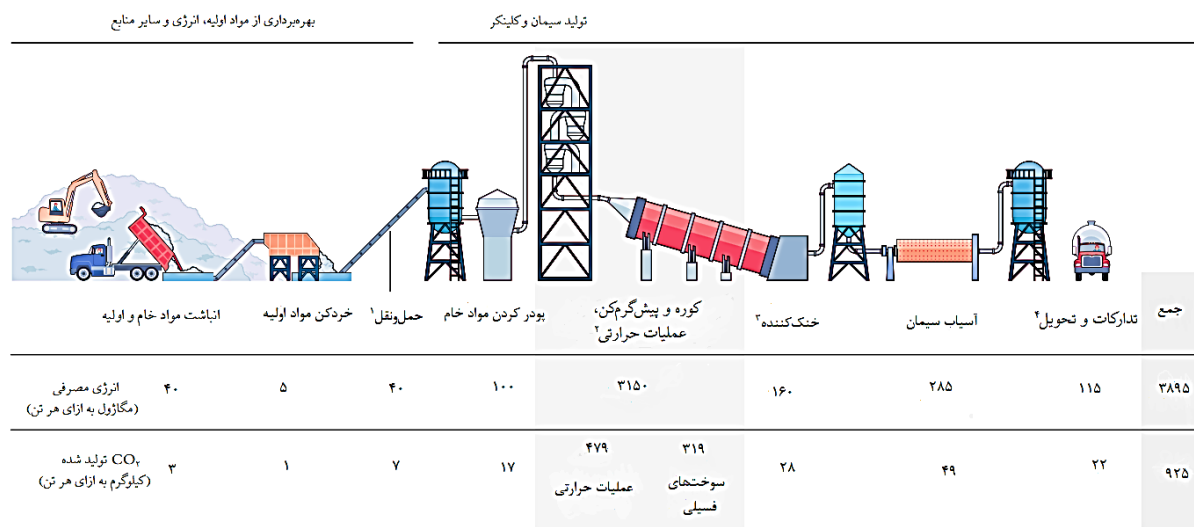
نمودار ۵ - میزان کربن دی اکسید منتشر شده توسط صنایع مختلف به ازای هر دلار درآمد آنها در سال ۲۰۱۷ (کیلوگرم)



مأخذ: گزارش Laying the foundations for non-carbon cement, McKinsey & Company، ۲۰۲۰

شکل ۲ انرژی مصرف شده و کربن دی اکسید منتشر شده در واحدهای مختلف صنعت سیمان را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود، در کوره و پیش‌گرم‌کن‌ها که عملیات حرارتی^{۱۱} صورت می‌گیرد بیشترین مقدار انرژی مصرف شده و همینطور بیشترین میزان کربن دی اکسید تولید شده است و بهینه‌سازی این بخش از صنعت سیمان تأثیر بسیاری بر روی کاهش انتشار CO₂ خواهد داشت.

شکل ۲- انرژی مصرفی و کربن دی اکسید تولید شده در واحدهای مختلف تولید سیمان



مأخذ: گزارش Laying the foundations for non-carbon cement, McKinsey & Company، ۲۰۲۰

- ۱ مصرف انرژی به صورت یک کیلووات ساعت به ازای هر تن در هر ۱۰۰ متر فرض شده است.
- ۲ اطلاعات از Global Cement and Concrete Association در سال ۲۰۱۷ گرفته شده و مقادیر به طور متوسط گزارش شده‌اند.
- ۳ توان یا انرژی الکتریکی به ازای هر تن کلینکر ۵ کیلووات ساعت در نظر گرفته شده است.
- ۴ حمل و نقل توسط ماشین باری و مسافت به طور متوسط ۲۰۰ کیلومتر در نظر گرفته شده است.

اگرچه استفاده از سیمان در بخش ساخت‌وساز و در نتیجه توسعه جوامع صورت می‌گیرد، طبق اهداف تعیین شده در توافق‌نامه پاریس به منظور کنترل دمای کره زمین، شرکت‌های سیمانی ملزم به کاهش نشر کربن دی اکسید می‌باشند. طبق این توافق‌نامه، متوسط افزایش دمای کره زمین در این قرن نسبت به مقدار آن در دوران پیش از صنعتی شدن می‌بایست کمتر از دو درجه سلسیوس و یا حتی ۱/۵ درجه سلسیوس باشد. به طور معمول، بیش از نیمی از کربن دی اکسید آزاد شده در صنعت سیمان از بخش تولید کلینکر حاصل می‌شود. راهکارهایی برای کاهش نشر کربن دی اکسید از قبیل به دام انداختن کربن، استفاده و نگهداری آن^{۱۲}، جایگزینی کلینکر با سایر مواد نظیر خاکستر بادی^{۱۳} و سرباره کوره بلند^{۱۴} و در نهایت کاهش استفاده از سیمان برای ساخت‌وساز وجود دارند. همچنین نوع سوخت و بهینگی تجهیزات در فرآوری کلینکر در میزان انتشار کربن دی اکسید مؤثر هستند. با رشد استفاده از سیمان در سال‌های

^{۱۱} Calcination

^{۱۲} CCUS, Carbon Capture, Use, and Storage

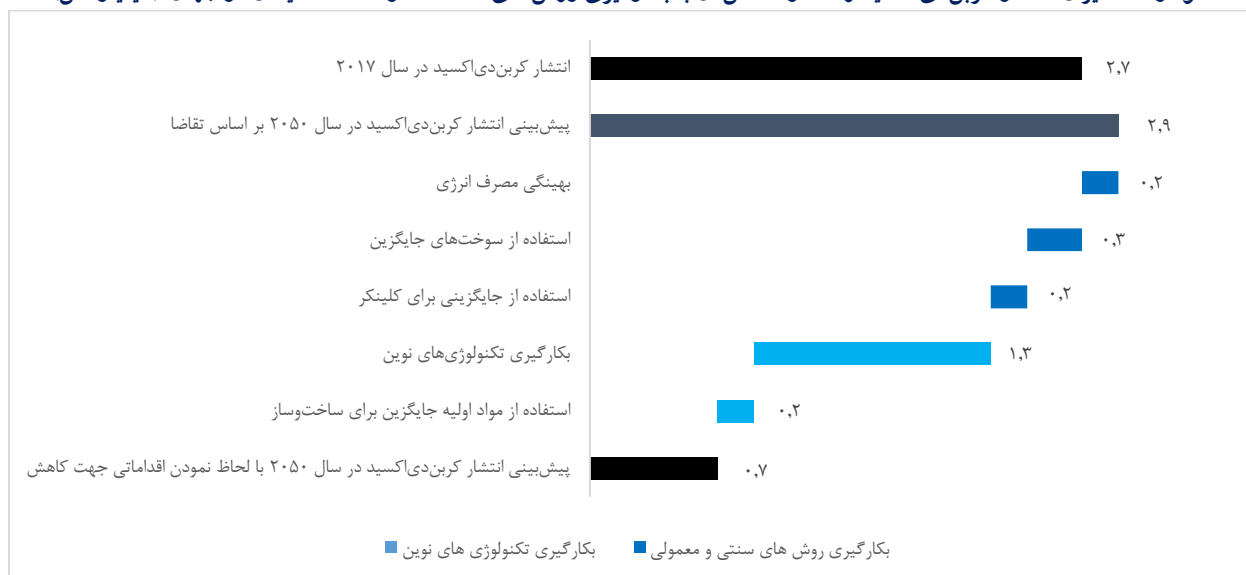
^{۱۳} Fly ash

^{۱۴} Blast furnace slag

آینده^{۱۵} تنها با بهینه نمودن تجهیزات، کاهش کربن دی اکسید محقق نخواهد شد. استفاده از الوارهای ورقه‌ای^{۱۶} به عنوان جایگزینی برای بتن به صورت محلی و در مقیاس کوچک ساخت و ساز می‌تواند در کاهش منتشر شدن کربن دی اکسید ناشی از تولید کلینکر و بتن مؤثر باشد. به علاوه، استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان در بهینگی بکارگیری سیمان و بتن در ساختمان‌ها کمک می‌کند. در این راستا سرمایه‌گذاران تمایل به دانستن اطلاعات مربوط به میزان آلاینده‌های تولید شده توسط شرکت‌های سیمانی دارند، زیرا به نظر می‌رسد، در افق بلندمدت شرکت‌هایی که کربن دی اکسید بیشتری تولید کنند ملزم به رعایت قوانین محدودکننده و یا رویارویی با مالیات‌های سنگین باشند.

همانطور که پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد، با وجود چالش‌های موجود در نوآوری و بکارگیری تکنولوژی‌های نوین برای کربن زدایی^{۱۷}، شرکت‌ها می‌توانند در افق ۲۰۵۰، میزان نشر کربن دی اکسید خود را در حدود ۷۵ درصد مقدار آن در سال ۲۰۱۷ کاهش دهند.^{۱۸} نمودار ۶ میزان انتشار کربن دی اکسید در سال ۲۰۱۷ و پیش‌بینی آن در سال ۲۰۵۰ را با بکارگیری روش‌های نوین تکنولوژی و روش‌های سنتی در صنعت سیمان نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود درصد بالایی از کاهش کربن دی اکسید با ابداع و نوآوری صورت می‌گیرد. به بیان دیگر، رشد تقاضای سیمان منجر به افزایش حجم کربن دی اکسید شده که مقدار آن را به ۲/۹ میلیارد تن در سال ۲۰۵۰ خواهد رساند، اما با به کارگیری انواع روش‌های نوین و سنتی، امکان کاهش نشر کربن دی اکسید و رسیدن به مقدار ۰/۷ میلیارد تن در سال ۲۰۵۰ نیز وجود دارد. هم‌اکنون اقدامات مربوط به کاهش نشر کربن دی اکسید در مقیاس‌های کوچک و آزمایشگاهی بوده که در حال توسعه می‌باشد. بکارگیری روش‌هایی از قبیل CCUS نیاز به زمانی در حدود ده سال دارند که لزوم سرمایه‌گذاری فعلی در آنها وجود دارد.

نمودار ۶ – میزان انتشار کربن دی اکسید و مقدار کاهش آن با بکارگیری روش‌های مختلف در صنعت سیمان در جهان (میلیارد تن)



مأخذ: گزارش Laying the foundations for non-carbon cement, McKinsey & Company، ۲۰۲۰
 *مقادیر مربوط به بهینگی مصرف انرژی، استفاده از سوخت‌های جایگزین، استفاده از جایگزینی برای کلینکر، بکارگیری تکنولوژی‌های نوین و استفاده از مواد اولیه جایگزین برای ساخت و ساز، کاهش میزان انتشار CO₂ را با بکارگیری آنها نشان می‌دهد.

^{۱۵} طبق سایت CarbonBrief.org، پیش‌بینی می‌شود تولید سیمان در جهان به ۵ میلیارد تن در سال ۲۰۳۰ برسد که این میزان چهار برابر مقدار تولید آن در سال ۱۹۹۰ می‌باشد.

^{۱۶} CLT, Cross Laminated Timber

^{۱۷} Decarbonization

^{۱۸} گزارش Laying the foundations for non-carbon cement, McKinsey & Company، ۲۰۲۰

به طور کلی چندین روش برای کاهش انتشار CO₂ در صنعت سیمان وجود دارند.

بهینگی مصرف انرژی: به طور متوسط در حدود ۹۰ درصد از انرژی مصرفی در صنعت سیمان در کوره بوده و بهترین رویکرد برای بهینگی مصرف انرژی تمرکز بر این بخش می‌باشد. به عنوان مثال، توسعه‌هایی که در این واحد از صنعت سیمان در دهه ۱۹۸۰ صورت گرفت شامل خشک نمودن مواد تر و سپس حرارت دادن مواد خشک به جای تر بوده است. چنین سرمایه‌گذاری‌هایی در بازه زمانی یک تا دو ساله جبران می‌شود.

استفاده از سوخت‌های جایگزین: استفاده از سوخت‌های جایگزین در صنعت سیمان برای حرارت دادن کوره‌ها یکی از راهکارهای کاهش کربن‌دی‌اکسید می‌باشد. یکی از دغدغه‌های یافتن جایگزینی برای سوخت فسیلی دسترسی به منبع پایدار زیست‌توده^{۱۹} می‌باشد. در نهایت نیز تلاش‌ها به سمت تولید سوخت‌های زیستی حاوی مواد فشرده شامل خاک اره و ضایعات مرتبط با چوب^{۲۰} می‌رود. استفاده از چنین سوخت‌هایی تا سال ۲۰۵۰ می‌تواند انتشار کربن‌دی‌اکسید ناشی از تولید سیمان را تا ۹ درصد مقدار آن در سال ۲۰۱۷ کاهش دهد، اگرچه، تغییر رویه در استفاده از زیست توده نیازمند دسترسی پایدار به این منبع و بهبود در فرآیند زنجیره تأمین آن می‌باشد. با وجود اینکه در حال حاضر سوخت‌های فسیلی به صورت عمده در صنعت سیمان استفاده می‌شود، مقدار استفاده از زیست‌توده در این صنعت در سال ۲۰۱۷ چهار برابر مقدار آن در سال ۲۰۰۰ شده است.

استفاده از جایگزینی برای کلینکر: میزان انتشار کربن‌دی‌اکسید رابطه مستقیمی با میزان کلینکر استفاده شده در صنعت سیمان دارد. بنابراین، کلینکر می‌تواند با سایر موادی که خواص مشابه سیمان دارند، جایگزین شود. این مواد جایگزین شامل پوزولان طبیعی یا حرارت داده شده و همچنین ضایعات صنعتی نظیر خاکستر بادی و سرباره کوره بلند هستند. به دلیل محدود بودن منابع طبیعی در برخی از مناطق، دسترسی و بکارگیری چنین جایگزین‌هایی همانند زیست‌توده‌ها نیاز به دسترسی پایدار به منبع می‌باشد.

روش به دام انداختن کربن، استفاده و نگهداری آن: در این روش، CO₂ جمع‌آوری شده و بازیافت می‌شود و یا به صورت ایمن در زیر زمین نگهداری می‌شود. از این گاز برای تولید شیشه، پلاستیک‌ها و یا سوخت ترکیبی^{۲۱} استفاده می‌شود. استفاده از روش CCUS در تعداد معدودی از کارخانه‌ها صورت می‌گیرد و توسعه آن در سطح گسترده‌تر به دلیل عدم بهینگی اقتصادی آن نبوده، چرا که نیازمند بازاری برای عرضه کردن و به فروش رساندن کربن‌دی‌اکسید جمع‌آوری شده می‌باشد.

روش Carbon-cured concrete: در این روش، کربن‌دی‌اکسید جمع‌آوری شده در تولید سیمان در دمای متوسط ۲۵ درجه سلسیوس به ترکیباتی از جمله CaO.SiO₂ تزریق شده و در کنار آب تشکیل کلسیم کربنات پایدار می‌دهد که عاملی برای افزایش مقاومت مصالح می‌باشد. در واقع، پیش‌بینی می‌شود به طور سالانه ۶۰ میلیون تن کربن‌دی‌اکسید تا سال ۲۰۵۰ با استفاده از این روش جمع‌آوری می‌شود.

استفاده از مواد اولیه جایگزین برای ساخت‌وساز: در سال‌های آتی، سایر مواد اولیه ساخت‌وساز می‌توانند جایگزین سیمان شوند و در این میان، بیشتر توجهات به سمت الوارهای ورقه‌ای (CLT) بوده که از چسباندن تخته‌ها و قطعات چوبی حاصل می‌شود. در واقع، الوارها خاصیت نگهداری CO₂ را داشته و استفاده از آن برای ساخت‌وساز کاهش انتشار کربن‌دی‌اکسید را تشدید می‌کند. سایر روش‌ها نظیر ساخت تجهیزات خانه قبل از نصب آن در مناطقی دور از محل احداث^{۲۲} و طراحی پیمان‌های^{۲۳} و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان راهکارهایی است که به صورت دیجیتال در روند طراحی و ساخت سازه‌ها و ارزیابی مواد مورد استفاده به صورت بهینه مؤثر می‌باشد.

^{۱۹} Biomass

^{۲۰} Wood Pellets

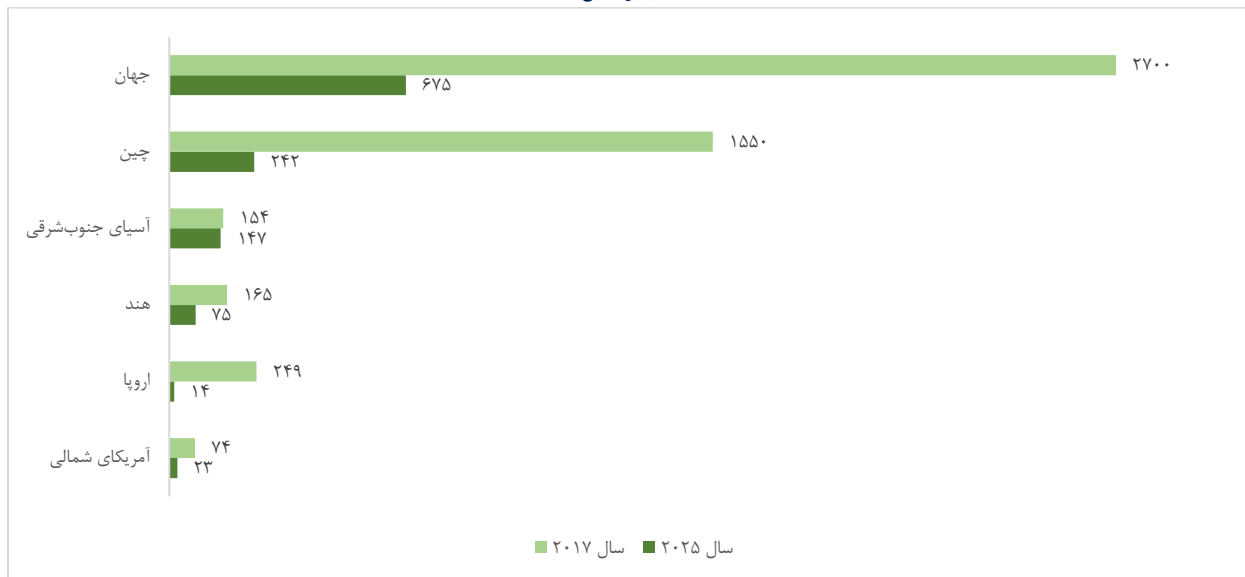
^{۲۱} سوخت ترکیبی سوختی مایع و در برخی اوقات گازی بوده و از ترکیب کربن مونوکسید و هیدروژن حاصل می‌شود. این سوخت از مواد جامدی مانند زغال و زیست‌توده یا تغییر شکل در گاز طبیعی بدست می‌آید.

^{۲۲} Prefabricated home

^{۲۳} Modular Design

نمودار ۷ میزان انتشار کربن دی‌اکسید در صنعت سیمان در سال ۲۰۱۷ و همچنین پیش‌بینی آن در سال ۲۰۵۰ را با بکارگیری تکنولوژی‌های نوین در برخی مناطق جهان نشان می‌دهد. مقدار CO₂ منتشر شده در جهان و چین در سال ۲۰۵۰ بدون استفاده از نوآوری‌های مذکور به ترتیب ۲,۹۰۰ میلیون تن و ۸۵۵ میلیون تن خواهد رسید و همانطور که ملاحظه می‌شود با بکارگیری روش‌های نوین امکان کاهش مقادیر فوق وجود دارد. به بیان دقیق‌تر، پیش‌بینی می‌شود به واسطه کاهش تقاضای سیمان در چین تا سال ۲۰۵۰، میزان کربن دی‌اکسید تولیدشده آن نیز در حدود ۴۵ درصد مقدار آن در سال ۲۰۱۷ کاهش یابد و بکارگیری تکنولوژی‌های نوین نیز این میزان از کاهش را بیشتر خواهد کرد.

نمودار ۷- میزان انتشار CO₂ در سال ۲۰۱۷ و پیش‌بینی آن در سال ۲۰۵۰ با بکارگیری و توسعه تکنولوژی‌های نوین در صنعت سیمان (میلیون تن)



مأخذ: گزارش Laying the foundations for non-carbon cement, McKinsey & Company، ۲۰۲۰.
* آمریکا شمالی بدون در نظر گرفتن مکزیک می‌باشد.

به دلیل اینکه قیمتی برای کربن وجود ندارد که سیگنالی برای تغییر رویه تولید کلینکر و کاهش نشر کربن باشد، سرمایه‌گذاری‌هایی برای استفاده از سایر جایگزین‌های کلینکر در مقیاس بزرگ در حال حاضر موجود نیست. به بیان دیگر، تعیین مالیات برای شرکت‌هایی که کربن دی‌اکسید منتشر شده توسط آنها از میزانی فراتر رود^{۲۴}، انگیزه‌ای برای نوآوری در تکنولوژی و کاهش میزان آلاینده‌های نشر شده ایجاد خواهد کرد. همچنین، جایگزین‌های کلینکر در مقیاس بزرگ و صنعتی نیز بکارگرفته خواهند شد. در واقع، با ثابت فرض نمودن قیمت کربن، میزان تولید کربن توسط بازار تعیین می‌شود که انتظار می‌رود این مقدار کاهش یابد. همچنین رویکرد دیگری نیز وجود دارد که در راستای آن کشورها ملزم به تولید مقادیر ثابتی از کربن هستند، اما اجازه مبادله کربن را با هم داشته باشند و قیمت آن توسط بازار تعیین می‌شود.^{۲۵} چنین سیاست‌گذاری‌هایی در راستای کاهش نشر کربن دی‌اکسید پیشنهاد شده است.

^{۲۴} Carbon Tax Approach

^{۲۵} Cap-and-Trade Approach

۵- صنعت سیمان در ایران

۱- ۵ تاریخچه صنعت سیمان و توسعه آن

استفاده از آهک و ساروج به عنوان مصالح ساختمانی، پیشینه کهنی در ساخت بنا و تأسیسات بندری در ایران داشته است. تولید سیمان در ایران در سال ۱۳۱۲ با احداث کارخانه سیمان ری با ظرفیت تولید ۱۰۰ تن در روز آغاز شد. قرارداد ساخت این کارخانه با شرکت افال اسمیت دانمارک با سرمایه دولتی معادل ۱۳۳/۸ هزار لیره انگلیس برای تأمین ماشین آلات و ۶۶/۹ هزار لیره انگلیس جهت تأمین تجهیزات نیروی برق مورد نیاز منعقد شد. متناسب با رشد و توسعه کشور و شهرنشینی، طرح‌های متعدد عمرانی نظیر خطوط راه آهن، سدها، جاده‌ها و اماکن آموزشی و بنایی تعریف شد که افزایش تقاضای سیمان را به همراه داشته است. از طرف دیگر، به دلیل وجود منابع غنی سنگ آهک در کشور، متقاضیان احداث کارخانه‌های سیمان نیز در حال افزایش بود. در حالیکه پیشتر تأمین نیاز کشور به سیمان از طریق واردات صورت می‌گرفت به طوری که در سال ۱۳۱۴ ایران چهارمین واردکننده بزرگ سیمان بوده است. تأسیس کارخانه سیمان دیگری در مجاورت کارخانه سیمان ری با ظرفیت تولید ۲۰۰ تن در روز در سال ۱۳۱۵ نشان از رشد تقاضای این محصول بوده است. فعالیت کارخانه سیمان ری در سال ۱۳۶۰ به دلیل شرایط تولید قدیمی و آلاینده بودن متوقف گردید. عملیات اجرایی مربوط به توسعه این کارخانه بعد از انقلاب از سرگرفته شد و کارخانه مذکور توسط شرکت سیمان تهران خریداری و در سال ۱۳۶۴ مجدداً راه‌اندازی شد. در سال ۱۳۳۶، شرکت‌های سیمان ری با ظرفیت ۶۰۰ تن در روز، سیمان تهران با ظرفیت ۶۰۰ تن در روز، سیمان لوشان با ظرفیت ۳۰۰ تن در روز، سیمان اصفهان با ظرفیت ۲۰۰ تن در روز، سیمان فارس با ظرفیت ۲۰۰ تن در روز، سیمان شرق با ظرفیت ۱۵۰ تن در روز و سیمان شمال با ظرفیت ۱۰۰ تن در روز در حال فعالیت بوده‌اند. در واقع، روند توسعه صنعت سیمان با رشد مواجه بود، به طوری که در سال ۱۳۵۷ تعداد شرکت‌های تولیدکننده سیمان ۱۲، تعداد کارخانه‌ها ۱۵، تعداد کوره‌های در حال فعالیت ۳۴ و ظرفیت اسمی کوره‌ها ۲۵/۷ هزار تن در روز بوده است. روند رشد مصرف سیمان در سال‌های پس از انقلاب همچنان ادامه داشت و تقاضا برای این کالا افزایش قابل توجهی یافت. در نتیجه، توسعه این صنعت با طرح احداث ۲۰ کارخانه دیگر همراه شد. طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۲ واحدهای سیمان بجنورد، سیمان سفید نیریز، سیمان شاهرود، سیمان قاین، سیمان خزر، سیمان ارومیه، سیمان خاش، سیمان خوزستان، سیمان هگمتان، سیمان ایلام، سیمان اردبیل، واحد اول و دوم سیمان هرمزگان، سیمان داراب، سیمان کردستان، سیمان شرق، واحد اول و دوم سیمان سفید ساوه، سیمان سفید بنوید، سیمان اکباتان، سیمان استهبان، سیمان آباء، سیمان کارون و سیمان سفید ارومیه به بهره‌برداری رسیدند. در سال ۱۳۸۷، صنعت سیمان در ایران توانست تمام نیاز داخل به سیمان را تأمین کند و از سال ۱۳۸۸ به بعد نیز به کشورهای منطقه صادرات سیمان صورت گرفته است.

۲- ۵ شرکت‌های تولیدکننده سیمان در ایران

طبق آخرین آمار موجود در سایت سیمان ایران، در سال ۱۳۹۷، ۶۵ کارخانه تولید سیمان خاکستری، ۸ کارخانه تولید سیمان سفید و ۵ کارخانه کلینکرکوبی در کشور وجود دارد. جدول ۸، جدول ۹ و جدول ۱۰ به ترتیب کارخانجات تولید سیمان خاکستری، کارخانجات تولید سیمان سفید و کارخانجات کلینکرکوبی را نشان می‌دهد. همچنین جدول ۱۱ طرح‌های تولید سیمان را ارائه می‌دهد. برخی از اطلاعات مربوط به جداول در دسترس نیست.

جدول ۸- کارخانجات تولید سیمان خاکستری

نام کارخانه	سال راه‌اندازی و توسعه	ظرفیت (هزار تن در سال)	سهامدار عمده	نام کارخانه	سال راه‌اندازی و توسعه	ظرفیت (هزار تن در سال)	سهامدار عمده
آبیک	۱۳۵۳، ۱۳۵۹، ۱۳۹۱	۶،۳۰۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	دلیجان	۱۳۸۷	۹۹۰/۰	بخش خصوصی
تهران	۱۳۴۸، ۱۳۵۸، ۱۳۸۵	۳،۱۸۰/۰	سیمان تهران	زابل	۱۳۸۹	۹۹۰/۰	بخش خصوصی

سپاهان	۱۳۵۷، ۱۳۶۰، ۱۳۸۷	۳،۰۰۰/۰	سرمایه‌گذاری غدیر	زاوه تربت	۱۳۸۷	۹۹۰/۰	بخش خصوصی
خوزستان	۱۳۷۷، ۱۳۸۸	۲،۵۵۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	شهرکرد	۱۳۸۷	۹۹۰/۰	بنیاد مسکن
مازندران	۱۳۶۰، ۱۳۸۶	۲،۱۹۰/۰	سیدکو	فراز فیروزکوه	۱۳۸۶	۹۹۰/۰	اسپندار- بخش خصوصی
ساوه خاکستری	۱۳۸۶	۲،۱۶۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	فیروزکوه	۱۳۸۵	۹۹۰/۰	سیدکو
سامان غرب	۱۳۸۹	۲،۱۰۰/۰	بخش خصوصی	کاوان یوکان	۱۳۹۱	۹۹۰/۰	بخش خصوصی
صوفیان	۱۳۶۳، ۱۳۸۸	۲،۱۰۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	لار سبزواری	۱۳۸۷	۹۹۰/۰	بخش خصوصی
هگمتان	۱۳۷۶، ۱۳۸۷	۱،۹۵۰/۰	سیمان تهران	ممتازان	۱۳۸۶	۹۹۰/۰	بخش خصوصی
شرق	۱۳۸۷، ۱۳۸۹	۱،۸۹۰/۰	سرمایه‌گذاری غدیر	نهادند	۱۳۹۰	۹۹۰/۰	سیمان تهران
بجنورد	۱۳۷۷، ۱۳۸۸	۱،۸۳۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	نیزار قم	۱۳۹۰	۹۹۰/۰	اسپندار- بخش خصوصی
ارومیه	۱۳۶۸	۱،۸۰۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	اصفهان	۱۳۴۷، ۱۳۵۴، ۱۳۵۵	۹۶۰/۰	خیریه همدانیان
ساروج بوشهر	۱۳۸۷	۱،۸۰۰/۰	بخش خصوصی	کردستان	۱۳۷۵	۹۶۰/۰	سرمایه‌گذاری غدیر
غرب آسیا	۱۳۵۶	۱،۸۰۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	باقران	۱۳۸۸	۹۰۰/۰	بخش خصوصی
هرمزگان	۱۳۷۶، ۱۳۷۸	۱،۸۰۰/۰	سرمایه‌گذاری امید	دشتستان	۱۳۸۲	۹۰۰/۰	سرمایه‌گذاری غدیر
شاهرود	۱۳۷۶، ۱۳۸۸	۱،۶۸۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	فارس نو	۱۳۸۴	۹۰۰/۰	سیمان فارس و خوزستان
ایلام	۱۳۷۷	۱،۶۵۰/۰	سیمان تهران	کارون	۱۳۷۸	۹۰۰/۰	بخش خصوصی
نائین	۱۳۸۹	۱،۴۴۰/۰	بخش خصوصی	منددشتی	۱۳۹۶	۹۰۰/۰	بخش خصوصی
خزر	۱۳۶۵	۱،۲۰۰/۰	سیمان فارس و خوزستان	بهبهان	۱۳۵۸	۸۲۵/۰	سیمان فارس و خوزستان
لامرد	۱۳۹۰	۱،۲۰۰/۰	بخش خصوصی	قاین	۱۳۷۳	۸۱۰/۰	سیمان فارس و خوزستان
جویین	۱۳۸۹	۱،۱۴۰/۰	بخش خصوصی	خاش	۱۳۷۴	۷۹۵/۰	سیمان فارس و خوزستان
دورود	۱۳۴۸، ۱۳۵۹	۱،۱۲۵/۰	سیمان فارس و خوزستان	فارس	۱۳۵۳، ۱۳۵۷	۷۵۰/۰	سیمان فارس و خوزستان
تجارت مهریز	۱۳۸۴	۱،۰۸۰/۰	بخش خصوصی	ساروج اصفهان	۱۳۸۷	۶۰۰/۰	بخش خصوصی
داراب	۱۳۸۲	۱،۰۸۰/۰	سهام عدالت	کویر کاشان	۱۳۸۴	۶۰۰/۰	بخش خصوصی
کرمان	۱۳۴۹، ۱۳۵۳، ۱۳۵۸	۱،۰۸۰/۰	سیدکو	کیاسر	۱۳۹۲	۶۰۰/۰	اسپندار- بخش خصوصی

اردبیل	۱۳۷۵	۱,۰۵۰/۰	اسپندار- بخش خصوصی	زنجان	۱۳۸۶	۵۴۰/۰	سیمان فارس و خوزستان
اردستان	۱۳۸۶	۱,۰۵۰/۰	بخش خصوصی	آباده	۱۳۷۲	۳۶۰/۰	بخش خصوصی
گیلان سبز	۱۳۹۲	۱,۰۵۰/۰	سیمان تهران	استهبان	۱۳۷۷	۳۰۰/۰	بخش خصوصی
سپهر	۱۳۹۵	۱,۰۰۰/۰	بخش خصوصی	زرین رفسنجان	۱۳۸۸	۲۴۰/۰	بخش خصوصی
مارگون	۱۳۹۶	۱,۰۰۰/۰	بخش خصوصی	آزادگان قشم	۱۳۸۴	۲۱۰/۰	بخش خصوصی
پوبند گلستان	۱۳۸۹	۹۹۰/۰	سیمان تهران	ياسوج	۱۳۸۴	۲۱۰/۰	سیمان فارس و خوزستان
خوی	۱۳۸۹	۹۹۰/۰	بخش خصوصی	شمال	۱۳۵۸	۱۲۰/۰	سیدکو
خمسه	۱۳۹۲	۹۹۰/۰	بخش خصوصی				

مأخذ: سایت <http://www.irancement.com> ، بهمن ۱۳۹۷

جدول ۹- کارخانجات تولید سیمان سفید

نام کارخانه	سال راه اندازی و توسعه	ظرفیت (هزار تن در سال)	سهامدار عمده
سیمان سفید شرق	۱۳۹۳	۳۶۰/۰	سرمایه گذاری غدیر
سیمان سفید ساوه	۱۳۷۵، ۱۳۸۰	۳۰۰/۰	سیمان فارس و خوزستان
سیمان سفید لارستان	۱۳۸۵	۲۱۰/۰	بخش خصوصی
سیمان سفید اکباتان	۱۳۷۴	۱۵۰/۰	بخش خصوصی
سیمان سفید ارومیه	۱۳۷۸	۱۵۰/۰	بخش خصوصی
سیمان سفید بنوید	۱۳۸۲	۱۵۰/۰	بخش خصوصی
سیمان سفید نیریز	۱۳۷۵	۱۵۰/۰	سیمان فارس و خوزستان
سیمان سفید شمال	-	۶۰/۰	سیدکو

مأخذ: سایت <http://www.irancement.com> ، بهمن ۱۳۹۷

جدول ۱۰- کارخانجات کلینرکوبی

نام کارخانه	سال راه اندازی	ظرفیت (هزار تن در سال)	سهامدار عمده
مجد خواف	۱۳۹۱	۹۹۰/۰	بخش خصوصی
آزادگان یزد	۱۳۸۷	۱۵۰/۰	بخش خصوصی
آبدانان	-	۱۵۰/۰	بخش خصوصی
پارسیان خاور	-	۱۵۰/۰	بخش خصوصی
طبس	-	۱۵۰/۰	بخش خصوصی

مأخذ: سایت <http://www.irancement.com> ، بهمن ۱۳۹۷

جدول ۱۱- طرح های تولید سیمان

نام واحد	ظرفیت (هزار تن در روز)	پیشرفت (درصد)	سهامدار عمده
سیمان عمران آریا	۳/۵	۵۹/۰	بخش خصوصی
سیمان دهلران	۳/۳	۷۸/۰	بخش خصوصی
سیمان تیس چابهار	۳/۳	۳۴/۰	بخش خصوصی
سیمان خاکستری نیریز	۳/۳	-	سیمان فارس و خوزستان
سیمان تهران، خط ۹	۳/۳	۴۷/۶	سیمان تهران
سیمان بیارجمند	۳/۳	۳۴/۰	بخش خصوصی

سیمان کارون (طرح توسعه)	۳/۰	۶۵/۰	بخش خصوصی
سیمان لارستان (طرح توسعه)	۳/۰	۵۱/۰	بخش خصوصی
سیمان خرم آباد	۳/۰	-	بخش خصوصی
سیمان خرامه	۳/۰	-	سیمان فارس و خوزستان
سیمان پارسین پل دختر	۳/۰	-	بخش خصوصی
سیمان سفید ماکو	۰/۷	-	بخش خصوصی

مأخذ: سایت <http://www.irancement.com> ، بهمن ۱۳۹۷

جدول ۱۲ اطلاعات شرکت‌های تولیدکننده و سرمایه‌گذار سیمان که در بازار بورس و اوراق بهادار تهران فعال هستند را نشان می‌دهد.

جدول ۱۲ - اطلاعات شرکت‌های تولیدکننده و سرمایه‌گذاری سیمان فعال در بازار بورس و اوراق بهادار تهران

نام شرکت	سود عملیاتی (میلیون ریال)	سود ناخالص (میلیون ریال)	سود خالص (میلیون ریال)	حاشیه سود عملیاتی (درصد)	حاشیه سود ناخالص (درصد)	حاشیه سود خالص (درصد)	دوره گردش موجودی کالا	نسبت آنی	نسبت حقوق صاحبان سهام به دارایی‌ها (نسبت مالکانه)	بازده دارایی ROA (درصد)	ROE (درصد)	بازده سرمایه در گردش (درصد)
سیمان لار سبزوار	۴۱,۳۰۳/۰	۱۳۰,۷۹۹/۰	-۱۹,۹۹۸/۰	۷/۳	۲۳/۰	-۳/۵	۱/۱	۱/۱	۰/۱	-۱/۲	-۹/۷	-۴/۵
سیمان داراب	۳۱۵,۱۶۴/۷	۳۵۱,۲۲۲/۹	۳۸۸,۸۱۶/۳	۲۴/۳	۲۷/۱	۳۰/۰	۱/۷	۱/۶	۰/۸	۱۸/۳	۲۳/۲	۴۶/۶
سیمان آرتا اردبیل	۵۸۵,۷۹۰/۰	۶۶۶,۷۷۹/۰	۵۰۹,۹۹۳/۰	۴۱/۰	۴۶/۷	۳۵/۷	۱/۸	۱/۳	۰/۷	۳۹/۶	۶۰/۸	۸۹/۰
سیمان ارومیه	۹۱۹,۹۰۶/۰	۹۴۱,۱۳۴/۰	۹۱۷,۳۲۷/۰	۴۰/۹	۴۱/۸	۴۰/۷	۱/۶	۱/۹	۰/۸	۳۷/۹	۴۸/۱	۷۲/۱
سیمان ساوه	۷۷۲,۷۷۵/۰	۸۶۸,۴۵۲/۰	۶۹۹,۷۰۹/۰	۳۴/۹	۳۹/۲	۳۱/۶	۱/۴	۱/۱	۰/۵	۲۴/۹	۴۶/۳	۶۲/۱
سیمان بجنورد	۸۳۱,۰۰۵/۰	۹۸۲,۸۵۳/۰	۷۹۰,۵۵۰/۰	۳۶/۵	۴۳/۲	۳۴/۷	۲/۷	۱/۲	۰/۴	۲۸/۲	۶۴/۶	۹۲/۸
سیمان بهبهان	۳۶۶,۱۹۴/۰	۵۳۹,۸۳۹/۰	۳۴۱,۵۲۲/۰	۳۲/۰	۴۷/۲	۲۹/۹	۱/۴	۰/۳	۰/۴	۲۵/۲	۵۶/۵	-۱۱۲۲/۴
سیمان سپاهان	۳۲۴,۵۵۸/۰	۵۹۷,۹۶۳/۰	۳۰۴,۸۵۶/۰	۱۰/۰	۱۸/۳	۹/۴	۲/۷	۰/۴	۰/۵	۶/۲	۱۲/۱	-۱۰۰/۶
سیمان تهران	۱,۴۲۳,۳۱۲/۰	۲,۲۸۱,۱۸۶/۰	۴۰۳,۰۸۴/۰	۱۸/۳	۲۹/۴	۵/۲	۲/۰	۰/۳	۰/۱	۲/۵	۱۹/۶	-۱۳/۰
سیمان خاش	۴۸۸,۱۴۴/۰	۶۰۹,۰۶۶/۰	۴۸۵,۴۶۳/۰	۳۱/۲	۳۹/۰	۳۱/۰	۲/۳	۰/۹	۰/۵	۳۳/۲	۶۳/۹	۱۱۶/۲
سیمان خزر	۲۲۰,۸۸۲/۰	۲۸۴,۱۱۲/۰	۱۸۱,۰۶۵/۰	۲۲/۸	۲۹/۳	۱۸/۷	۱/۹	۰/۷	۰/۵	۱۳/۴	۲۷/۱	۸۸/۲
سیمان خوزستان	۹۱۰,۷۱۲/۰	۱,۱۴۲,۴۱۱/۰	۶۹۴,۶۰۶/۰	۳۲/۴	۴۰/۶	۲۴/۷	۱/۵	۰/۳	۰/۴	۱۵/۷	۳۹/۶	-۳۳۷/۹
صنایع سیمان دشتستان	۹۶۱,۷۴۴/۰	۱,۵۵۵,۹۰۶/۰	۵۲۳,۲۶۸/۰	۳۰/۶	۴۹/۵	۱۶/۷	۱/۸	۰/۴	۰/۴	۸/۳	۲۲/۴	-۱۸۵/۳
سیمان دورود	۷۹,۲۷۷/۰	۲۶۵,۵۹۸/۰	۹۱,۲۲۳/۰	۵/۷	۱۹/۱	۶/۶	۴/۳	۰/۴	۰/۲	۴/۲	۲۱/۴	-۱۴/۱
سیمان شاهرود	۲۵۸,۴۶۵/۰	۳۴۳,۷۵۱/۶	۱۶۳,۲۹۶/۸	۲۰/۵	۲۷/۳	۱۳/۰	۱/۷	۰/۶	۰/۵	۶/۷	۱۴/۷	۳۹۴/۵
سیمان شرق	۷۳۴,۱۴۳/۰	۱,۰۶۵,۹۳۹/۰	۹۲۴,۲۵۰/۰	۱۹/۳	۲۸/۰	۲۴/۳	۴/۲	۰/۵	۰/۳	۱۲/۸	۴۶/۰	-۷۴/۳
سیمان شمال	۳۵۴,۵۴۰/۰	۵۴۷,۷۱۹/۰	۴۵۰,۵۹۲/۰	۲۰/۶	۳۱/۸	۲۶/۲	۲/۴	۰/۹	۰/۷	۱۵/۶	۲۳/۲	۹۱/۱
سیمان اصفهان	۱۶۰,۸۰۰/۰	۳۱۰,۰۱۱/۰	۱۲۴,۹۱۸/۰	۱۴/۳	۲۷/۶	۱۱/۱	۲/۲	۰/۳	۰/۳	۸/۱	۲۴/۴	-۶۰/۷
کارخانجات سیمان صوفیان	۴۷۹,۶۴۱/۰	۸۵۳,۲۳۸/۰	۳۴۱,۷۲۹/۰	۱۷/۶	۳۱/۲	۱۲/۵	۲/۸	۰/۶	۰/۵	۱۲/۱	۲۳/۰	۷۹/۸
صنایع سیمان غرب	۴۱۵,۹۰۰/۰	۶۶۱,۸۱۱/۰	۴۱۵,۳۲۴/۰	۲۴/۹	۳۹/۷	۲۴/۹	۱/۷	۰/۷	۰/۶	۲۳/۰	۳۵/۹	۸۷/۵
سیمان فارس	۱۵۰,۲۹۸/۰	۲۰۶,۶۰۵/۰	۱۵۹,۴۳۶/۰	۲۰/۰	۲۷/۵	۲۱/۲	۴/۳	۰/۷	۰/۴	۱۴/۴	۳۵/۳	-۱۴۱/۱
سیمان فارس و خوزستان	۴,۸۲۷,۰۲۵/۰	۶,۶۶۲,۱۹۸/۰	۳,۸۱۷,۹۶۷/۰	۲۶/۲	۳۶/۲	۲۰/۸	۱/۸	۰/۴	۰/۴	۱۱/۷	۳۱/۳	-۱۴۷/۳
سیمان سفید ارومیه	۲۵,۰۵۹/۰	۴۶,۹۷۷/۰	۸,۸۶۳/۰	۸/۲	۱۵/۴	۲/۹	۲/۶	۰/۱	۰/۲	۲/۵	۱۰/۲	-۱۰/۳

٦٦/٨	٤٩/٧	٤٠/٢	٠/٨	٣/٦	٢/٢	٤٤/٩	٤٩/٩	٣٧/٠	١,١٠١,٥٧٣/٠	١,٢٢٥,٥٦٣/٠	٩٠٧,٥٧٠/٠	سیمان فارس نو
١٤٤/٥	٥٩/٧	٣٠/١	٠/٥	٠/٧	١/٦	٣٥/٧	٣٧/٧	٣٣/٩	٤٠٢,٨٢٢/٠	٤٢٥,٦٩٠/٠	٣٨٢,١٤٩/٠	سیمان قاین
٦/٧	١/٤	٠/٢	٠/٢	٠/٢	١/٣	١/٩	١٧/٩	٣/١	٤,١٨٦/٠	٣٩,٣٢٥/٠	٦,٨٥٧/٠	سیمان لارستان
٦٦/١	٢٨/٨	٢٠/٠	٠/٧	١/٠	١/٧	٢٤/٦	٤٥/٢	٣٠/٩	٧٠٢,٧٦٤/٠	١,٢٩٠,٧٤٢/٠	٨٨٣,٣٦٩/٠	سیمان مازندران
٤١/٤	٤٥/١	٢٨/٣	٠/٦	٣/٩	١/٤	٤٤/٧	٥٣/٣	٣٨/٠	٦٣٦,٣٨٤/٢	٧٥٨,٦٥٨/٢	٥٤٠,٣٠٢/١	سیمان ممتازان کرمان
٦٠/٩	٤٣/٩	٢٦/٧	٠/٦	٠/٧	١/٢	٢٦/٥	٣٩/٧	٢٧/٣	١٣٩,٧٧٧/٠	٢٠٩,٣٣٦/٠	١٤٤,١١٤/٠	سیمان سفید نیریز
٥٦/٨	٣٣/٥	١٩/٣	٠/٦	٠/٩	١/٩	٢٤/٣	٢٥/٩	١٥/٠	٧٠٨,٢٦٨/٠	٧٥٧,٧٥٦/٠	٤٣٩,١٠٥/٠	سیمان هرمزگان
-٥٦/٧	٣٠/٧	٨/٩	٠/٣	٠/٣	١/٦	١٧/٣	٣٥/٩	٢٧/٦	٤٣٢,٠٢٤/٠	٨٩٤,٥٠٦/٠	٦٨٧,٦٤٣/٠	سیمان هگمتان
١٤٤/٦	١٩/٩	١٠/٣	٠/٥	٠/٧	١/٥	٢٧/٤	٣٥/٩	٢٧/٤	١,٨٥٠,٩١٨/٠	٢,٤٣٠,٣٥١/٠	١,٨٥٠,٩١٨/٠	سرمایه‌گذاری و توسعه صنایع سیمان
٠/١	-٥٩/٩	-٠/١	٠/٠	٠/٢	١/٥	-٠/١	٢٣/٠	٨/٠	-١,٤٢٩/٠	٢٣٨,١٩٥/٠	٨٢,٥٥٢/٠	سیمان ایلام
١٠١/٠	-٥٨/٢	-٥/٣	٠/١	٠/٣	٢/٥	-٦٠/١	١٢/٧	-٢١/٠	-٦٢٤,٦٨٧/٠	١٣١,٨١٨/٠	-٢١٧,٩٢٥/٠	مجتمع سیمان غرب آسیا
٣٤/٣	-٣١/٠	-٤/٢	٠/١	٠/٢	٢/٤	-٢٩/٤	-١٥/٩	-٣٤/٥	-٢٠٩,١٢٩/٠	-١١٢,٥٨٠/٠	-٢٤٤,٨٦٦/٠	سیمان کارون
-٨٦/٦	١٤/٦	٥/٢	٠/٤	٠/٣	١/٢	١٣/٠	٣٠/١	٢٢/٧	١٦٠,٥٣٩/٠	٣٧١,٨٤٩/٠	٢٨٠,٠٨٠/٠	سیمان کردستان
١٠٤/٧	٣٣/٣	٢٣/٣	٠/٧	١/١	٢/٠	٣٨/١	٣٧/٧	٣٠/٤	٦٨٠,٥٦٧/٠	٦٧٣,٣٧١/٠	٥٤٣,٤٩٠/٠	گروه صنایع سیمان کرمان
-٢٨/٣	-٢١/٩	-٨/٩	٠/٤	١/٣	٤/٣	-١٣/٥	٩/٦	-٤/٩	-٣١,٤٧١/٠	٢٢,٤٣٩/٠	-١١,٤٧٨/٠	فرآورده‌های سیمان شرق

مأخذ: صورت مالی‌های شرکت‌های تولیدکننده سیمان پذیرفته شده در بازار بورس و اوراق بهادار تهران، بر اساس آخرین صورت مالی حسابرسی شده

*شرکت‌های با صورت مالی منتهی به سال مالی اسفند ۱۳۹۷: سیمان داراب، سیمان ساوه، سیمان بهبهان، سیمان تهران، سیمان خزر، سیمان شاهرود، سیمان اصفهان، سیمان سفید ارومیه، سیمان

لارستان، سیمان ممتازان کرمان، سیمان خوزستان، سرمایه‌گذاری و توسعه صنایع سیمان، سیمان کارون و سیمان فارس

*شرکت‌های با صورت مالی منتهی به سال مالی دی ۱۳۹۷: سیمان ایلام و سیمان هگمتان

شرکت‌های با صورت مالی منتهی به سال مالی اردیبهشت ۱۳۹۸: سیمان فارس و خوزستان

*شرکت‌های با صورت مالی منتهی به سال مالی مرداد ۱۳۹۸: فرآورده‌های سیمان شرق

*شرکت‌های با صورت مالی منتهی به سال مالی شهریور ۱۳۹۸: سیمان لار، سیمان سپاهان، سیمان دشتستان، سیمان شرق و سیمان کردستان

*شرکت‌های با صورت مالی منتهی به سال مالی آبان ۱۳۹۸: سیمان هرمزگان

*شرکت‌های با صورت مالی منتهی به سال مالی آذر ۱۳۹۸: سیمان آرتا اردبیل، سیمان شمال، سیمان مازندران، مجتمع سیمان غرب آسیا و گروه صنایع سیمان کرمان

*شرکت‌های با صورت مالی منتهی به سال مالی اسفند ۱۳۹۸: سیمان ارومیه، سیمان بجنورد، سیمان خاش، سیمان دورود، کارخانجات سیمان صوفیان، صنایع سیمان غرب، سیمان فارس نو، سیمان

قاین و سیمان سفید نیریز

۳-۵ تجارت بین‌المللی صنعت سیمان

حجم و ارزش صادرات سیمان و کلینکر و سهم آن از صادرات غیرنفتی و کل صادرات کشور طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ در جدول ۱۳ نشان داده شده است. همچنین ارزش صادرات سیمان و کلینکر در بازه زمانی مذکور در نمودار ۸ ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، سهم ارزشی صادرات سیمان و کلینکر از مجموع صادرات غیرنفتی از سال ۱۳۹۳ به بعد در حال کاهش بوده و از ۲/۶ درصد در سال ۱۳۹۳ به ۱/۰ درصد در سال ۱۳۹۷ افت کرده است. در همین دوره زمانی، حجم صادرات سیمان و کلینکر از ۱۷/۴ میلیون تن در سال ۱۳۹۳ به ۱۱/۰ میلیون تن در سال ۱۳۹۷ کاهش یافته است. از جمله دلایل کاهش صادرات، وضع تعرفه‌های تجاری جدید در کشور عراق در راستای محدود نمودن واردات بوده که پیش‌تر در حدود ۶۰ درصد از سیمان و کلینکر خود را از ایران وارد می‌کرد. همچنین در این سال‌ها، کشور آذربایجان تا حدودی به مراحل خودکفایی رسید و کارخانه‌هایی را احداث و بهره‌برداری نمود. در نتیجه، با از دست دادن مقاصد صادراتی چندین ساله، بازاریابی جدید به زمان احتیاج داشت و همچنین با سرعت کمی صورت می‌گرفت، لذا صادرات در سال‌های پس از ۱۳۹۳ کاهش یافت. به علاوه، از جمله دلایل کاهش صادرات سیمان و کلینکر در سال‌های اخیر، تحریم‌های بین‌المللی، افزایش چشمگیر هزینه‌های حمل و نقل و اعمال محدودیت واردات سیمان از سوی کشورهای همسایه با هدف رشد صنعت سیمان در آنها بوده است. با این وجود، صادرات صنعت سیمان در سال ۱۳۹۸ در حدود ۱۷ میلیون تن بوده است.^{۲۶} ازبکستان در این سال واردات سیمان خود از ایران را به میزان ۸۴/۶ درصد نسبت به سال قبل افزایش و واردات از سایر کشورها را به میزان ۶/۸ درصد کاهش داده است.

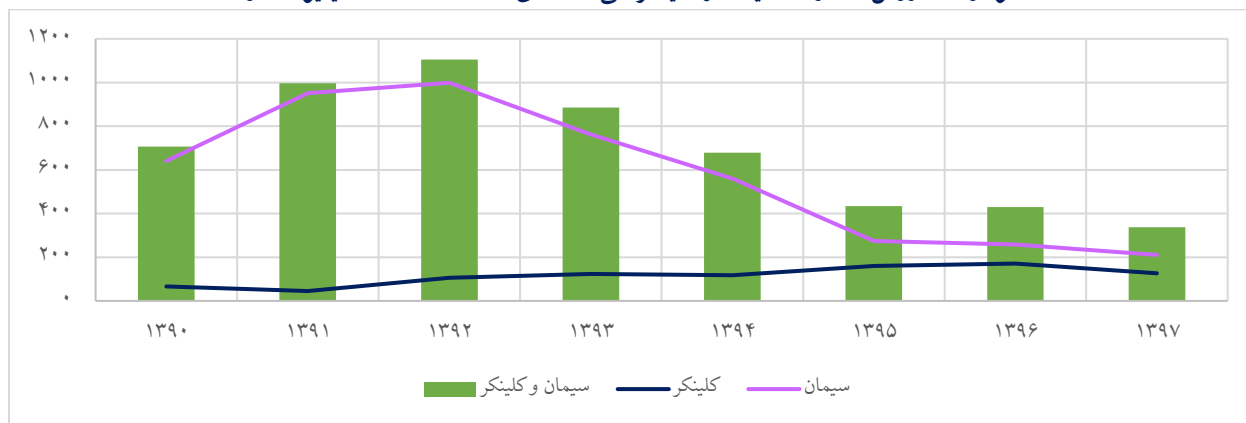
جدول ۱۳ - حجم و ارزش صادرات سیمان و کلینکر و سهم آن از صادرات غیرنفتی و کل صادرات کشور

سال	صادرات سیمان و کلینکر (هزار تن)	رشد مقدار صادرات (درصد)	ارزش دلاری صادرات سیمان و کلینکر (میلیون دلار)	سهم ارزشی صادرات سیمان و کلینکر از صادرات غیرنفتی (درصد)	سهم ارزشی صادرات سیمان و کلینکر از صادرات کل کشور (درصد)
۱۳۹۰	۹,۶۵۷/۸	-	۷۰۶/۲	۲/۶	۲/۱
۱۳۹۱	۱۲,۶۳۵/۹	۳۰/۸	۹۹۶/۴	۳/۴	۳/۱
۱۳۹۲	۱۶,۹۶۶/۶	۳۴/۳	۱,۱۰۵/۲	۳/۹	۳/۵
۱۳۹۳	۱۷,۴۰۹/۸	۲/۶	۸۸۵/۵	۲/۶	۲/۴
۱۳۹۴	۱۲,۶۸۶/۱	-۲۷/۱	۶۷۸/۷	۲/۲	۲/۱
۱۳۹۵	۱۲,۷۹۸/۵	۰/۹	۴۳۳/۹	۱/۵	۱/۰
۱۳۹۶	۱۲,۶۵۶/۶	-۱/۱	۴۲۹/۹	۱/۳	۰/۹
۱۳۹۷	۱۰,۹۷۹/۶	-۱۳/۲	۳۳۷/۵	۱/۰	۰/۹

مآخذ: اطلاعات موجود در سایت گمرک جمهوری اسلامی ایران

^{۲۶} اقتصاد آن‌لاین به نقل از عبدالرضا شیخان، دبیر انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان، خرداد ۱۳۹۹، کد خبر: ۴۴۴۲۰۰

نمودار ۸- ارزش صادرات سیمان و کلینکر طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ (میلیون دلار)



مأخذ: اطلاعات موجود در سایت گمرک جمهوری اسلامی ایران

مداخله دولت در قیمت‌گذاری دستوری برای محصولات سیمانی، توازن عرضه و تقاضای سیمان در کشور را برهم زده و کشور را با مشکل مازاد تولید و عرضه همراه کرده است. بنابراین، شرکت‌های سیمانی در صدد صادرات محصولات خود به قیمت‌های پایین بوده‌اند. همچنین، فاصله گرفتن از قیمت بازار سودآوری کارخانجات سیمانی را مؤثر واقع کرده و انگیزه سرمایه‌گذاران را برای سرمایه‌گذاری کاهش می‌دهد. در نتیجه، با کنار رفتن مداخلات دولت و آزاد شدن قیمت‌های محصولات و شفاف شدن آنها در بازار، مازاد عرضه‌ای وجود نخواهد داشت که با بهای پایین به سایر کشورها صادر شود. از طرفی، یارانه انرژی تخصیصی برای تولید سیمان و همچنین یارانه حمل‌ونقل آن با صادرات این محصول به بهای کم نادیده گرفته شده و از بین می‌رود. لذا، تصحیح قیمت‌های حامل‌های انرژی نیز ضروری بوده و قیمت‌های نسبی صحیح را سبب می‌شود. همچنین عرضه سیمان در رینگ صادراتی بورس کالا یکی از راهکارهایی بوده که به منظور شفافیت در قیمت‌ها و ممانعت از ورود واسطه‌ها در اسفند ۱۳۹۸ توسط کارگروه تنظیم بازار در خصوص ساماندهی صادرات سیمان اتخاذ شد ولی با تصمیم وزارت صنعت، معدن و تجارت به دلیل شیوع بیماری کرونا و بسته بودن مرزها به صورت موقتی لغو شد.^{۲۷} عرضه محصولات سیمانی در بورس کالا بهای آنها را به قیمت‌های بازار نزدیک‌تر می‌کند و همچنین توسعه و تعمیق بورس کالا و مکانیزم‌های راهبردی آن سبب می‌شود که معاملات خارج از این بازار برای متقاضیان صرفه اقتصادی نداشته باشد. لازم به ذکر است اصلاح قیمت‌های حامل‌های انرژی و مواد اولیه مصرفی لازمه رسیدن به چنین هدفی است.

جدول ۱۴ حجم و ارزش واردات سیمان و کلینکر را طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود حجم صادرات و واردات سیمان و کلینکر ناچیز و تنها تحت شرایط خاص و یا نیاز به نوع خاص سیمان بوده و یا واردات آجر نسوز بوده که با عنوان سیمان و کلینکر در اداره اطلاعات گمرک ثبت شده است. زیرا با وجود قیمت‌های بسیار پایین سیمان در کشور در مقایسه با قیمت‌های جهانی، واردات این محصول صرفه اقتصادی ندارد.

^{۲۷} بورس پرس، اردیبهشت ۱۳۹۹، کد خبر: ۱۵۳۳۳۴

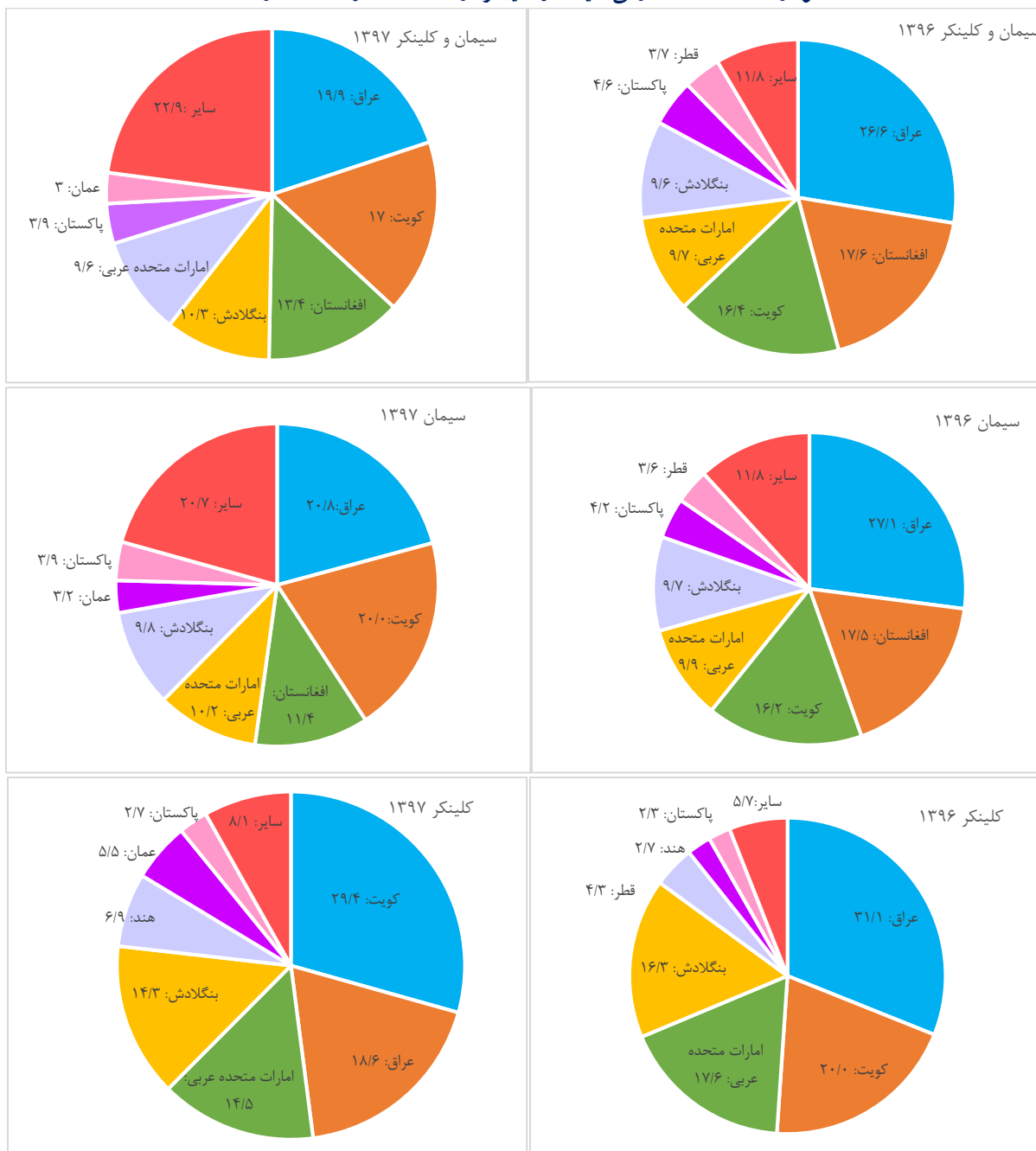
جدول ۱۴ - حجم و ارزش واردات سیمان و کلینکر طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷

سال	سیمان			کلینکر		
	وزن (هزار تن)	دلار (میلیون دلار)	ریال (میلیارد ریال)	وزن (تن)	دلار (هزار دلار)	ریال (میلیون ریال)
۱۳۹۰	۷/۳	۶/۵	۷۱/۷	۱۰۷/۵	۱۹۵/۲	۲,۰۷۹/۶
۱۳۹۱	۷/۳	۶/۶	۱۱۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۱۳۹۲	۹/۴	۸/۴	۲۰۸/۸	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۱۳۹۳	۸/۳	۷/۲	۱۸۹/۲	۰/۱	۰/۳	۸/۲
۱۳۹۴	۶/۱	۴/۸	۱۴۱/۸	۱۲۹/۰	۵/۶	۱۶۳/۶
۱۳۹۵	۶/۴	۴/۷	۱۴۶/۲	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۱۳۹۶	۱۱/۸	۸/۷	۲۹۷/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۱۳۹۷	۵/۱	۴/۳	۱۷۹/۳	۰/۰	۰/۰	۰/۰

مأخذ: اطلاعات موجود در سایت گمرک جمهوری اسلامی ایران

ایران در سال ۱۳۹۷، به ۴۸ کشور سیمان صادر کرده است. در همین سال، در حدود ۷۰ درصد صادرات سیمان به کشورهای عراق، کویت، افغانستان، بنگلادش و امارات متحده عربی بوده است. در سال ۱۳۹۳ بیش از ۹۰ درصد صادرات سیمان به شش کشور عراق، آذربایجان، افغانستان، عربستان سعودی، روسیه و کویت بوده، در حالیکه در سال ۱۳۹۷ ده کشور بزرگ واردکننده سیمان از ایران ۸۵ درصد از کل صادرات سیمان ایران را دربرداشته‌اند. به عبارت دیگر، عدم وابستگی صادرات سیمان ایران به تعداد محدودی از کشورها، ریسک ناشی از تغییرات سیاست‌های تجاری در مقاصد صادراتی را کاهش داده است. در سال ۱۳۹۷، بزرگترین مقصد صادراتی سیمان ایران عراق بوده و سهم آن از کل صادرات وزنی سیمان و کلینکر در حدود ۱۹/۹ درصد برآورد شده است. این در حالی است که مقدار فوق سال ۱۳۹۴ معادل ۵۰/۶ درصد بوده که نشان از کاهش آن در سال‌های اخیر دارد. نمودار ۹ سهم کشورهای مختلف واردکننده سیمان و کلینکر را در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ نشان می‌دهد.

نمودار ۹ - مقاصد صادراتی سیمان و کلینکر در سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ (درصد)



مأخذ: اطلاعات موجود در سایت گمرک جمهوری اسلامی ایران

۶ - ساختار صنعت و بازار آن

جدول ۱۵ اطلاعات مربوط به هلدینگ‌های صنعت سیمان را نشان می‌دهد. شکل ۳ نیز مالکیت شرکت‌های تولیدکننده سیمان که در بازار بورس و اوراق بهادر تهران فعال هستند را ارائه می‌دهد.

جدول ۱۵ - هلدینگ‌های صنعت سیمان و تعداد کارخانه‌ها، تعداد خط تولید، حجم تولید و مالکیت عمده آنها

نام هلدینگ	تعداد کارخانه	تعداد خط تولید	تولید (هزار تن در روز)	تولید (میلیون تن در سال)	مالکیت عمده
بخش خصوصی	۳۳	۲۹	۷۹/۶	۲۱/۰	بخش خصوصی
فارس و خوزستان	۱۹	۳۰	۷۱/۷	۱۹/۰	سازمان تأمین اجتماعی
سیمان تهران	۶	۹	۲۹/۲	۹/۰	بنیاد مستضعفان
غدیر	۵	۷	۱۷/۷	۷/۰	خصوصی
اسپندار - خصوصی	۵	۵	۱۵/۶	۵/۰	بخش خصوصی و بخش خارجی
سیدکو	۳	۵	۱۳/۵	۵/۰	بانک ملی ایران
سهام عدالت	۲	۲	۶/۶	۲/۰	دولت
سرمایه‌گذاری امید	۱	۲	۶/۰	۲/۰	سرمایه‌گذاری امید
خیریه همدانیان	۱	۳	۳/۳	۱/۰	خیریه همدانیان
بنیاد مسکن	۱	۱	۳/۳	۱/۰	بنیاد مسکن

مأخذ: سایت <http://www.irancement.com> ، بهمن ۱۳۹۷

۷- شاخص‌های اقتصادی صنعت سیمان

در سال ۱۳۹۵، تعداد کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک در کشور ۲۳۸ بوده و این مقدار در سال ۱۳۹۴ برابر با ۱۷۴ بوده است. اطلاعات مربوط به مصرف انرژی و آب، ارزش افزوده، ارزش تولید و تشکیل سرمایه در این کارگاه‌ها از مرکز آمار ایران قابل استخراج می‌باشد.^{۲۸}

در سال ۱۳۹۴، در حدود ۶۳/۷ درصد از انرژی مصرفی در کارگاه‌های صنعتی تولیدکننده سیمان، گچ و آهک به انرژی حرارتی تعلق داشته است. همچنین در همین سال، سهم انرژی الکتریکی مصرفی از مصرف کل انرژی در این کارگاه‌ها در حدود ۳۶/۳ درصد بوده است. جدول ۱۶ سهم اقلام انرژی و آب مصرفی در کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک و مجموع کارگاه‌های صنعتی را در سال ۱۳۹۴ نشان می‌دهد.

جدول ۱۶- سهم اقلام انرژی و آب مصرفی در کارگاه‌های صنعتی و کارگاه‌های تولیدکننده سیمان، گچ و آهک در سال ۱۳۹۴

انرژی و آب کارگاه‌های صنعتی	ارزش کل انرژی (میلیون ریال)	ارزش انرژی حرارتی (میلیون ریال)	سهم انرژی حرارتی از انرژی کل (درصد)	ارزش انرژی الکتریکی (میلیون ریال)	سهم انرژی از الکتریکی از انرژی کل (درصد)	ارزش آب (میلیون ریال)
تولید سیمان، گچ و آهک	۱۰,۲۹۹,۰۵۷/۰	۶,۵۵۷,۸۲۱/۰	۶۳/۷	۳,۷۴۱,۲۳۶/۰	۳۶/۳	۶۱,۱۵۴/۰
کارگاه‌های صنعتی	۱۰۳,۳۲۰,۳۸۸/۰	۴۹,۳۶۱,۰۸۹/۰	۴۷/۸	۵۳,۹۵۹,۲۹۹/۰	۵۲/۲	۵,۱۲۸,۸۹۰/۰

مأخذ: مرکز آمار ایران

همانطور که در جدول ۱۷ نشان داده شده است، ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک در سال ۱۳۹۵ در حدود ۴۱/۴ هزار میلیارد ریال برآورد شده است که نسبت به سال قبل از آن در حدود ۲۶/۶ درصد رشد داشته است.

جدول ۱۷- ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک و مجموع کارگاه‌های صنعتی

سال	ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی (میلیون ریال)	ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک (میلیون ریال)	نسبت ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک به ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی (درصد)
۱۳۹۴	۱,۱۷۶,۳۳۱,۰۵۴/۰	۳۲,۷۲۶,۵۵۰/۰	۲/۸
۱۳۹۵	۱,۷۵۴,۳۹۵,۳۱۰/۰	۴۱,۴۲۰,۱۵۸/۰	۲/۴

مأخذ: مرکز آمار ایران

ارزش تولید محصولات سیمان، گچ و آهک در سال ۱۳۹۴ برابر با ۶۰/۷ هزار میلیارد ریال بوده است. تشکیل سرمایه در این صنعت نیز در سال ۱۳۹۵ برابر با ۷/۳ هزار میلیارد ریال برآورد شده است. جدول ۱۸ نشان‌دهنده سهم کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک از ارزش افزوده و تشکیل سرمایه کارگاه‌های صنعتی در سال ۱۳۹۵ می‌باشد.

^{۲۸} اطلاعات فوق بر مبنای به‌روزترین گزارش موجود در مرکز آمار ارائه شده است که در برخی موارد گزارش موجود مختص به سال ۱۳۹۴ می‌باشد.

جدول ۱۸ - سهم کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک از ارزش افزوده، ارزش تولید و تشکیل سرمایه کارگاه‌های صنعتی در سال ۱۳۹۵ (درصد)

سهم کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک از ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی	سهم کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک از ارزش تولید کارگاه‌های صنعتی	سهم کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک از تشکیل سرمایه کارگاه‌های صنعتی
۲/۴	۱/۵	۳/۱

مأخذ: مرکز آمار ایران

تعداد شاغلان کارگاه‌های صنعتی در سال ۱۳۹۵ در حدود ۱,۷۸۸,۶۵۱ نفر بوده که ۱/۹ درصد آنها در کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک مشغول به کار بوده‌اند. این نسبت در سال ۱۳۹۴ در حدود ۲/۴ درصد برآورد شده است. جدول ۱۹ تعداد شاغلان کارگاه‌های صنعتی و کارگاه‌های تولید سیمان، گچ و آهک را نشان می‌دهد. رشد شاغلان کارگاه‌های صنعتی در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال قبل از آن در حدود ۴۲/۱ درصد بوده و این مقدار برای شاغلان کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک تقریباً ۱۲/۷ درصد برآورد شده است. جدول ۲۰ نیز درصد اشتغال در کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک و مجموع کارگاه‌های صنعتی را به ازای یک میلیون ریال تشکیل سرمایه^{۲۹} نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود در سال ۱۳۹۵ این مقدار برای کارگاه‌های صنعتی و کارگاه‌های تولید سیمان، گچ و آهک به ترتیب ۰/۵ درصد و ۰/۴ درصد بوده است. همچنین مقدار فوق برای کارگاه‌های صنعتی تولید آهن و فولاد پایه در حدود ۰/۲ درصد بوده است. بنابراین، در سال ۱۳۹۵، کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک به ازای هر واحد سرمایه بکارگرفته شده اشتغال بیشتری را نسبت به کارگاه‌های صنعتی تولید آهن و فولاد ایجاد کرده‌اند.

جدول ۱۹ - تعداد شاغلان کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک و مجموع کارگاه‌های صنعتی

سال	تعداد شاغلان کارگاه‌های صنعتی	تعداد شاغلان کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک	نسبت شاغلان کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک به شاغلان کارگاه‌های صنعتی (درصد)
۱۳۹۴	۱,۲۵۸,۴۱۴	۳۰,۲۳۹	۲/۴
۱۳۹۵	۱,۷۸۸,۶۵۱	۳۴,۰۹۱	۱/۹

مأخذ: مرکز آمار ایران

جدول ۲۰ - اشتغال در کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک و مجموع کارگاه‌های صنعتی به ازای یک میلیون ریال تشکیل سرمایه در سال ۱۳۹۵ (درصد)

اشتغال به تشکیل سرمایه در کارگاه‌های صنعتی تولید سیمان، گچ و آهک	اشتغال به تشکیل سرمایه در کارگاه‌های صنعتی
۰/۴	۰/۵

مأخذ: مرکز آمار ایران

۸ - قیمت‌گذاری سیمان

در سال ۱۳۷۱، به کارخانه‌های سیمان اجازه داده شد که تولید مازاد بر ۸۰ درصد ظرفیت خود را با قیمت آزاد بفروشند. از اسفند سال ۱۳۷۳ قیمت‌گذاری سیمان به عهده شورای اقتصاد گذاشته شد. در سال ۱۳۷۷، با مسئولیت و نظارت وزارت صنایع و معادن و با تعیین سقف، قیمت آزاد اعلام شد. در سال ۱۳۸۰، مطابق تصویب‌نامه شماره ۶۹۵۴/ت۲۲۵۰۵ ه هیئت وزیران، سیمان در بخش دوم گروه اول سبب حمایتی قرار گرفت و در اسفند ۱۳۸۱ نیز توافق‌نامه‌ای ۱۴ ماده‌ای میان دو وزارتخانه بازرگانی و صنایع و معادن تحت عنوان طرح جامع سیمان به تصویب رسید و تا پایان سال ۱۳۸۳ اجرا و نهایتاً با تصویب مصوبه‌ای به شماره ۷۳۵۸۵/ت۳۲۴۱۶ توسط هیئت وزیران در سال ۱۳۸۳، سیمان از سبب حمایتی خارج شد، اما با توجه به مشکلات ایجاد شده در

^{۲۹} تشکیل سرمایه مجموع تشکیل سرمایه ثابت و ارزش تغییرات موجودی انبار می‌باشد.

نحوه توزیع سیمان، در سال ۱۳۸۴ به موجب مصوبه‌ای به شماره ۳۸۷۶۰/ت/۳۹۹۰۰۷ با لغو مصوبه ۷۳۵۸۵/ت/۳۲۴۱۶، سیمان مجدداً در اقلام سبب حمایتی قرار گرفت و اجرای طرح جامع سیمان تداوم یافت و این کالا مشمول ضوابط توزیع و قیمت‌گذاری شد. در تیر ماه سال ۱۳۸۷ هیئت وزیران با توجه به تعهد کارخانه‌ها مبنی بر حفظ قیمت سیمان تیپ یک تا سقف ۶۵۰ هزار ریال به ازاء هر تن، این کالا را از سبب حمایتی خارج کرد و وزارت بازرگانی با همکاری وزارت صنایع و معادن و انجمن صنفی کارفرمایان سیمان موظف به نظارت و اتخاذ تصمیم لازم بر اجرای تصویب‌نامه مذکور شدند.

از سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۰ مرجع رسمی قیمت‌گذاری سیمان دولت بود تا این که در اردیبهشت ۱۳۹۲، در پی انعقاد تفاهم‌نامه‌ای میان انجمن صنفی کارفرمایان سیمان و وزارت صنعت، بخشی از سیاست‌گذاری، مدیریت و راهبری تنظیم بازار داخلی، خدمات و تصدی‌های صادرات سیمان کشور به انجمن صنفی سیمان به نمایندگی از تولیدکنندگان و صادرکنندگان سیمان کشور واگذار شد. طی این تفاهم‌نامه انجمن مزبور وظیفه اتخاذ تدابیر لازم در راستای مدیریت و تدوین استراتژی و ارائه برنامه تأمین، توزیع و تنظیم بازار داخلی سیمان و کلینکر در سطح ملی و منطقه‌ای و صادرات سیمان و کلینکر در راستای سیاست‌ها و برنامه‌های وزارت صنعت، معدن و تجارت با منظور کردن اهداف کلان این بخش و همچنین وظیفه ایجاد طرح‌های توسعه‌ای و ظرفیت‌های جدید تولید متناسب با جایگاه صنعت سیمان کشور در منطقه و جهان در دوره‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت بر اساس مزیت‌های جغرافیایی تولید و الگوی تقاضای داخلی و صادراتی را بر عهده داشت. همچنین انجمن صنفی مجاز بود بر حسب ضرورت با توجه به هزینه‌های مترتب و در نظر داشتن شرایط رقابتی و ایجاد تعادل و مدیریت در بازارهای داخلی، نسبت به تعیین و ابلاغ قیمت فروش (درب کارخانه) انواع سیمان و کلینکر به صورت ملی و منطقه‌ای بدون وارد شدن شوک شدید به بازار اقدام کند. همچنین در صورت بروز هر گونه مشکل کمبود و نوسانات غیرمنطقی قیمت در بازار سیمان در استان‌های کشور، انجمن مربوطه باید با هماهنگی کارخانه‌های سیمان نسبت به رفع مشکل در کوتاه‌ترین زمان اقدام می‌کرد. علاوه بر این، همکاری در تعیین قیمت‌های پایه فروش صادراتی در مرزهای خروجی و نظارت بر نحوه رعایت قیمت‌ها در سطح بازارهای صادراتی به تفکیک بازارهای هدف و اتخاذ تدابیر لازم برای حفظ و صیانت از منافع ملی کشور و همچنین منافع شرکت‌ها و بنگاه‌های تولیدی در راستای جلوگیری و پرهیز از هرگونه رفتار ساختارشکن و مخرب در بازارهای صادراتی هدف و ارائه گزارش‌های دوره‌ای در این خصوص از جمله وظایف انجمن صنفی کارفرمایان سیمان محسوب می‌شد. با توجه به این تفاهم‌نامه انجمن ملزم بود با اتخاذ تدابیر لازم و اعمال نظارت بر صادرات سیمان و پایش بازار در صورت بروز هر گونه مشکل برای بازار داخلی در هر یک از مناطق کشور، با بهره‌گیری از ظرفیت‌های موجود سیمان با اولویت قرار دادن بازار داخلی با هماهنگی اتحادیه کشوری صنف فروشندگان مصالح ساختمانی نسبت به مدیریت صادرات سیمان اقدام کند. این رویه تا اواسط تیر ۱۳۹۴ ادامه یافت تا اینکه بر اساس مصوبه هدفمندی یارانه‌ها در ۲۰ تیر ۱۳۹۴ و ابلاغ آن در ۲۰ مرداد ۱۳۹۴ به انجمن صنفی سیمان، سیمان در رده سایر کالاها قرار گرفت که بر این اساس شامل قیمت‌گذاری نمی‌شود. به عبارتی بعد از ۲۰ مرداد ۱۳۹۴ قیمت سیمان بر اساس عرضه و تقاضا و به صورت کارخانه‌ای و بنا به شرایط منطقه تعیین می‌شود. بر اساس مصوبه مذکور دیگر انجمن صنفی سیمان دخالتی در امر قیمت‌گذاری ندارد بلکه تنها کارخانه‌ها تعدیل قیمت را به انجمن اعلام می‌کنند. در حال حاضر، قیمت‌گذاری سیمان بر مبنای روش Cost-Plus صورت می‌گیرد. به این معنی که وزارت صنعت، معدن و تجارت بر مبنای هزینه‌های تمام شده کارخانجات سیمان و قیمت‌های پیشنهادی انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان، درصدی را به عنوان سود در نظر گرفته و قیمت‌های انواع سیمان را به صورت دستوری تعیین می‌کند. در این راستا سامانه‌ای به عنوان ثبت شکایات به دلیل تخطی از قیمت‌های تعیین شده نیز در اداره حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان تعبیه شد. با این حال وزارت صنعت، معدن و تجارت این ادعا را هم داشته که تولیدکنندگان سیمانی می‌توانند بر مبنای عرضه و تقاضا و کشش موجود در بازار محصولات خود را به فروش رسانند که با فرایند تعیین قیمت توضیح داده شده در تضاد است. همانطور که در بیش از چهار دهه مشاهده می‌شود، این نوع از کنترل‌ها و قواعد تنظیم‌گری دولت ناکارا و برخلاف منطق اقتصادی بوده است.

فقدان یک نظام قیمت‌گذاری شفاف بر پایه تعادل عرضه و تقاضا در کشور سبب فاصله گرفتن قیمت‌های نسبی کالاها از مقادیر صحیح و واقعی آنها شده است. به طور مثال در صنعت سیمان، بروز مشکلاتی نظیر مازاد عرضه، صادرات به بهای پایین، عدم توجه به اقتصادی بودن طرح‌ها و حضور واسطه‌های متعدد نتیجه قیمت‌گذاری دستوری بوده است. به بیانی دیگر، اصلاح قیمت مواد اولیه و حامل‌های انرژی و در پی آن، کشف قیمت محصولات در نظام بازار از تعادل عرضه و تقاضا امری ضروری است. در این صورت است که کلیه آحاد اقتصادی اطلاعات صحیحی راجع به هزینه و فرصت هر گونه فعالیت اقتصادی کسب خواهند کرد. بنابراین، تخصیص منابع در حالت بهینه قرار گرفته و بهره‌وری ارتقا خواهد یافت. اما، در صورتی که فرآیند قیمت‌گذاری با مداخله و بر اساس صلاحدید سیاست‌گذار همراه باشد و در نتیجه به صورت دستوری تعیین شود، مشکلات متعددی در پی این اقدام رخ خواهد داد که از کنترل و نظارت سیاست‌گذار خارج است. به بیان دقیق‌تر، سیاست‌گذار با در اختیار قرار دادن اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم‌گیری برای تولید یا مصرف به عرضه‌کنندگان و متقاضیان، موظف به ایجاد فضای رقابتی و هموارسازی مسیر تخصیص بهینه منابع و بهبود بهره‌وری می‌باشد. به عنوان مثال، عرضه محصولات در بورس کالا یکی از راهکارهایی بوده که کشف قیمت کالاها را بهینه‌تر کرده و همچنین توسعه و تعمیق این بازار اهمیت بسیاری در بهبود فرآیند قیمت‌گذاری خواهد داشت.

۹- جمع‌بندی

تولید جهانی سیمان در سال ۲۰۱۹ معادل با ۴/۲ میلیارد تن برآورد شده و چین با تولید ۲/۲ میلیارد تن بزرگترین تولیدکننده این کالا در جهان بوده است. ایران در این سال با تولید ۶۰ میلیون تن سیمان در جایگاه هفتم بزرگترین تولیدکنندگان جهان قرار گرفته است. در حدود ۷۴ کارخانه تولید سیمان در کشور فعالیت می‌کنند که مجموع ظرفیت آنها ۸۶ میلیون تن می‌باشد. تولید ۹۳ میلیون تن سیمان در افق ۱۴۰۰ توسط وزارت صنعت، معدن و تجارت هدف‌گذاری شده است.

با بهره‌برداری از طرح‌های سیمانی در سال‌های اخیر، ظرفیت تولید سیمان از میزان تقاضا و مصرف بازارهای داخلی و صادراتی فراتر رفته و این عدم تناسب بین ظرفیت تولید و مصرف بازارهای در دسترس حاکی از عدم بررسی دقیق و آینده‌نگری صنعت سیمان در کشور بوده و نیاز به بازنگری مجدد طرح‌ها دارد. همچنین، در نظر گرفتن بازارهای صادراتی و محدود نبودن صادرات سیمان تنها به یک کشور، نیاز به بررسی شرایط این صنعت از منظر اقتصادی در کشورهای همسایه دارد. به عنوان مثال، در سال‌های گذشته حجم قابل توجهی از سیمان صادراتی کشور به عراق صورت گرفته و وضع قوانین جدید داخلی برای این کشور، کاهش واردات این محصول را به همراه داشته و منجر به بروز مشکلاتی نظیر صادرات سیمان به بهای پایین‌تر به سایر مقاصد صادراتی شده است. لذا، متعدد بودن مقاصد صادراتی سیمان از بروز شوک‌هایی از این دست در بازار مصرف جلوگیری خواهد کرد. از طرفی سیاست‌گذاری صحیح دولت می‌تواند منجر به عدم تمرکز کارخانجات سیمان در مجاورت با تعداد محدودی از مقاصد صادراتی شده و در نتیجه دسترسی به هدف فوق هزینه‌های حمل‌ونقل را کمتر می‌کند.

استفاده از ضایعات و پسماندهای جامد به عنوان سوخت در صنعت سیمان مزایایی از قبیل کاهش نشر گازهای گلخانه‌ای، کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و حذف هزینه دفن پسماندها را به همراه دارد. تحقیق و توسعه برای استفاده از این سوخت جایگزین در ایران به دلیل هزینه‌های پایین حامل‌های انرژی به صرفه نبوده و ترجیح تولیدکنندگان سیمان استفاده از سوخت‌های فسیلی می‌باشد. بنابراین، اصلاح قیمت‌های حامل‌های انرژی نه تنها موجب اصلاح قیمت‌های نسبی در سایر صنایع می‌شود، مصرف انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی را در صنعت سیمان کاهش داده و تولیدکنندگان را به استفاده از سوخت‌های جایگزین نظیر پسماندهای شهری سوق می‌دهد. همچنین، اتخاذ سیاست‌هایی برای جریمه نمودن کارخانه‌هایی که استانداردهای زیست‌محیطی را رعایت نکرده و با انتشار حجم زیادی از گازهای گلخانه‌ای از محدوده مشخص شده تخطی نموده‌اند، کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی را در پی خواهد داشت. کارخانه‌های تولید سیمان نیز از جمله صنایع پرمصرف انرژی بوده و در پی اعمال سیاست‌های فوق، اقداماتی که توجیه اقتصادی ندارند را کنار خواهند گذاشت.

مجاورت کارخانجات سیمان به مواد اولیه و بازار مصرف عامل مهمی در کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل بوده و سبب سودآوری آنها می‌شود. اما، عدم توجه و لحاظ این عامل در امکان‌سنجی طرح‌های سیمانی، بهینگی کارخانجات این صنعت را کاهش داده است، به طوری که توجیه اقتصادی برخی از کارخانه‌های تولید سیمان متکی به یارانه انرژی و پایین بودن بهای گاز طبیعی و مواد معدنی اولیه بوده است.

حضور واسطه‌ها در چرخه عرضه سیمان به همراه نقدینگی پایین کارخانجات سیمان و مازاد عرضه آن در این صنعت منجر به فروش حجم بالای سیمان با قیمت‌های توافقی به واسطه‌ها شده است. قیمت‌گذاری دستوری در تعیین بهای مواد اولیه و حامل‌های انرژی و همچنین محصولات سیمانی در این صنعت منجر به بروز مشکلاتی از این دست شده که تنها با کشف قیمت بر مبنای تعادل عرضه و تقاضا اصلاح خواهد شد.

ناوگان حمل‌ونقل جاده‌ای ترانزیتی کشور متناسب با اهداف تعیین شده در برنامه راهبردی بخش صنعت توسعه نیافته است. تحقق هدف صادرات ۳۲ میلیون تن سیمان به کشورهای منطقه و کسب رتبه اول صادراتی در جهان در افق ۱۴۰۴ هدف تعیین شده از سوی وزارت صنعت، معدن و تجارت بوده که باید با توسعه حمل‌ونقل کشور همراه می‌باشد.

تحریم‌های بین‌المللی در سال‌های اخیر، افزایش نرخ ارز را در پی داشته که با در نظر گرفتن نرخ‌های فوق توجیه طرح‌های در دست احداث اقتصادی نبوده و منجر به متوقف شدن برخی از آنها شده است. در واقع، آن دسته از طرح‌هایی که در فراهم نمودن بخشی از تجهیزات خود نیازمند ارز هستند با مشکلات متعددی مواجه شدند. از طرفی صادرات سیمان با قیمت‌های پایین صورت گرفته و میزان ارزآوری این صنعت پایین بوده است، بنابراین، هزینه‌های ارزی این صنعت می‌بایست از سایر بخش‌ها تأمین شود. مجموع این عوامل رقابت منفی بین تولیدکنندگان این صنعت را به همراه داشته است.

در مجموع، سیاست‌های نادرستی که در تعیین قیمت‌های نسبی و ارزش گمرکی محصولات توسط وزارت صنعت، معدن و تجارت و سایر سازمان‌های مربوطه اتخاذ می‌شود، تأثیر مهمی در ایجاد واسطه‌گری، مشکلات مربوط به صادرات، کاهش سودآوری شرکت‌های تولیدکننده و ایجاد فضای رقابتی مخرب در این بازار دارند، لذا، نیاز به بازنگری اهداف در افق کوتاه‌مدت و بلندمدت و اتخاذ سیاست‌های مناسب و همچنین ایجاد مسیر هموار برای تحقق آنها می‌باشد.

۱۰ - پیوست‌ها:

۱-۱۰ پیوست اول: فرآیندهای تولید سیمان

۱-۱-۱۰ انتخاب محل احداث کارخانه

اولین مرحله برای تولید سیمان انتخاب محل مناسب برای کارخانه است. در انتخاب محل کارخانه در نظر گرفتن چند نکته ضروری است:

- ۱) کارخانه به معادن مواد اولیه (سنگ آهک و خاک رس) نزدیک باشد.
- ۲) ظرفیت معادن مواد اولیه پاسخگوی نیاز دراز مدت کارخانه باشند.
- ۳) کیفیت مواد اولیه در حد قابل قبولی باشد.
- ۴) کارخانه به قطب‌های مصرف‌های نزدیک باشد.

بندهای اول و چهارم به هزینه حمل و نقل در صنعت سیمان مربوط می‌شوند. از آنجا که هزینه حمل مواد اولیه به کارخانه و هزینه حمل سیمان تولیدی به قطب‌های مصرف بسیار زیاد است، محل کارخانه باید به نحوی باشد که هر دو مسافت کمینه شوند. بندهای دوم و سوم نیز به انتخاب معادن مناسب برای عرضه تولیدات کارخانه مربوط می‌شوند. یک معدن مناسب باید اولاً از نظر کیفیت دارای مواد اولیه قابل قبولی باشد و ثانیاً از نظر کمیت بتواند حداقل حدود ۱۰۰ سال مواد اولیه کارخانه را تأمین کند. در غیر این صورت ممکن است ساخت کارخانه از نظر اقتصادی به صرفه نباشد. از آنجا که در ایران بیشتر سنگ‌های آهکی به صورت رسوبی در کوه‌ها قرار دارند و در دشت‌های مجاور این کوه‌ها معادن خاک رس وجود دارند، معمولاً حد فاصل این کوه‌ها و دشت‌ها محل مناسبی برای احداث کارخانه است.

۲-۱-۱۰ استخراج و انتقال مواد اولیه

برای استخراج سنگ آهک معمولاً از عملیات آتش‌باری استفاده می‌شود. بدین ترتیب با استفاده از مواد منفجره قسمت‌های مورد نظر از کوه را منفجر می‌کنند و سنگ آهک را به صورت قطعات سنگی درشت به دست می‌آورند. همچنین در استخراج خاک رس به دلیل سختی نسبتاً پایین معادن آن، معمولاً از لودر (بیل مکانیکی)، بیل‌های مکانیکی پر قدرت^{۳۰} و بیل‌های کششی^{۳۱} استفاده می‌شود. پس از استخراج مواد اولیه آنها را با استفاده از واگن، تسمه نقاله یا کامیون‌های ویژه حمل مواد اولیه به کارخانه منتقل می‌کنند.

۳-۱-۱۰ سنگ‌شکن^{۳۲}

سنگ آهکی که از معدن به دست می‌آید، در بدو ورود به کارخانه به قسمت سنگ شکن منتقل می‌شود. سنگ شکن‌ها که وظیفه خرد کردن قطعات بزرگ سنگ و ایجاد قطعات کوچکتر را بر عهده دارند، دارای انواع گوناگون همچون سنگ شکن‌های فکی^{۳۳}، چکشی^{۳۴} و دورانی^{۳۵} می‌باشند. در زیر سنگ شکن‌ها، سرنند^{۳۶} اولیه وجود دارد که خرده سنگ‌های شکسته در سنگ شکن روی آن

^{۳۰} Power Shovels

^{۳۱} Draglines

^{۳۲} Crusher

^{۳۳} Jaw Crusher

^{۳۴} Hammer Mill

^{۳۵} Gyratory Crusher

^{۳۶} Sieve

می‌ریزند. قطعات مناسب خرده سنگ‌ها که از سرنده اولیه عبور کنند، به قسمت دپوی مصالح منتقل می‌شوند و قطعات درشتی که روی سرنده باقی می‌مانند، مجدداً به سنگ شکن باز می‌گردند.

۴-۱-۱۰ دپوی مصالح

پس از خرد شدن سنگ آهک و آماده شدن خاک، این دو در یک سالن با یکدیگر مخلوط می‌شوند و یا در دو سالن جداگانه ریخته می‌شوند و سپس به نسبت لازم قبل از ورود مواد با یکدیگر مخلوط می‌گردند. از آنجا که مواد اولیه نسبتاً ناهمگن و غیریکنواخت‌اند و سیمان تولیدی باید کاملاً یکنواخت باشد، شیوه انباشتن و برداشت مصالح به گونه‌ای است که تا حدودی این هدف را تأمین کند. بدین منظور از روش باند همگن‌ساز استفاده می‌شود. در این روش ماشین مخصوصی که دارای یک بازوی متحرک در بالا است، در طول قسمت دپو بر روی ریل حرکت می‌کند و مواد آماده شده را توسط تسمه نقاله به بالا منتقل کرده، با استفاده از بازوی متحرک، در کنار مسیر حرکت خود تخلیه می‌کند. نتیجه این عمل در طول حرکت رفت و برگشتی ماشین، ایجاد یک خاکریز از مصالح مورد نظر در امتداد مسیر حرکت است. هر ماشین می‌تواند دو خاکریز در طرفین خود ایجاد کند و هر کارخانه بسته به حجم تولید، به تعدادی از این ماشین‌ها مجهز است. در هر صورت مواد اولیه در لایه‌های افقی بر روی هم ذخیره می‌شوند. در صورت برداشت با مقاطع عمودی، قسمت برداشتی تقریباً شامل کلیه لایه‌ها خواهد بود. ممکن است به مخلوط حاصله، مواد اولیه دیگری نظیر سنگ آهن به منظور کمک ذوب یا سنگ سیلیس جهت تصحیح و تنظیم ترکیب شیمیایی مواد برای ساخت سیمان ضد سولفات اضافه شود که این عمل می‌تواند هم در سالن مواد صورت گیرد و هم این که مواد اولیه اصلی در قیف‌ها و سیستم توزین وارد آسیاب شود.

۵-۱-۱۰ آسیاب گلوله‌ای

اصولاً در آسیاب مواد، مواد اولیه خرد شده به نسبت‌های لازم وارد آسیاب می‌شوند و سپس به صورت پودر، با رطوبت کمتر از موقع ورود، از آسیاب خارج می‌شوند. آنچه که از آسیاب مواد خارج می‌شود به نام مواد خام یا خوراک کوره نیز شناخته می‌شود. آسیاب مواد مجهز به کوره هوای گرم برای گرفتن رطوبت مواد مورد استفاده قرار می‌گیرد. غالباً از گازهای گرم خروجی از کوره برای این منظور استفاده می‌شود. این کوره برای مواردی است که کوره اصلی متوقف باشد.

۶-۱-۱۰ غبارگیر

به منظور خشک کردن و جابه‌جایی مواد در آسیاب مواد، از گازهای خروجی از کوره استفاده می‌شود. این گازها پس از انتقال مواد، از آسیاب وارد الکترو فیلتر گشته و ذرات مواد و گرد و غبار از آن‌ها جدا می‌گردد و سپس از طریق دودکش به خارج (محیط اطراف) فرستاده می‌شوند.

۷-۱-۱۰ سیلوهای ذخیره مواد

مواد پودر شده پس از آسیاب، وارد سیلوهای مخلوط‌کن و ذخیره‌سازی می‌شوند و پس از نمونه‌گیری و آزمایشات لازم توسط آزمایشگاه و اطمینان از تنظیم بودن و متناسب بودن ترکیب مواد خام، هموژن شده و سپس به سیلوهای ذخیره خوراک فرستاده می‌شوند. در این قسمت مواد ذخیره شده آماده مصرف در کوره‌اند.

۸-۱-۱۰ کوره و پیش‌گرم‌کن

مواد خام از قسمت بالای پیش‌گرم‌کن وارد سیستم پخت شده و پس از عبور از پیش‌گرم‌کن و کلساینر وارد کوره دوار می‌شوند. مواد خام در پیش‌گرم‌کن به مرور (در مدت زمان حدود ۵۰ ثانیه) خشک، گرم و کلسینه می‌شوند. پیش‌گرم‌کن دارای دو برج است که در یکی از آنها کلساینر وجود دارد. مواد پس از تکلیس وارد کوره شده و نهایتاً به صورت دانه‌های کلینکر از کوره خارج می‌شوند. سیستم پخت متشکل از پیش‌گرم‌کن، کلساینر، کانال‌های هوای سوم، کوره دوار، خنک‌کن و دستگاه جداسازی قلیایی (کنارگذر) است.

۹-۱-۱۰ خنک‌کن کلینکر

درجه حرارت کلینکر خروجی از کوره حدود ۱۳۰۰ درجه سلسیوس است و این مقدار حرارت موجود در کلینکر به وسیله جریان هوای سرد بازیابی می‌شود. سپس کلینکر خنک شده (تا حدود ۱۰۰ درجه سلسیوس) راهی انبار کلینکر می‌شود. بخشی از هوای گرم شده از طریق کانال هوای سرد به سمت کلساینر می‌رود و بخشی دیگر وارد کوره می‌شود و اکسیژن مورد نیاز سوخت را تامین می‌کند.

۱۰-۱-۱۰ خردکن و قیف سنگ گچ

به کلینکر خروجی از کوره حدود ۴ درصد سنگ گچ افزوده می‌شود و سپس در آسیاب سیمان پودر می‌شود. قبلاً سنگ گچ (گچ خام) در خردکن جداگانه‌ای به اندازه‌های کمتر از ۴ سانتیمتر خرد شده و سپس در قیف مربوطه ذخیره شده است. سرعت ترکیب کلینکر با آب بسیار شدید است و به همین خاطر از سنگ گچ برای کنترل این ترکیب و گیرش سیمان استفاده می‌شود.

۱۰-۱-۱۱ آسیاب سیمان

از طریق دو نوار تغذیه مجهز به سیستم توزین، سنگ گچ خرد شده و کلینکر وارد آسیاب سیمان گلوله‌ای می‌شوند و پس از پودر شدن، پودر حاصله (سیمان) از طریق بالابر کاسه‌ای و هوایی به سیلوهای ذخیره سیمان فرستاده می‌شود. در دهه اخیر استفاده از آسیاب‌های غلتکی برای پودر کردن کلینکر و تولید سیمان مرسوم شده است، به طوری که در پروژه‌های سیمان تهران و فراز فیروزکوه برای بخش آسیاب سیمان، از آسیاب‌های غلتکی استفاده شده است.

۱۰-۱-۱۲ سیلوهای سیمان و بارگیرخانه

با توجه به ظرفیت تولید کارخانه، تعدادی سیلو بتنی برای ذخیره سیمان در نظر گرفته می‌شوند. سپس سیمان به کمک دستگاه‌های بارگیری سیمان به دو شکل پاکتی یا فله بارگیری شده و از کارخانه صادر می‌شود. در روش پاکتی، سیمان در پاکت‌های استاندارد بسته‌بندی و راهی بازار مصرف می‌شود. مطابق استاندارد، کیسه‌ها باید در وزن‌های ۲۵ یا ۵۰ کیلوگرم و حداقل دارای سه لایه کاغذی باشند که جهت جلوگیری از نفوذ رطوبت، بین دو تا از لایه‌ها باید غیراندود شده یا یکی از جنس پلاستیک باشد. بر روی پاکت‌های سیمان باید علامت تجاری کارخانه، نام تولیدکننده، نوع سیمان، وزن کیسه و تاریخ تولید با رنگ مخصوص به تیپ هر سیمان نوشته شده باشد. در روش فله‌ای، ماشین مخصوص حمل سیمان^{۳۷} در زیر سیلو بارگیری کرده، بار خود را به سیلو کارگاه منتقل می‌کند. هنگام تخلیه ماشین حمل سیمان، پس از اتصال لوله رابط به سیلو، با افزایش فشار و برقراری جریان هوا در لوله، ذرات سیمان همانند سیال به داخل سیلو منتقل می‌شوند. وسیله حمل سیمان از کارخانه می‌تواند کامیون، واگن قطار یا کشتی باشد. چگونگی حمل بستگی به موقعیت کارخانه و محل مصرف دارد.

۲-۱۰ پیوست دوم: فساد سیمان

دو عامل اصلی باعث فساد سیمان می‌شوند: جذب رطوبت از محیط و جذب CO_2 از هوا. فساد سیمان در اثر رطوبت را هیدراته شدن و این فساد در اثر جذب CO_2 را کربناته شدن می‌گویند. به منظور جلوگیری از فاسد شدن سیمان در کارگاه، نکات چندی در مورد انبار کردن و استفاده از سیمان باید مد نظر قرار گیرند:

- در صورت انتقال سیمان از کارخانه به کارگاه به صورت کیسه‌ای، باید حتماً سطح بارگیر تریلی با برزنت یا پلاستیک پوشیده شود.
- هنگام تخلیه و انتقال کیسه‌ها از پاره شدن آنها جلوگیری شود.
- کیسه‌های رسیده به کارگاه در انبارهای سرپوشیده نگهداری شوند یا روی آنها روکش پلاستیکی قرار گیرد.

^{۳۷} Bulker

- به هیچ وجه کیسه‌ها روی زمین چیده نشوند و برای قرار دادن کیسه‌ها، از سطوح چوبی که سطح آنها حداقل ۲۰ سانتی متر از زمین فاصله دارد استفاده شود.
- حداکثر تعداد ۱۲ کیسه سیمان روی یکدیگر قرار داده شوند.
- هیچ‌گاه بیش از مقدار مورد نیاز و پیش از زمان لازم ملات درست نشود.

در مورد اول و سوم، جذب رطوبت در اثر بارش احتمالی مد نظر است. مورد دوم مربوط به جذب رطوبت و CO_2 هوا است. چهارمین مورد به جذب آب از زمین در اثر عوامل مختلف همچون جاری شدن آب در کارگاه اشاره دارد. در صورت وجود فاصله مناسب بین سطح چوب و زمین، جریان هوا زیر کیسه‌ها برقرار شده و از مرطوب شدن آنها جلوگیری می‌کند. عدم رعایت نکته پنجم باعث می‌شود سیمان در کیسه‌های زیرین تحت فشار قرار گیرد و در اثر جذب اندکی رطوبت کلوخه شود. مسأله آخر نیز به فاسد شدن سیمان و عدم کارایی ملات در اثر سپری شدن زمان گیرش آن اشاره دارد.

۳-۱۰ پیوست سوم: روش‌های تولید سیمان

پس از آماده شدن پودر سنگ‌آهن و خاک رس، برای تهیه خوراک کوره روش‌های گوناگونی وجود دارد. روش‌های تولید سیمان را می‌توان به چهار گروه اصلی شامل روش تر، روش نیمه‌تر، روش نیمه‌خشک و روش خشک دسته‌بندی کرد.

۱-۳-۱۰ روش تر

در این روش حوضچه‌هایی را از آب پر می‌کنند و سنگ آهک، خاک رس و دیگر ترکیبات لازم را به نسبت معین به آن می‌افزایند. یک بازوی مکانیکی هم‌زن وظیفه اختلاط مواد و جلوگیری از ته‌نشین شدن آنها را بر عهده دارد. البته ممکن است از دمیدن هوای فشرده از زیر حوضچه به داخل آن هم استفاده شود. از دوغاب به دست آمده نمونه برداری کرده، در آزمایشگاه تجزیه می‌کنند تا نسبت مواد در آن را تشخیص دهند. بدین ترتیب کمبود مواد و ترکیبات در دوغاب را تعیین و با استفاده از سیلوهای کمکی، مواد لازم را به میزان کافی اضافه می‌کنند تا دوغاب (لجن)^{۳۸} با ترکیبات مناسب به دست آید. سپس دوغاب آماده شده را به کوره پخت سیمان می‌برند.

۲-۳-۱۰ روش نیمه‌تر

در این شیوه، دوغاب به دست آمده از روش تر را پیش از آن که به کوره بفرستند، داخل فیلترهایی به شکل آکاردئون می‌فشارند تا آب آن گرفته شود. حاصل این فرآیند خمیر سختی خواهد بود که پس از بریدن آن به شکل استوانه‌های کوچک، این قطعات به دست آمده را به کوره می‌فرستند.

۳-۳-۱۰ روش نیمه‌خشک

در این روش، مواد اولیه را بر روی سینی‌های دواری به نام دستگاه گلوله‌ساز ریخته و ۴ تا ۵ درصد آب اضافه می‌کنند. حرکت دورانی سینی و رطوبت موجود باعث پیوستن پودر مواد اولیه به یکدیگر و ایجاد گلوله‌هایی به نام اماج می‌شود. این گلوله‌ها خوراک کوره خواهند بود.

۴-۳-۱۰ روش خشک

در این روش، پودر سنگ‌آهک و خاک رس به صورت خشک با یکدیگر مخلوط می‌شوند و نمونه‌هایی از آن تهیه می‌شود. این نمونه‌ها در معرض تابش اشعه X قرار می‌گیرند و بازتاب اشعه تحلیل می‌شود. از آنجا که هر ماده بازتاب مخصوصی از اشعه X

^{۳۸} Slurry

دارد، با تحلیل طیف‌های بازتابی از نمونه می‌توان درصد مواد گوناگون در نمونه را تعیین و نسبت به تنظیم آنها اقدام کرد. مخلوط حاصل به همان صورت خشک خوراک کوره خواهد بود.

قابل ذکر است که با وجود چهار روش اصلی ذکر شده برای تولید سیمان، روش‌های مختلف دیگری نیز برای تولید سیمان‌های گوناگون وجود دارند که عمدتاً بستگی به تکنولوژی مورد استفاده و جنس سیمان دارند. تکنولوژی مورد استفاده با گذر زمان دستخوش تغییر و تحولات و پیشرفت بسیار شده است. صنعت سیمان با بهره‌گیری از آخرین تکنیک‌های موجود، با استفاده از روش خشک و به کمک سیستم‌های اتوماتیک، شاهد پیشرفت‌های شگرف در طول تاریخ ۱۶۰ ساله تولید صنعتی خود بوده است. خاطر نشان می‌شود که روش تولید برخی سیمان‌ها نظیر سیمان آلومینایی کاملاً متفاوت با روش تولید سیمان پرتلند است.

منابع

اطلاعات مربوط به کارخانه‌های سیمان و طرح‌ها، قابل دسترسی در سایت سیمان ایران:

<http://www.iracement.com/>

اطلاعات مربوط به حجم تولید سیمان در کشورهای مختلف و سهم هر یک از آنها از تولید جهانی سیمان، قابل دسترسی در:

<https://www.statista.com/>

اطلاعات مربوط به مصرف سیمان، قابل دسترسی در:

<https://constructech.com/>

اطلاعات مربوط به بزرگترین صادرکنندگان و واردکنندگان سیمان در جهان از نظر ارزش صادرات و واردات، قابل دسترسی در:

<http://www.worldstopexports.com/top-cement-exporting-countries/>

اطلاعات مربوط به بزرگترین شرکت‌های تولیدکننده سیمان از نظر میزان تولید، قابل دسترسی در:

<https://www.globalcement.com/>

گزارش ۲۵ تولیدکننده بزرگ بتن در جهان، قابل دسترسی در:

<https://www.globalcement.com/reports/global-concrete>

اطلاعات مربوط به آینده صنعت سیمان در جهان، قابل دسترسی در:

<https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/cement-market-۱۰۱۸۲۵>

اطلاعات مربوط به تجارت بین‌المللی سیمان کشور طی سال‌های متفاوت و مقاصد صادراتی سیمان، قابل دسترسی در سایت گمرک جمهوری اسلامی ایران:

<https://www.irica.gov.ir/>

اطلاعات مربوط به صورت‌مالی‌های شرکت‌های سیمانی، قابل دسترسی در:

<https://www.codal.ir/>

اطلاعات مربوط به انرژی و آب مصرف شده در صنعت سیمان، میزان اشتغال، ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی و صنعت سیمان، قابل دسترسی در:

<https://www.amar.org.ir/>

گزارش Laying the foundation for zero-carbon cement, McKinsey & Company، ۲۰۲۰ قابل دسترسی در:

<https://www.mckinsey.com/industries/chemicals/our-insights/laying-the-foundation-for-zero-carbon-cement>