

شرکت ساختمانی دریائی آبسازه

# بررسی فنی و اقتصادی طرح تولید سیمان و بتن گاوگردی



# فهرست عناوین

- مقدمه
- معرفی بتن گوگردی
- استانداردهای بتن گوگردی
- بررسی فنی بتن گوگردی
- بررسی بازار
- تحلیل ریسک صادرات
- بررسی طرحهای در دست اجرا در داخل کشور
- برخی از مقالات و مطالعات مهم انجام شده
- منابع



## مقدمه

تمایل برای استفاده از بتن گوگردی در طول ۲۰ سال گذشته افزایش یافته است. تولید کننده‌های تجاری و پیمانکاران اجرای کارهای بتن گوگردی در نقاط مختلف جهان (از قبیل ایالات متحده، اتریش، کانادا، دانمارک، امریکای جنوبی، چین و روسیه) حضور دارند. پژوهش و تحقیقات بر روی تاسیسات ساختمانی ایجاد شده با استفاده از بتن سیمان گوگردی در اتریش، دانمارک، انگلستان، فرانسه، آلمان، ژاپن، هلند، لهستان، عربستان سعودی، اسپانیا، سوئد و ایالات متحده در جهت بهبود بیشتر بتن گوگردی در جریان می‌باشد.



# معرفی بتن گوگردی

## تعاریف :

• **سیمان گوگردی:** محصولی که از واکنش گوگرد با ماده نرم کننده ( ماده اصلاح کننده گوگرد یا ماده افزودنی که در جهت جلوگیری از تغییر ساختمان کریستالی گوگرد مورد استفاده قرار می گیرد) حاصل می گردد.

• **بتن گوگردی:** که از ریختن مخلوط سیمان گوگردی مذاب و سنگ دانه در قالب پس از سرد شدن بدست می آید.

بتن گوگردی یک نوع ترکیب ترموپلاستیک شبیه مخلوط اسفالت گرم است. می توان مخلوط بتن گوگردی را در درجه حرارت  $130^{\circ}\text{C}$  آماده کرد و به محل کارگاه جهت ریختن در قالب حمل کرد. وجود این فن آوری به بسیاری از کشورها اجازه خواهد داد که نه تنها بتن گوگردی با کیفیت بالا تولید کنند بلکه امکان بکارگیری اضافه تولید فزاینده گوگرد عنصری در صنعت ساختمان را نیز فراهم می سازد.



## معرفی بتن گوگردی ...

بتن گوگردی یک نوع ترکیب ضد اسید و مقاوم در برابر نمک‌ها می‌باشد.

• جدول ذیل لیست اسیدهای معدنی، نمک‌ها و سایر مواد شیمیایی خورنده را که بتن گوگردی در برابر آنها مقاوم است را ارائه می‌دهد:

اسیدها	نمک‌ها
اسید استیک	کلرید آمونیوم
اسید بوریک	سولفات آمونیوم
اسید هیدروکلریک	کلرید کلسیم
اسید هیدروفلوریک	سولفات کلسیم
اسید لاکتیک	سولفات مس
اسید نیتریک	کلرید فریک
اسید فسفریک	سولفات فریک
اسید سولفوریک	سولفات منیزم
-	کلرید نیکل
-	سولفات نیکل
-	کلرید پتاسیم
-	سولفات پتاسیم
-	کلرید سدیم
-	سولفات سدیم
-	کلرید روی
-	سولفات روی



### مشخصه های عمده بتن گوگردی :

- دارای قابلیت گیرش سریع بتن و آزاد کردن سریع قالب ها برای ریختن بتن جدید
- مقاومت فیزیکی خیلی زیاد
- دارا بودن خاصیت ضد آب
- مقاومت فوق العاده نسبت به نمک ها، اسیدها و سایر مواد شیمیایی
- نمای صاف و صیقلی شده سطح بتن ریخته شده
- عدم ایجاد شکست ناشی از خستگی در برابر بارهای نوسانی
- دوام فوق العاده در محیطهایی با پتانسیل خوردگی شدید



در طرح تولید بتن گوگردی، علاوه بر بهره‌گیری از وفور گوگرد موجود در شرایط حاضر، مشکل ناشی از انبار شدن زباله‌های گوگردی در کارخانجات نیز حل شده و علاوه بر آن مزایای زیر در برابر استفاده از سیمان پرتلند بدست می‌آید:

- دارا بودن مقاومت کششی، فشاری و پیچشی بالا
- مقاومت بالا در برابر شکست ناشی از خستگی
- سرعت در افزایش مقاومت با زمان: نائل شدن به حداقل ۷۰ تا ۸۰ درصد مقاومت نهایی فشاری در طول ۲۴ ساعت اولیه
- دارای قابلیت و امکان بتن ریزی در زیر درجه حرارت یخ زدن آب (صفر درجه)
- قابلیت بازیابی (یکبار مصرف نمی‌باشد)



## معرفی بتن گوگردی ...

- همچنین درمورد تعمیر بتن گوگردی، بسادگی می‌توان بتن گوگردی را گرم کرده و سهولت ترک‌های ایجاد شده در آن را تعمیر نموده، سپس یک لایه روکش به آن اضافه نمود. امکان سنجی تولید بتن گوگردی با تکنولوژی امروزی با توجه به دسترس بودن مواد اولیه مورد نیاز و خواص استحکام ناشی از مقاومت پیچشی آن، تولید این محصول را جذاب می‌سازد.
- برخلاف فرایند بسیار پیچیده، درجه حرارت فوق العاده زیاد  $^{\circ}\text{C}$  (۱۵۰۰) و آب فراوان که در فرایند تولید سیمان‌های پرتلند برای تحصیل اجزای آن مورد نیاز می‌باشد، تولید سیمان و بتن گوگردی نسبتاً ساده‌تر بوده و به درجه حرارت‌های پائین تری نیاز دارد.



### تنوع و کاربرد محصولات:

از دیدگاه کاربردی، گوگرد از نظر شیمیایی به زنجیره هشت ضلعی گوگرد تبدیل می‌گردد که ضمن مخلوط شدن با سنگ دانه های معدنی به ماده ترموپلاستیک مبدل می‌شود که از سیمان پرتلند بادوام تر می‌باشد و بخصوص برای محیط‌های دارای پتانسیل خوردگی شدید بسیار مناسب است. امروزه کاربردهای بتن گوگردی (اصلاح شده) در کارخانجات صنعتی، واحدهای پتروشیمی و صنایع نفت در شرایط اسیدی و محیط‌های مملو از نمک که امکان استفاده از سیمان پرتلند معمولی بدلیل نداشتن استحکام و مقاومت در شرایط خوردگی شدید وجود ندارد، در حال گسترش است.



### • از بتن گویردی می توان در موارد زیر استفاده نمود:

#### ○ بصورت سازه های پیش ساخته

- لوله فاضلاب
- تراورس های راه آهن
- دیوارهای حائل در اتوبان ها
- سکوی های حفاری داخل دریا
- بلوک ها، دال ها، صفحات (پانل) و سایر قطعات
- در کارهای ساختمانی و ساختمان ها



### ○ بصورت تزریقی (Extrude) در ساخت مصالح



- آجرها و سنگ فرش ها
- نهرها و جدول ها
- بلوک های سقف

### ○ ریخته گری در محل

- عرشه پل ها
- تاسیسات دریایی، بدنه کشتی و سازه هایی که با محیط دریا در تماس هستند
- سکوهای حفاری داخل دریا
- کاربردهای کشاورزی شامل انبار و محل نگهداری حیوانات و سیستم های مواد زائد

## معرفی بتن گوگردی ...

- تصفیه خانه فاضلاب
- کارخانجات اسید، کانال‌های تخلیه، چاهک‌ها، مخازن، کف و دیوارها، تیرها
- کارخانجات تولید کود
- فونداسیون
- کارخانجات تولید سولفات سدیم
- کارخانجات تولید پتاس



○ قابل ذکر است که از بتن گوگردی خانه های آزمایشی بنا شده است که کلیه آجرها، بلوک ها و کاشی‌های بکار رفته در آن از بتن گوگردی ساخته شده و از استحکام و کیفیت مطلوب برخوردار بوده است

## • مشخصات فنی بتن گوگردی:

6,000– 10,000 psi	4 1/4 – 69M pa	تنش فشاری (ASTM C39)
900- 1500psi	6/2 – 103M pa	تنش کششی (ASTM 496)
1,200– 2,000psi	8/3 – 138 M pa	تنش گسیختگی (ASTM 78)
144- 156 lb/ft <sup>3</sup>	2,304– 4,499kg/m <sup>3</sup>	دانسیته (ASTM C642)
-----	0/10٪	حداکثر جذب رطوبت (ASTM C642)
$8/3 \times 10^7 / ^\circ\text{F}$	$15 \times 10^6 / ^\circ\text{C}$	ضریب انبساط حرارتی
	4 – 8٪	تخلخل هوا (ASTM C642)
$3 - 4 \times 10^6 \text{ psi}$	$207 - 276 \times 10^3 \text{ M pa}$	مدول الاستیسیته (ارتجاعی)
75- 110 lb-ft	10- 15kg-m	مقاومت در برابر ضربه فشاری
-----	60٪	دوام در چرخه جامد/ ذوب شدن
190°F	88 °C	حداکثر درجه حرارت کاری
0/2 – 0/5 Btu/hr ft °F	1,243– 3,112J/h m °C	ضریب هدایت حرارتی
0/75 in/in/psi	$5/2 \times 10^3 \text{ cm/cm/Pa}$	خزش (ASTM C512)



## معرفی بتن گوگردی ...

• مقایسه مقاومت فشاری بتن پرتلند با بتن گوگردی نشان می‌دهد که مقاومت فشاری بتن گوگردی  $41.4 - 69 \text{ MPa}$  و مقاومت فشاری بتن پرتلند برابر  $31.5 \text{ MPa}$  می‌باشد. از طرف دیگر مقاومت خمشی بتن گوگردی  $8.3 - 13.8 \text{ MPa}$  می‌باشد درحالی‌که مقاومت خمشی بتن پرتلند  $6 \text{ MPa}$  می‌باشد. در ضمن بتن گوگردی را می‌توان با میله‌گرد (آرماتور) با پوشش اپوکسی و یا الیاف شیشه‌ای مسلح کرد. با توجه به خاصیت مهم بتن‌های گوگردی که دارای مقاومت فشاری بالاتر نسبت به بتن پرتلند می‌باشند، این مقاومت افزوده سبب می‌شود که بتوان مقدار آهن بکار برده شده در این بتن‌ها را تا حدود ۵ درصد کاهش داد



# استانداردهای بتن گوگردی

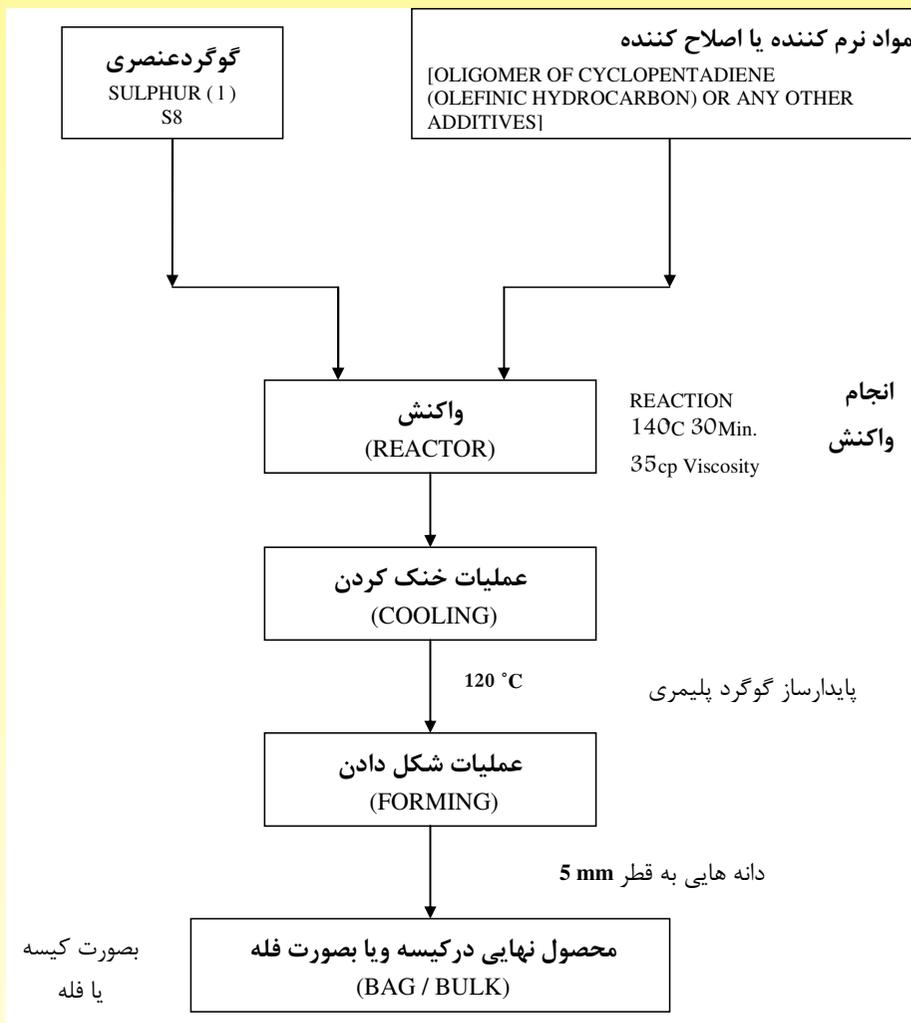
• استانداردهای بتن گوگردی:

1	AC1 548 2R-88 (93)	Guide for Mixing and Placing Sulphur Concrete in Construction
2	ASTM C 125	Definition of term relating to aggregate
3	ASTM C 1159-90	ASTM Standard Specifications for Sulphur Polymer Cement for Use in Chemical – resistance
4	1 – 162 – 90	National Safety Council Data Sheet
5	C 1312 – 97 (2003)	Standard Practice for Making and Conditioning Chemical – Polymer Cement Concrete Test Specimen in the Laboratory
6	ANSI / ASTM	C-386 " Standard Practice or Use of Chemical - Resistance Sulfur Mortar



# بررسی فنی بتن گوگردی

## کلیات تولید سیمان گوگردی بصورت دانه‌ای



# بررسی فنی بتن گوگردی ...

## کلیات تولید بتن گوگردی بصورت دانه‌ای



### فرایند بهینه

روش دیگری نیز وجود دارد که در آن روش تهیه بتن گوگردی از طریق مخلوط کردن خرده سنگ و مواد پرکننده با گوگرد عنصری و پایدارساز گوگرد پلیمری در یک ظرف مخلوط کن مجهز به گرمکن انجام می‌شود. در این حالت پایدارساز گوگرد پلیمری به یک شکل خاص از قبل تهیه شده است. به منظور تهیه گوگرد پلیمری مذاب، گوگرد عنصری با مواد افزودنی (هیدروکربن های الفینی و یا سیکلوپنتادین و ...) مخلوط شده و جهت واکنش درجه حرارت بالاتر از آنچه که برای تولید دانه‌های عدسی شکل لازم است رسانیده می‌شود. مواد پودری مورد استفاده در این فرایند ممکن است سنگدانه‌ها و یا مواد پرکننده مناسب مانند پودر سیلیکا باشد. این روش می‌تواند مبنای کار تولید قطعات پیش ساخته از بتن گوگردی قرار گیرد.



## بررسی فنی بتن گوگردی ...

برای شروع به استفاده از بتن گوگردی در صنعت، تولید قطعات پیش ساخته از بتن گوگردی پیشنهاد می گردد.

مزایای عمده تولید قطعات پیش ساخته از بتن گوگردی با توجه به اینکه قطعات پیش ساخته در خط تولید به شکل صنعتی توسط ماشین آلات ساخته می شوند، موارد ذیل را در بر می گیرد:

- امکان تولید بصورت انبوه
- کاهش قیمت تمام شده بدلیل تولید انبوه
- امکان کنترل کیفی و انجام آزمایشات کنترل کیفیت در کارخانه
- کاهش زمان تولید قطعات



## بررسی فنی بتن گوگردی ...

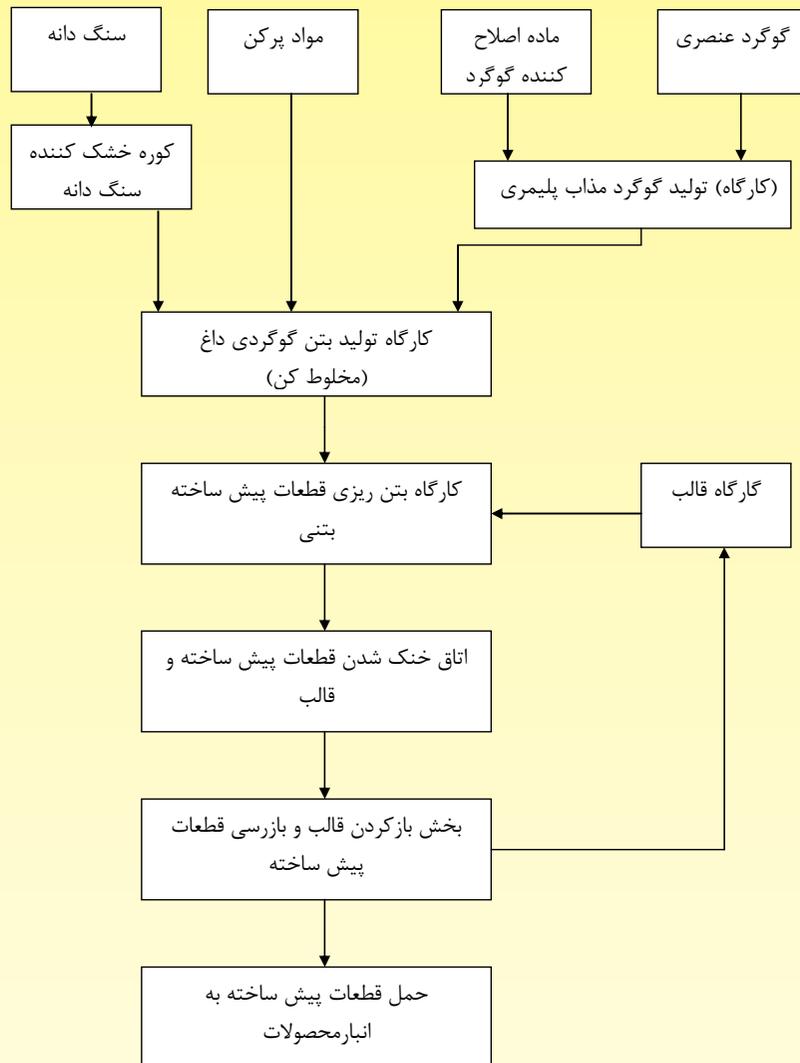
- بدلیل تجهیز کارخانه به سیستم جمع آوری گازهای آلوده امکان مسمومیت انسان ها بر اثر گاز گوگرد و یا مواد پلاستیک کننده بتن گوگردی منتفی می گردد و تغییرات شرایط جوی منجمله سرما و یا گرما تاثیری در تولید مصالح و قطعات پیش ساخته در محل کارخانه نخواهد داشت
- حمل مصالح به محل کارخانه امکان کنترل دقیق آنها را از نظر مشخصات فنی فراهم می آورد
- افزایش عمر اقتصادی قطعات و ارتقا کیفیت قطعات بعلت کنترل دقیق کیفیت انجام کار

لازم به ذکر است که به دلیل متنوع بودن نوع قطعات مورد نیاز در بازار، استاندارد خاصی برای اندازه و نوع قطعات وجود ندارد.



## بررسی فنی بتن گوگردی ...

### نمودار اصول کلی فرایند تولید قطعات پیش ساخته



## بررسی آثار زیست محیطی فرایند تولید محصولات

• مشخصات فنی ایمنی سیمان گوگردی در ضمیمه گزارش موجود می باشد.



# بررسی بازار

در سال‌های اخیر بتن‌های گوگردی در صنعت، جایگاه خوبی را بدست آورده‌اند. در ایران نیز تحقیقاتی برای استفاده از این بتن‌ها در صنعت و در کارگاه‌های ساختمانی در دست انجام می‌باشد. این نوع بتن برای ساختمان‌ها به خصوص مکان‌هایی که با مواد شیمیایی سروکار دارند مثل انبارهای ذخیره سازی و کانال‌های عبور مواد شیمیایی مناسب می‌باشد.



• بتن گوگردی به تنهایی قابل استفاده در مخازن اسید، مخازن مواد شیمیایی و اصولاً محیط‌های مورد حمله مواد فعال می‌باشد و نیازی به اجرای پوشش‌های گرانی مانند اپوکسی، نیتوفلور، فایبرگلاس یا رزین‌های مقاوم بر روی آن نبوده و نیز در مورد حالت‌هایی که در تماس دائم با مایعات باشد نیاز به افزودنی‌های ضد نفوذ مانند واتر استاپ (Water Stop) و ضد آب (Water Proof) ندارد و در اینگونه کاربردها از ضریب اطمینان بالایی برخوردار می‌باشد که جوابگوی هزینه گرانتر آن در مقایسه با بتن سیمانی خواهد بود



### جهت بررسی عرضه و تقاضای بازار در سطح جهانی می توان عواملی که استفاده از این نوع بتن را توجیه می کند به شرح زیر فهرست نمود:

الف- استفاده از بتن گوگردی برای جلوگیری از خوردگی شیمیایی مثل کارهای بتنی در کارخانجات شیمیایی و یا اسکله های دریایی

ب - استفاده از بتن گوگردی برای بتن ریزی در درجه حرارت های زیر صفر

ج - استفاده از بتن گوگردی برای قطعات پیش ساخته نظیر دال سقف، لوله های انتقال آب و فاضلاب

د - استفاده از بتن گوگردی بدلیل تراکم و یا ازدیاد موجودی گوگرد عنصری



ه - استفاده از بتن گوگردی جهت کاهش زمان خواب کارخانجات درضمن کارهای تعمیراتی

و- استفاده از بتن گوگردی در مناطقی که دچار کمبود آب می‌باشند یا درجه حرارت محیط خیلی بالا می‌باشد بطوری که استفاده از بتن پرتلند مقدور نباشد.

**برای مثال در روسیه و کانادا داشتن آب و هوای سرد (عامل " ب ") از یک طرف و عامل " د " یعنی ازدیاد موجودی گوگرد از طرف دیگر انگیزه رواج این نوع بتن می‌باشد. به همین دلیل در این دو کشور تحقیقات مفصلی جهت استفاده صنعتی از بتن گوگردی انجام شده است**



حال آنکه در کلیه کشورهای دنیا عوامل " ج " و " الف " ممکن است انگیزه استفاده از این نوع بتن در صنعت باشد. یکی از عوامل بکارگیری بتن گوگردی در ایران و کشورهای نفت خیز خاورمیانه می تواند ازدیاد بیش از اندازه گوگرد عنصری باشد که این کشورها را وادار ساخته است راههای مختلفی را جهت کاربرد گوگرد عنصری در صنعت جستجو کنند.



# تحلیل ریسک صادرات

تولید بتن گوگردی مبتنی بر وجود گوگرد عنصری می‌باشد. در ایران، خاورمیانه و در غالب نقاط دنیا گوگرد عنصری بعنوان محصولی فرعی در فرایند شیرین سازی گاز طبیعی و همچنین اغلب سوخت‌های فسیلی تولید می‌گردد. از آنجا که میزان تولید آن در خاور میانه و ایران روز به روز افزایش می‌یابد، لازم است چاره اندیشی مناسبی برای مصرف آن در سطح کشور و در سطح جهان بعمل آید.



## تحلیل ریسک صادرات ...

کشور روسیه که در زمینه بتن گوگردی پیشگام می باشد سال ۱۹۹۸ به ساخت یک دستگاه واحد بررسی آزمایشگاهی اقدام کرده است. در کشور کانادا نیز از سال ۱۹۷۷ مبادرت به استفاده از بتن گوگردی در صنعت کرده اند. بنابراین این ماده در بازار جهانی بعنوان یک ماده جدید می باشد و کسانی که در این رابطه سرمایه گذاری کنند می توانند زودتر محصولات خود را در بازار عرضه نمایند و سهم بیشتری از بازار را به خود اختصاص می دهند.



## تحلیل ریسک صادرات ...

بدیهی است با توجه به جوان بودن این شاخه از صنعت ریسک‌های زیادی از جوانب گوناگون از قبیل فناوری در این راه وجود دارد. برای اینکه اینگونه ریسک‌ها را به حداقل برسانیم لازم است، راهکارهای زیر را راهنمای خود قرار دهیم:

- احداث واحد تولید بتن سیمان گوگردی در مجاورت واحدهای تولید گوگرد و یا در مجاورت آبهای آزاد بین‌المللی
- انتخاب ماشین‌آلات و تجهیزات مناسب همراه با سیستم‌های کنترل فرایند
- بهبود و اصلاح مداوم سیستم تولید و محصول



## تحلیل ریسک صادرات ...

- احاطه بر استانداردهای جهانی، منطقه‌ای و ایجاد استانداردهای کارخانه‌ای در سطحی بالاتر از دو استاندارد فوق
- تجهیز آزمایشگاه و آزمایشگاه‌های کنترل کیفیت محصول
- روز آمد بودن در مورد وضعیت بازارهای جهانی



## تحلیل ریسک صادرات ...

برای تولید و بکارگیری بتن گوگردی نیاز به نوآوری های جدید و وجود شرکت های جدی و علاقمند به ایجاد تحول در مصالح ساختمانی می باشد که چنین شرکت هایی بعنوان پیشگام بیشترین بهره وری را خواهند داشت.



## تحلیل ریسک صادرات ...

در زمینه تولید و بکارگیری سیمان و بتن گوگردی شرکت ساختمانی دریائی آبسازه پس از تولید نمونه های آزمایشگاهی و دریافت تاییدیه آنها از سازمانها و دانشگاه های معتبر اقدام به تولید نیمه صنعتی این بتن نموده است. جهت این منظور دستگاه های بتونیر با حجم تولید یک تن در ساعت به دستگاه های بتونیر گوگردی با ظرفیت تولید یکسان تبدیل شده است.



## تحلیل ریسک صادرات ...

سپس محصولات پیش ساخته ای نظیر جداول خیابانها، کاشی جهت پوشش کف ساختمانها و یا مراکز صنعتی و کول جهت استقرار در چاهها ساخته شده است.



طراحی دستگاه های تولید سیمان و بتن گوگردی با ظرفیت های بالاتر توسط این شرکت انجام شده است و در صورت تامین مالی قابل ساخت می باشند.

# گواهینامه های دریافتی



بسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران  
وزارت فرهنگ و آموزش عالی  
سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران



علم و تعهد به منزله دو بال هستند که با هم می توانند  
به مراتب ترقی و تعالی برسند امام خمینی (ره)

## گواهی نامه

براساس مصوبه شماره ۶۳۰/۱۹۹ مورخ ۷۷/۶/۲۴  
هیات علمی پژوهشکده صنایع شیمیایی  
طرح / دستگاه بتن و سیمان گوگردی  
به نام محمد ضرغامی شماره شناسنامه ۱۰۰۸  
صادر از تهران با مشخصات فنی مندرج در پرونده به  
شماره ۳۰۱۰۲۷۶۱۰۹ و به شرح برگهای ضمیمه بررسی و  
عملکرد آن با ویژگی تاییدی  
در تاریخ ۷۷/۶/۷ مورد تایید قرار گرفت

شما جهت استفاده از آن در برخی از سازه های دریایی سازه های دریایی را جمع نمایید.  
شوربر است

معاون تحقیق و تکنولوژی  
سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران



شماره: ۵۷۲۵  
تاریخ: ۱۳۹۴  
پوست: ۷۹/۱۶

مؤسسه تحقیقات ساختمان و مسکن



جناب آقای دکتر قاسم رمضانپور نرگسی  
معاونت محترم تحقیقات و فناوری سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران

با سلام

احتراماً، بازگشت به نامه شماره ۲۰۷۹/۶۹۹۴-۳۱۰ مورخ ۷۹/۹/۱۶ در خصوص تولید نیمه صنعتی بتن گوگردی، این مرکز با توجه به مطالعات و تحقیقات انجام شده در بخش بتن، ضمن اعلام نظر مثبت نسبت به تولید بتن گوگردی آمادگی خود را جهت مشارکت و مشاوره در این پروژه تحقیقاتی اعلام می‌دارد.

والسلام ومن...التوفیق



✓ دکتر قاسم نرگسی

۷۹/۱۰/۲۴  
۵۴/۲۵۲۹  
۷۹/۱۰/۲۴



بسمه تعالی



دانشگاه صنعتی شریف

تاریخ ۸/۸/۸۳

شماره

پیوست

جناب آقای دکتر ایکانی

ریاست محترم پژوهشکده شیمیایی - سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران

با سلام. عطف به نامه شماره ۶۳۰/۹۴۲ مورخ ۸۳/۷/۳، نمونه‌های ساخته شده از بتن گوگردی که با استفاده از سیمان گوگردی و ماده مضاف تهیه شده از واحد نیمه صنعتی تحت مدیریت آقای سیدمحمد ضرغامی، مطابق با استاندارد خوردگی مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که ضریب خوردگی در نمونه‌های ساخته شده با سیمان گوگردی، بسیار کمتر از نمونه‌های ساخته شده با سیمان معمولی است. همچنین بررسی نتایج نمونه‌های تست شده در آزمایشگاه صنایع دفاع مزید است که در صورت ویریه مناسب، بتن ساخته شده از سیمان گوگردی دارای مقاومت فشاری بیشتر نسبت به نمونه‌های مشابه با سیمان معمولی می‌باشد.

لذا با توجه به نتایج آزمایش‌های انجام شده، عملکرد ماده مضاف قابل قبول بوده و از آن به‌مراه گوگرد و مصالح سنگی در سازه‌های بتنی و سازه‌های دریایی می‌توان بهره جست.

علی بخشی

استادیار دانشکده شیمیایی عمران

دانشگاه صنعتی شریف



تاریخ: ۱۴-۱۰-۸۴  
شماره: ۴۳۲۵  
پیوست:

تیسار  
وزارت علوم تحقیقات و فناوری  
سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران



## گواهی میشود:

جناب آقای مهندس سیدمحمد ضرغامی طرح نیمه صنعتی «تولید سیمان و بتون گوگردی» را که اجرای آن طبق مصوبه شماره ۳-۳۲۰ مورخ ۸۱/۳/۷ کمیته تخصصی این سازمان به تصویب رسیده بود اجرا نموده اند و خاتمه موفقیت آمیز طرح طبق مصوبه شماره ۷-۳۸۶ مورخ ۸۳/۹/۱۷ کمیته تخصصی به تصویب رسیده است.

این گواهی بنا به درخواست ایشان طی نامه شماره ۱۳۰۱۹ مورخ ۸۴/۱۰/۵ صادر شده است.

حسین رحمانی  
معاون توسعه فناوری

سازمان مرکزی: میدان فردوسی - خیابان انقلاب - خیابان شهید موسوی (فرصت جنوبی) شماره ۷۱ صندوق پستی ۱۵۸۱۵/۳۵۳۸  
تلفن: ۵۷-۸۸۸۲۸۰۵۱ نمابر ۸۸۳۱۸۹۹۳ E.Mail: General@irost.Com Web: www.irost.com  
مجتمع تحقیقاتی عصر انقلاب: جاده قدیم کرج جاده شهریار - بهداز سعید آباد- زیر گذر پل بادامک، جاده حسن آباد خالصه (خیابان شهید ابراهیم احسانیراد)  
تلفن: ۲۲-۶۶۰۲۸۱۳۵ نمابر: ۶۶۰۲۸۵۶۱ صندوق پستی ۱۱۱-۳۷۵۷۵



شماره: ۴۱۵۳۲  
تاریخ: ۸۷/۰۷/۰۶  
نقدار:  
پیوست:

انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان  
مرکز تحقیقات سیمان و بتن



جناب آقای دکتر سمعی نژاد

معاونت محترم امور معادن و صنایع معدنی وزارت صنایع و معادن

با سلام و احترام

بازگشت به نامه شماره ۱۱۲۵۷۹/۶۰ مورخ ۸۷/۱۶/۲۵ منضم به نامه شماره ۱۳۲۱۵ مورخ ۸۷/۰۶/۱۶ شرکت ساختمانی دریایی آسازه باستحضار میرساند.

تولید سیمان و بتن گوگردی استاندارد به لحاظ خصوصیات فنی ویژه و سهولت تولید آنها و نیز به لحاظ محیط زیستی مورد تایید این انجمن بوده که طی سالهای گذشته بارها در جلسات فنی و مکاتبات به آن اشاره شده است این فرآورده ترجیحا" می بایست در نزدیکی پالایشگاه ها و یا معادن گوگردی تولید شود تا ضمن دسترسی ارزانتر به ماده اصلی اولیه ( گوگرد معدنی یا گوگرد حاصل از تصفیه گاز در پالایشگاه ها ) از حمل و نقل مواد گوگردی (که آلود کننده محیط زیست و خطرناک می باشند) تا حد امکان جلوگیری شود. نکته مهم در تولید سیمانهای گوگردی استفاده از یک ماده افزودنی است که به میزان ۱۰-۵٪ به ماده اصلی (گوگرد) اضافه می شود و نقش اساسی در کیفیت سیمان گوگردی دارد. این ماده افزودنی بصورت متعارف موجود نیست و به نظر می رسد که تولید آن در ایران فقط توسط شرکت ساختمانی آسازه انجام میشود لذا توصیه میشود طی جلسه ای با مسئولان شرکت ساختمانی آسازه موضوع بررسی نهایی شده و تصمیمات لازم اتخاذ شود.

محمد حسن پورخلیل

رئیس انجمن  
انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان



# منابع

- شرکت ملی صنایع پتروشیمی - شرکت گسترش صنایع پائین دستی پتروشیمی  
([www.pdsid.com](http://www.pdsid.com)) - خرداد ۸۴

SULPHUR POLYMER CEMENT CONCRETE, ○  
design & Construction Manual ,The Sulphur Institute, ( 1994 Edition )

CHEMPRUF CONCRETE, Chemical Resistance ○

Chempruf sulfur Concrete, Physical & Mechanical Properties ○

○ مصالح مهندسی عمران، اسماعیل گنجیان. دانشگاه خواجه نصیرطوسی

○ فروزان حاجی علی اکبری، احمد روزبهانی، پژوهشگاه صنعت نفت، پژوهشکده شیمی و پتروشیمی، بتن  
گوگردی

○ Production and Consumption of Sulphur In Russia, Sulphur 2002, Austria, Vienna

○ گزارش شرکت ملی صنایع پتروشیمی در مورد کاربردهای متنوع گوگرد عنصری

○ CPAR-MODIFIED SULFUR CONCRETE , DATA / MIXTURE TABLE

- تجربیات علمی و عملی شرکت آبسازه جهت ساخت و تولید سیمان و بتن گوگردی 'مصالح  
پیش ساخته و ماشین آلات مربوطه



- بررسی برخی از پارامترهای موثر در رفتار بتن سولفور - علیرضا خالو و حمیدرضا غفوری - دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده عمران - ۱۳۷۰
- چگونگی تولید و موارد مصرف سیمان و بتن گوگردی - سید محمد ضرغامی - دانشکده فنی دانشگاه تهران
- بتن گوگردی و آسفالت گوگردی - سید محمد ضرغامی - دانشکده فنی دانشگاه تهران
- مطالعه آزمایشگاهی و تحلیل خوردگی آرماتور در بتن گوگردی و مقایسه آن با بتن معمولی - پایان نامه کارشناسی ارشد - دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده عمران - یاسر پروین درآبادی - سال ۸۳
- بررسی عوامل موثر بر مقاومت و دوام بتن گوگردی - پایان نامه کارشناسی ارشد - دانشگاه آزاد اسلامی - کیاچهر بهفرنیا و محمد باقر بکائی جری - سال ۸۸
- مطالعه آزمایشگاهی بتن گوگردی و ویژگیهای آن - کیاچهر بهفرنیا و محمد باقر بکائی جری - پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران - دانشگاه فردوسی مشهد - اردیبهشت ۸۹



# ضمیمه

## مشخصات فنی ایمنی سیمان گوگردی



# مشخصات فنی ایمنی سیمان گوگردی

## MATERIAL SAFETY DATA SHEET CEMENT 2000

Martin Resources, Inc.

P.O. Box 191

Kilgore, Texas 75663

### HAZARD RATING SYSTEM:

NFPA 704	HMIS	KEY
1	1	4=SEVERE
1	1	3=SERIOUS
0	1	2=MODERATE
		1=SLIGHT
		0=MINIMAL

HEALTH  
EMERGENCY ASSISTANCE  
MGS - 1-800-256-4421  
CHEMTREC: (800)424-9300

FLAMMABILITY  
REACTIVITY

### A. PRODUCT IDENTIFICATION

Synonyms: Modified Sulfur Cement  
Chemical Name: Sulfur  
Chemical Family: Non-Metallic Element  
Chemical Formula: S  
CAS Reg. No.: 7704-34-9

Product and/or Components Entered on EPA's TSCA Inventory: YES

This product has been introduced into U.S. commerce, and is listed in the Toxic Substances Control Act (TSCA) Inventory of Chemicals in Commerce; hence, it is subject to all applicable provisions and restrictions under TSCA 40 CFR, Section 721 and 723.250.



## مشخصات فنی ایمنی سیمان گوگردی . . .

### B. HAZARDOUS COMPONENTS

Ingredients	CAS Number	% By Wt.	OSHA PEL	ACGIH	Units
Sulfur	7704-34-9	94-96	N.E.	N.E.	N.A.

N.E. -Not Established

N.A. -Not Applicable

Powdered sulfur may be considered a nuisance dust by the ACGIH. As such workplace exposures should not exceed 10 mg/m<sup>3</sup>.

### C. PERSONAL PROTECTION INFORMATION

Ventilation: Use adequate ventilation to control exposure below recommended exposure levels. Avoid inhalation of dust.

Respiratory Protection: Not generally required. When entering areas containing unknown concentrations, use NIOSH/MSHA approved self-contained breathing apparatus (SCBA).

Eye Protection: Dust-proof goggles or safety glasses with side shields. Contact lenses may absorb irritants. Particles may adhere to lenses and cause corneal damage. Do not wear contact lenses in work areas.

Skin Protection: Chemical-resistant gloves and clothing are recommended to avoid prolonged contact. Avoid unnecessary skin contact.

**NOTE:** Personal protection information shown in Section C is based upon general information as to normal uses and conditions. Where special or unusual uses or conditions exist, it is suggested that the expert assistance of an industrial hygienist or other qualified professional be sought.



## D. HANDLING AND STORAGE PRECAUTIONS

Store in a cool, dry, well-ventilated area, away from incompatible chemicals. Keep away from fire, sparks and flame. Material is corrosive to ferrous and mild steel materials. All handling and storage equipment should be constructed of stainless steel, aluminum, or poly-type materials. Keep containers closed and electrostatically grounded. Powdered sulfur is subject to dust cloud explosions. Engineering of storage facilities should incorporate maximum explosion-proof design.

## E. REACTIVITY DATA

Stability:	Stable
Conditions to Avoid:	Heat, Sparks, Flame, build up of Static Electricity
Incompatibility (Materials to Avoid):	Acids, Alkalies, Halogens, Oxygen and Strong Oxidizing agents. Forms explosive mixtures with oxidizing agents.
Hazardous Polymerization:	Will Not Occur.
Hazardous Decomposition Products:	Sulfur oxides, Hydrogen Sulfide.



## F. HEALTH HAZARD DATA

1. Recommended Exposure Limits: See Section B

2. Acute Effects of Overexposure:

Eye: Exposure to sulfur dust can cause eye irritation, characterized by burning, lacrimation, blurred vision, keratitis, and losses of corneal epithelium.

Skin: Exposure to dust can cause skin irritation. Symptoms include reddening, itching, and inflammation.

Inhalation: Sulfur dust is irritating to mucous membranes of respiratory tract. May cause coughing, sore throat, and shortness of breath.

Ingestion: Large doses can cause gastrointestinal irritation, nausea, vomiting, and diarrhea. Ingestion of greater than 15 grams may cause production of hydrogen sulfide from bacterial action in colon. Hydrogen sulfide thus produced can cause effects on central nervous system, including convulsions, changes in blood pressure and respiration, respiratory arrest, and possibly death.

3. Subchronic and Chronic Effects of Overexposure:

Skin sensitization has been observed in some people after repeated exposures. Chronic inhalation may cause bronchopulmonary disease which may be complicated by emphysema and bronchiectasis. No evidence for carcinogenicity for sulfur according to NTP, IARC, NIOSH, OSHA, or ACGIH.

4. Other Health Effects:

None of note.



## مشخصات فنی ایمنی سیمان گوگردی ...

### 5. Health Hazard Categories:

	Animal	Human			Animal	Human
Known Carcinogen				Toxic		
Suspect Carcinogen				Corrosive		
Mutagen				Irritant		X
Tumorigen				Target Organ Toxin		X
Teratogen				Specify: Eye and respiratory tract irritation		
Allergic Sensitizer						
Highly Toxic						



## مشخصات فنی ایمنی سیمان گوگردی ...

### 6. First Aid and Emergency procedures:

**Eyes:** Immediately flush eyes with large amounts of water for at least 15 minutes. Get medical attention.

**Skin:** Wash affected area with soap and water.

**Inhalation:** Remove the victim to fresh air. Administer artificial respiration if breathing has stopped. Keep victim at rest. Call for prompt medical attention.

**Ingestion:** Never give anything by mouth to anyone who is unconscious or convulsing. Give victim about 16 ounces of water. Induce vomiting if victim is responsive. This is most effective within 30 minutes of ingestion.

Have emergency eyewash station available in work area.



## G. PHYSICAL DATA

Appearance:	Grey to brown solid
Odor:	Mild odor
Melting Point:	246° F
Boiling Point:	831° F at 1 atm
Vapor Pressure:	0.0001 mm Hg at 68° F
Vapor Density (Air = 1):	Not Available
Solubility in Water:	Insoluble
Specific Gravity of Liquid (H <sub>2</sub> O = 1):	2.07
Percent Volatile by Volume:	nearly zero
Evaporation Rate (Ethyl Ether = 1):	negligible



## H. FIRE AND EXPLOSION DATA

Flash Point (Method Used): 370° F (COC); 335° if impure

Autoignition Temperature: 491° F

Flammable Limits (% by Volume in Air): LEL - not applicable

UEL - not applicable

Fire Extinguishing Media: Dry Chemical, Foam, Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>), and Water (Fog or Spray Pattern)

Special Fire Fighting Procedures: Cool down with water and smother with steam, foam, or dry chemical.

Generally low hazard potential. Liquid can burn if heated to temperatures at or above flash point. Material can accumulate static charges which can cause ignition of accumulated flammable or explosive gases or vapors.

Evacuate area of all unnecessary personnel. Use NIOSH/MSHA approved self-contained breathing apparatus and other protective equipment and/or garments described in Section C if conditions warrant. Sulfur burns with a faint blue flame that may be nearly invisible under certain lighting conditions. Isolate material from fire if possible.

Water fog or spray may be used to extinguish fire because the material can be cooled below its flash point. Liquid sulfur in open containers may be extinguished with a fine spray of water. Use of high pressure hose streams must be avoided because of the risk of splattering or causing a steam explosion. Keep quantity of water used to a minimum. Fires in storage tanks can be extinguished by shutting off vents to exclude air. Allow tank contents to cool to below 310° F before opening again.

Fire and Explosion Hazards:

Flammable toxic gases may be released if material is thermally decomposed. Do not mix water with hot material.



## I. SPILL, LEAK AND DISPOSAL PROCEDURES

Precautions required if material is released or spilled:

Evacuate area of all unnecessary personnel. Wear protective equipment and/or garments described in Section C, if conditions warrant. Keep all ignition sources from spill. Uncontaminated material may be reused. Prevent material from reaching waterways or sewers if possible. If spill occurs in water, material will sink. No immediate action is called for in such situations. Any spill or release that exceeds the reportable quantity must be reported to local, state, and federal emergency response agencies.

Waste Disposal: Proper land disposal.



## J. DOT TRANSPORTATION

### 1) For Domestic Shipments:

Commodity Name:	Cement 2000
Shipping Description:	Cement 2000
Packaging References:	Exempt from requirements (49CFR172.102, Special Provision 30)

### 2) For International Shipments:

Commodity Name:	Cement 2000
Label:	Flammable Solid
Shipping Description:	Sulfur, 4.1, UN1350, P.G. III
Packaging References:	49 CFR172.504, 173.151, 173.240



## K. OTHER REGULATORY INFORMATION

Hazardous Substance/RQ - Not Applicable

## L. PROTECTION REQUIRED FOR WORK ON CONTAMINATED EQUIPMENT

Contact immediate supervisor for specific instruction before work is initiated. Wear protective equipment and/or garments described in Section C if exposure conditions warrant.

## M. HAZARD CLASSIFICATION

This product meets the following hazard definition(s) as defined by the Occupational Safety and Health Hazard Communication Standard (29 CFR Section 1910.1200):

	Combustible Liquid		Flammable Aerosol		Oxidizer
	Compressed Gas		Explosive		Pyrophoric
	Flammable Gas		Health Hazard (Section F)		Unstable
	Flammable Liquid		Organic Peroxide		Water Reactive
X	Flammable Solid				

Based on information presently available, this product does not meet any of the hazard definitions of 29 CFR Section 1910.1200.

