



معرفی دوده سیلیس، استانداردهای مربوط و کنترل کیفی

ارائه شده در کارگاه آموزشی شرکت شالمان :

نقش میکروسیلیس در کارایی، مقاومت و دوام بتن

تبریز - ۵ آذر ۹۴

توسط جناب آقای دکتر تدین

تهیه و تدوین: امیرمازیار رئیس قاسمی
پژوهشگر بخش فناوری بتن، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

بخش اول، کلیات و تعاریف

- تعریف دوده سیلیس
- تولید دوده سیلیس
- محصولات بدست آمده از دوده سیلیس

تعريف دوده سيليس

تعریف دوده سیلیس براساس ACI 116R

- ذرات بسیار ریز از سیلیس غیر بلوری که در کوره‌های قوس الکتریکی، بعنوان محصول جانبی در فرآیند تولید آلیاژهای سیلیسیم یا سیلیسیم فلزی، بدست می‌آید.
- این محصول را بنام‌های زیر نیز می‌شناسند:

- ❖ Condensed silica fume
- ❖ Microsilica

SILICA FUME SUMMARY

- دودی که محصول جانبی کوره تولید آلیاژهای سیلیسیم یا سیلیسیم فلزی می باشد جمع آوری می شود.
- این سیلیس غیر بلوری، دارای درصد SiO_2 زیاد بوده و از ذرات بسیار ریز و سطح ویژه خیلی زیاد تشکیل شده.
- پوزولانی است، با واکنش پذیری بسیار زیاد، جهت بهبود خواص ملات و بتن.

نام‌های دوده سیلیس

- Condensed silica fume دوده‌سیلیس چگال شده
- Microsilica میکروسیلیس
- Silica dust غبار سیلیس
- Volatilized silica سیلیس بخار شده

دوده سیلیس شامل موارد زیر نیست

- Precipitated silica سیلیس ته نشین شده
- Fumed silica
- Gel silica سیلیس ژلی
- Colloidal silica سیلیس کلوئیدی
- Silica flour گرد سیلیس

مسائل مربوط به سلامت دوده سیلیسی

The committee is not aware of any reported health-related problems associated with the use of silica fume in concrete.

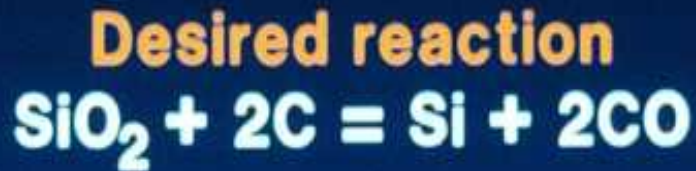
--ACI 234R

مسائل مربوط به سلامت دوده سیلیسی

- Silica fume may contain trace amounts of crystalline quartz -- requires warnings on bags
- Treat as respirable dust
- Refer to materials safety data sheets (MSDS) for safety measures

تولید دوده سیلیسی

تولید دوده سیلیس



Raw Materials

Carbon
-- Coke
-- Coal
-- Wood Chips
Quartz

Smelting Furnace

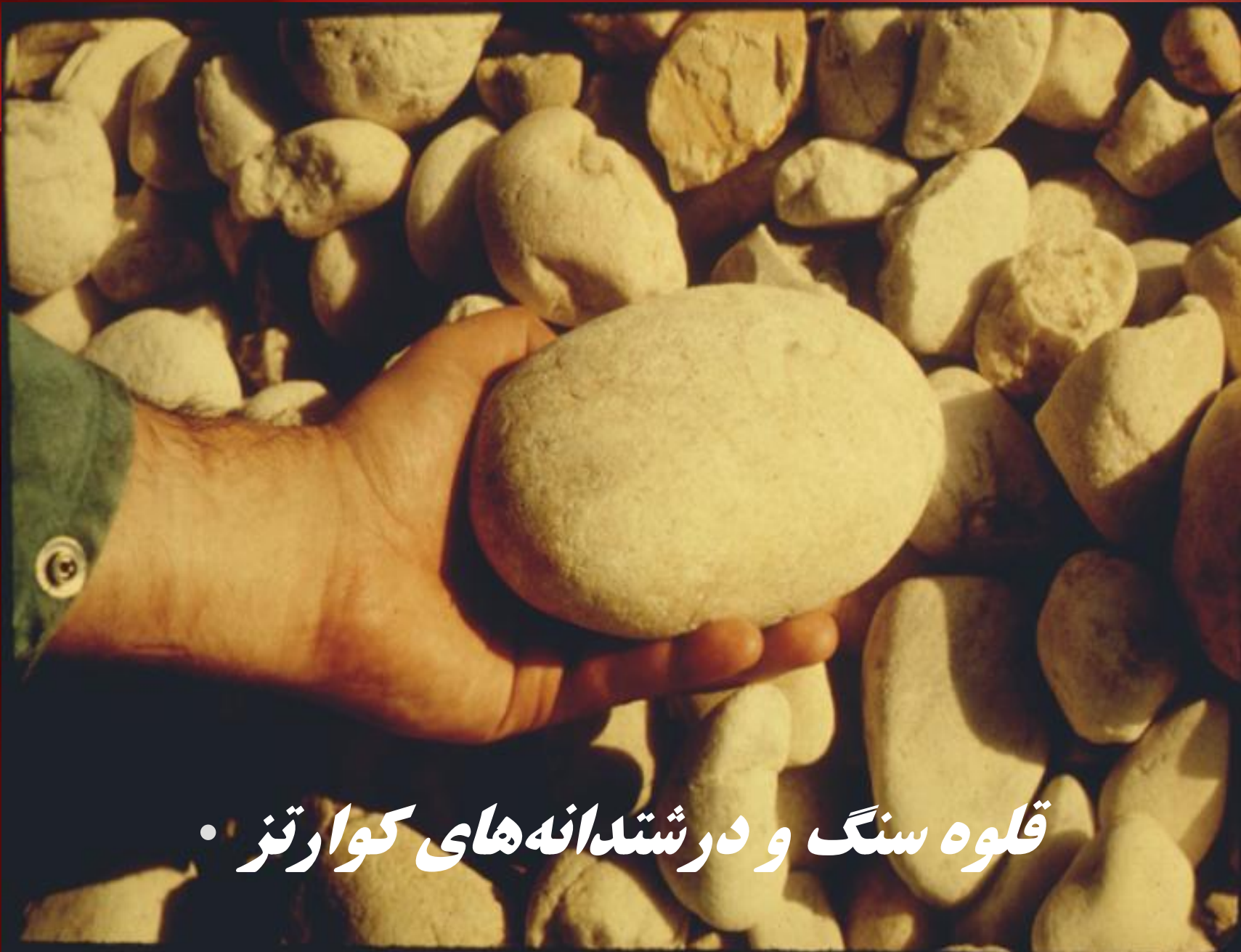
Temperature
2000 deg C

Off-gas

Baghouse Filter

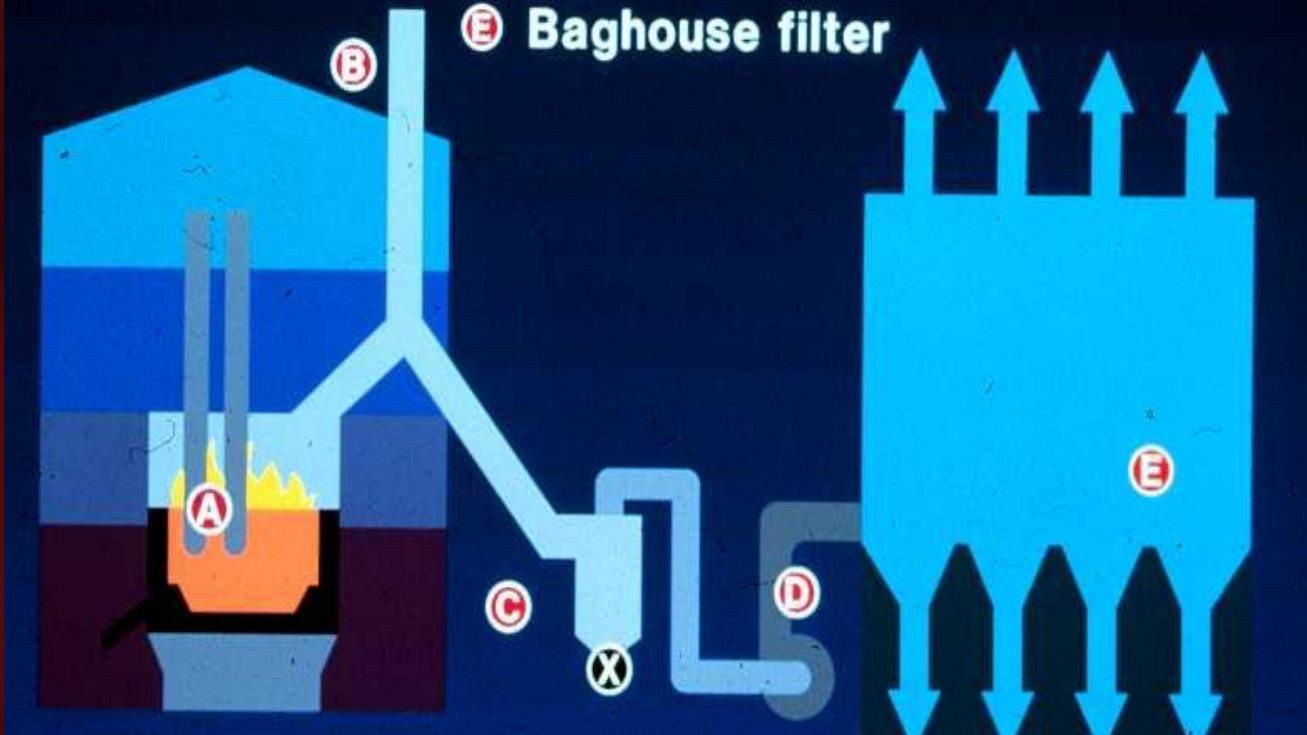
Silicon Metal

As-Produced
Silica Fume



• قلوہ سنگ و درشندانہ‌های کوارتز

- (A) Open furnace**
- (B) Stack**
- (C) Precollector**
- (D) Fan**
- (E) Baghouse filter**



موادی که دوده‌سیلیس از آنها بدست می‌آید

- سیلیسیم فلزی، که معمولاً بیش از ۹۷٪ سیلیسیم دارند،
- آلیاژهای فروسیلیسیم که حدود ۴۰ تا ۹۰٪ آلیاژهای سیلیسیم با آهن دارند.

محصولات ناشی از دوده سیلیسی

برخی از انواع محصولات دوده سیلیس

- دوده سیلیس پودری
- دوغاب
- دوده سیلیس چگال شده
- سیمان آمیخته با دوده سیلیس
- دوده سیلیس قرصی
- ژل میکروسیلیس

مشخصات دوده سیلیسی پودری

- مستقیماً از فیلترهای کیسه ای بدست می آیند،
- بسیار ریز و غبار مانند هستند،
- بدلیل چسبندگی، حمل و نقل آن با فشار باد دشوار است،
- تمایل به کلوخه شدن و ایجاد کلوخه های ضعیف،
- وزن مخصوص انبوهی در فشارهای کم (در مخازن و سیلوهای نگهداری) کم می باشد.

مشخصات دوغاب دوده سیلیس

- حاوی ۵۰ تا ۵۲٪ مواد جامد (شامل دوده سیلیس پودری دیسپرس شده در آب)،
- نیاز به مخازن نگهداری، دارای همزن و تدابیر لازم برای محافظت از یخ زدن.



مشخصات دوده سیلیس چگال شده

- دارای قابلیت برگشت پذیر کلوخه شدن
- قابلیت مناسب در جابجایی با فشار باد
- چگالی انبوهی اقتصادی در سیلو یا تانکرهای حمل
- چگالی قابل کنترل تولیدات بر اساس شرایط جابجایی و کاربرد



www.shalman.co.ir

مشخصات سیمان آمیخته با دوده سیلیس

- در ابتدا از مناطق شمال شرقی کانادا شروع شد ولی در آمریکا رایج نشد
- میزان دوده سیلیس ثابت و حدود ۷.۵ تا ۸.۵٪
- از دوده سیلیس چگال شده و یا قرصی شکل تولید می شوند
- در ابتدا فقط سیمان آمیخته دوده سیلیسی تولید شد ولی در ادامه ترکیبی از دوده سیلیس و خاکستر بادی نیز عرضه شد.

مشخصات دوده سیلیسی قرصی شکل

- بدون غبار
- فرآیند کلوخه شدن آنها بدون برگشت است
- ابعاد ذرات، دانه ها معمولاً بین ۱۰ تا ۲۵ میلی متر است
- بیشتر در فرآیند تولید سیمان آمیخته بکار می روند
- برای استفاده مستقیم در بتن مناسب نیست

SILICA FUME COLORS

Premium -- White

Standard -- Grey



بخش دوم، استانداردها و کنترل کیفیت

ویژگی‌های دوده سیلیس در استانداردهای مختلف

● استاندارد ملی ایران ۱۳۲۷۸

- ASTM C 1240
- AASHTO M 307
- CSA A 23.5
- EN 13268-1

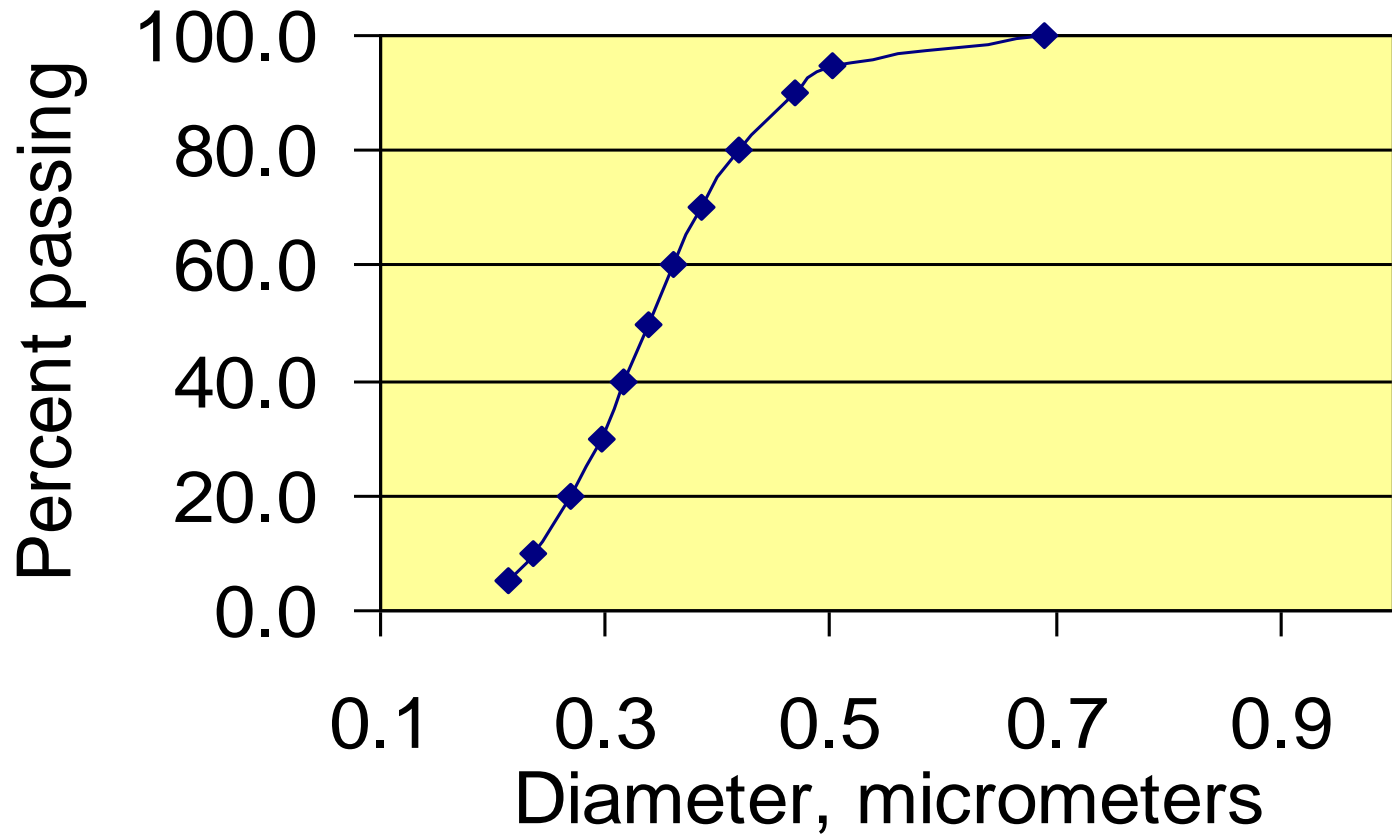
ویژگی‌های کلیدی دوده سیلیس

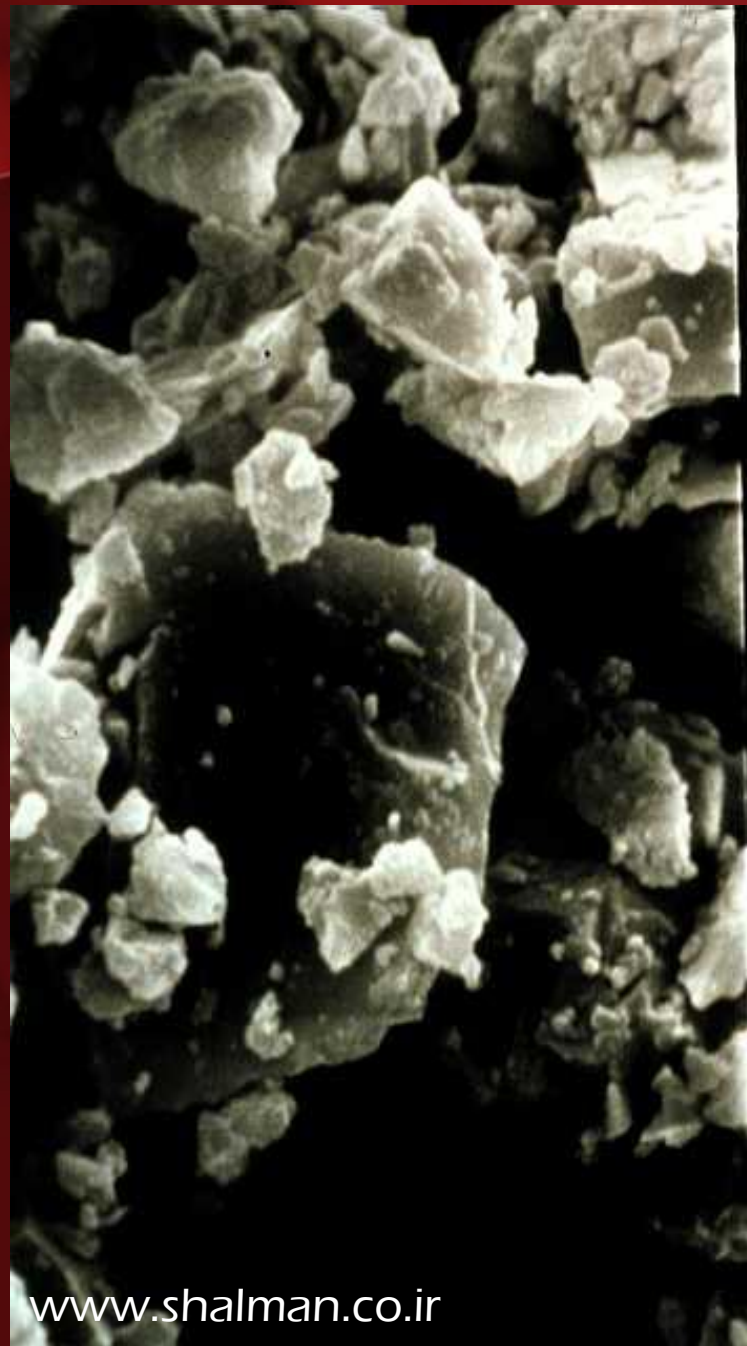
- Amorphous (بی شکل، غیر بلوری)
- Silicon dioxide > 85%
- درصد اکسید سیلیس بیش از ۸۵٪
- Trace elements depending upon type of fume
- درصد عناصر و مواد کم، بسته به روش تولید است

SILICA FUME -- PHYSICAL PROPERTIES

Particle size (typical)	< 1 μ m
Bulk density	
(as-produced)	130 to 430 kg/m ³
(slurry)	1320 to 1440 kg/m ³
(densified)	480 to 720 kg/m ³
Specific gravity	2.2
Surface area (BET)	13,000 to 30,000 m ² /kg

Typical particle size distribution





مقایسه ای بین مشخصات شیمیایی دوده سیلیس، خاکستر بادی و سیمان

	<u>Silica Fume</u>	<u>Fly Ash</u>	<u>Cement</u>
SiO₂ Content	85- 97	35 - 48	20 -25
Surface Area m²/kg	17,000 - 30,000	400 - 700	300 - 500
Pozzolanic Activity (with cement, %)	120 - 210	85 - 110	n/a
Pozzolanic Activity (with lime) (MPa)	8.3 - 11.4	5.5 - 6.9	n/a