

بِنا م خدا



# کاربردهای غبار سیستم پخت

حسین چهرگانی

فوق لیسانس مهندسی شیمی

شرکت سیمان تهران و دانشگاه علم و صنعت ایران

## 2- خواص شیمیایی و فیزیکی غبار کوره سیمان

### 2-1- مواد فرار و قلیایی موجود در غبار کوره و خواص آنها

#### 2-2- دانه بندی غبار کوره سیمان

| سیمان نوع 5 | سیمان نوع 4 | سیمان نوع 3 | سیمان نوع 2 | سیمان نوع 1 | جزء        |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| 1/55        | 0/00        | 0/00        | 0/08        | 2/18        | <212       |
| 2/48        | 1/20        | 1/18        | 1/50        | 1/68        | 150 تا 212 |
| 8/78        | 5/20        | 6/44        | 6/27        | 10/92       | 95 تا 150  |
| 3/20        | 3/33        | 4/08        | 2/75        | 4/68        | 90 تا 75   |
| 5/17        | 6/21        | 5/53        | 5/00        | 5/16        | 75 تا 63   |
| 0/00        | 0/20        | 0/00        | 0/00        | 0/00        | 45 تا 63   |
| 22/82       | 33/26       | 25/66       | 32/66       | 24/80       | 31 تا 45   |
| 20/80       | 13/50       | 15/40       | 15/60       | 6/55        | 22 تا 31   |
| 1/92        | 2/90        | 3/50        | 5/74        | 4/15        | 15 تا 22   |
| 1/90        | 3/10        | 3/21        | 3/20        | 5/20        | 8 تا 15    |
| 1/10        | 1/30        | 1/50        | 1/90        | 4/80        | 4 تا 8     |
| 30/30       | 29/80       | 33/50       | 25/30       | 29/90       | <4         |

#### 2-3- ترکیب شیمیایی غبار سیستم پخت

| L.O.I | Cl   | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | SO <sub>3</sub> | MgO  | CaO   | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | جزء |
|-------|------|-------------------|------------------|-----------------|------|-------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-----|
| 4/25  | 3/72 | 0/84              | 3/06             | 8/70            | 0/48 | 56/44 | 2/62                           | 6/99                           | 12/88            | 1   |
| 7/77  | 2/81 | 0/89              | 2/02             | 1/68            | 2/58 | 55/18 | 2/34                           | 7/36                           | 16/41            | 2   |
| 7/97  | 4/79 | 1/43              | 3/21             | 2/08            | 1/99 | 53/96 | 2/30                           | 6/42                           | 15/42            | 3   |
| 7/74  | 6/93 | 2/15              | 2/22             | 4/52            | 1/90 | 54/56 | 2/20                           | 6/84                           | 11/24            | 4   |
| 8/26  | 5/82 | 2/65              | 2/22             | 8/23            | 1/61 | 46/01 | 1/93                           | 6/17                           | 15/23            | 5   |

ترکیب شیمیایی غبار سیستم پخت در انواع کوره ها

| بلند خشک |              | بلند تر |              | پیش گرمکن<br>مشبک (گریت) |              | پیش گرمکن سیکلونی |              |                 |              | نوع<br>کوره                    |
|----------|--------------|---------|--------------|--------------------------|--------------|-------------------|--------------|-----------------|--------------|--------------------------------|
|          |              |         |              | لیپول                    |              | غبار کنار گذر     |              | غبار فیلتر اصلی |              | تعداد نمونه                    |
| 2        |              | 36      |              | 13                       |              | 6                 |              | 19              |              |                                |
| متوسط    | از - تا      | متوسط   | از - تا      | متوسط                    | از - تا      | متوسط             | از - تا      | متوسط           | از - تا      |                                |
| 24/4     | 21/8 تا 27/0 | 22/6    | 33/8 تا 3/8  | 15/6                     | 28/6 تا 5/2  | 8/9               | 13/3 تا 4/3  | 34/5            | 37/9 تا 31/3 | L.O.I                          |
| 9/5      | 11/3 تا 7/6  | 13/3    | 18/3 تا 3/5  | 14/0                     | 21/0 تا 4/9  | 14/4              | 16/4 تا 13/1 | 13/1            | 16/8 تا 9/0  | SiO <sub>2</sub>               |
| 2/9      | 3/1 تا 1/6   | 3/9     | 6/9 تا 1/4   | 3/7                      | 9/0 تا 1/1   | 3/7               | 4/5 تا 3/0   | 4/1             | 6/6 تا 2/2   | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| 1/4      | 1/7 تا 1/1   | 1/9     | 0/6 تا 3/4   | 1/5                      | 3/7 تا 0/4   | 1/7               | 2/5 تا 1/2   | 2/2             | 3/3 تا 1/2   | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| 40/2     | 49/6 تا 31/7 | 41/7    | 53/8 تا 10/6 | 36/1                     | 52/7 تا 14/9 | 52/3              | 60/8 تا 44/4 | 42/2            | 45/7 تا 38/6 | CaO                            |
| 1/3      | 1/3 تا 1/3   | 1/3     | 4/5 تا 0/3   | 1/0                      | 2/6 تا 0/4   | 1/7               | 2/7 تا 0/80  | 1/4             | 2/4 تا 0/70  | MgO                            |
| 10/4     | 14/8 تا 6/0  | 6/3     | 36/7 تا 0/68 | 121/1                    | 32/2 تا 1/3  | 3/6               | 4/8 تا 2/6   | 0/75            | 2/4 تا 0/04  | SO <sub>3</sub>                |
| 8/3      | 15/8 تا 0/88 | 6/0     | 38/1 تا 0/79 | 13/2                     | 35/2 تا 3/4  | 8/8               | 12/6 تا 4/1  | 1/07            | 2/7 تا 0/35  | K <sub>2</sub> O               |
| 0/69     | 1/3 تا 0/07  | 1/3     | 14/1 تا 0/12 | 1/1                      | 2/6 تا 0/18  | 0/62              | 1/6 تا 0/17  | 0/17            | 0/30 تا 0/07 | Na <sub>2</sub> O              |
| /69      | 1/3 تا 0/88  | 1/3     | 10/8 تا 0/07 | 0/81                     | 2/0 تا 0/10  | 4/2               | 7/1 تا 2/3   | 0/25            | 0/68 تا 0/04 | Cl                             |
| 5/1      | 8/8 تا 1/3   | 6/33    | 17/9 تا 0/0  | 6/32                     | 7/7 تا 0/71  | 4/2               | 31/1 تا 2/6  | 0/12            | 0/54 تا 0/00 | آهک<br>آزاد                    |

آنالیز شیمیایی در 90+15+212 μm

| L.O.I | Cl   | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | SO <sub>3</sub> | MgO  | CaO   | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | جزء |
|-------|------|-------------------|------------------|-----------------|------|-------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-----|
| 3/15  | 0/84 | 0/60              | 1/30             | 4/78            | 0/54 | 49/46 | 1/61                           | 10/71                          | 26/94            | 1   |
| 4/11  | 1/68 | 0/98              | 1/00             | 1/07            | 2/24 | 47/70 | 2/46                           | 8/82                           | 26/94            | 2   |
| 5/10  | 1/30 | 0/90              | 1/21             | 0/97            | 2/20 | 46/98 | 2/38                           | 9/62                           | 30/10            | 3   |
| 6/20  | 4/60 | 1/98              | 2/01             | 4/52            | 1/95 | 47/68 | 2/02                           | 6/88                           | 21/54            | 4   |
| 3/98  | 1/20 | 1/10              | 0/80             | 4/45            | 2/15 | 50/16 | 3/55                           | 6/37                           | 26/10            | 5   |

### آنالیز شیمیایی در 31+63+75 μm

| L.O.I | Cl    | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | SO <sub>3</sub> | MgO  | CaO   | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | جزء |
|-------|-------|-------------------|------------------|-----------------|------|-------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-----|
| 2/88  | 2/10  | 1/00              | 2/10             | 7/19            | 0/53 | 50/00 | 2/06                           | 8/56                           | 24/74            | 1   |
| 4/20  | 3/00  | 1/00              | 1/81             | 0/90            | 1/11 | 49/42 | 2/14                           | 8/86                           | 26/84            | 2   |
| 3/28  | 4/04  | 0/80              | 1/09             | 0/94            | 1/23 | 50/06 | 4/42                           | 9/36                           | 27/06            | 3   |
| 4/81  | 25/00 | 1/98              | 2/10             | 3/96            | 1/99 | 46/99 | 2/10                           | 6/68                           | 23/90            | 4   |
| 3/98  | 2/41  | 1/50              | 1/20             | 5/20            | 1/93 | 53/26 | 2/18                           | 6/52                           | 22/54            | 5   |

### آنالیز تجزیه شیمیایی در < 31 μm

| L.O.I                       | Cl   | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | SO <sub>3</sub> | MgO  | CaO   | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | جزء |
|-----------------------------|------|-------------------|------------------|-----------------|------|-------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-----|
| <sup>3</sup> / <sub>4</sub> | 6/10 | 1/49              | 2/97             | 10/03           | 6/44 | 54/93 | 2/30                           | 9/55                           | 6/92             | 1   |
| 10/90                       | 3/02 | 0/87              | 1/99             | 1/42            | 2/39 | 53/35 | 2/32                           | 6/80                           | 16/40            | 2   |
| 9/66                        | 5/66 | 1/66              | 2/17             | 1/91            | 1/86 | 50/94 | 2/62                           | 6/15                           | 18/14            | 3   |
| 11/86                       | 6/60 | 2/98              | 2/04             | 5/15            | 1/82 | 52/10 | 2/02                           | 6/55                           | 8/99             | 4   |
| 6/54                        | 7/44 | 4/26              | 2/58             | 7/51            | 1/63 | 47/18 | 2/32                           | 4/82                           | 15/74            | 5   |

### 3- کاربرد غبار کوره سیمان

## 3-1- مقدمه

غبار کوره‌های سیمان از لحاظ کاربرد دارای ویژگی‌های زیر می‌باشند:

- 1- مقدار و حجم قابل توجهی دارد.
- 2- مواد فرار نظیر آلکالی‌ها و ترکیبات گوگردی در آن قابل توجه است.
- 3- عملیات پودرسازی مواد خام قبلاً روی آن انجام گرفته است.
- 4- مقداری از عملیات پخت (کلسیناسیون) صورت پذیرفته است.
- 5- اندازه بسیار ریز و ظرفیت جذب بالا
- 6- قیمت پایین
- 7- حاوی ترکیبات فعال هیدرولیکی است.

3-2- روشهایی که غبار بدون تغییری در کارخانه مصرف می‌شود

3-2-1- استفاده از غبار کوره به عنوان افزودنی به سیمان

- انواع سیمان مطابق استاندارد EN 197-1 و ترکیب آنها (بر حسب درصد وزنی)

3-2-1-1- اثر افزودن غبار کوره بر مصرف آب بتن حاصل

| نسبت 1/2/4 |      |      |      | نسبت 1/1,5/3 |      |      |      |      |      | پارامتر               |
|------------|------|------|------|--------------|------|------|------|------|------|-----------------------|
| 10         | 9    | 8    | 7    | 6            | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | شماره نمونه           |
| 45         | 35   | 25   | 15   | صفر          | 45   | 35   | 25   | 15   | صفر  | درصد غبار در سیمان    |
| 0/95       | 0/79 | 0/67 | 0/58 | 0/49         | 1/16 | 0/91 | 0/83 | 0/74 | 0/62 | نسبت وزنی آب بر سیمان |
| 11         | 10   | 10/4 | 5/6  | 4/2          | 5    | 4/4  | 4/6  | 4/4  | 4/4  | زمان اختلاط           |
| -          | -    | -    | 0/4  | 0/9          | 0/4  | 1/25 | 0/7  | 0/8  | 0/3  | مقدار هوا (درصد حجمی) |

3-2-1-2- اثر افزودن غبار کوره بر زمان گیرش بتن

شکل 2: اثر افزودن غبار کوره بر گیرش اولیه و نهایی بتن [3]

### 3-1-2-3- اثر افزودن غبار کوره بر مقاومت بتن

بر مقاومت کششی و خمشی (به صورت درصد نسبت به مقاومت فشاری 28 روزه با واحد  $N/m^2$ )

| مقاومت کششی | مقاومت خمشی | مقاومت فشاری |         |         |        |        | مقاومت فشاری 28 روزه | درصد غبار |
|-------------|-------------|--------------|---------|---------|--------|--------|----------------------|-----------|
|             |             | 90 روزه      | 56 روزه | 14 روزه | 7 روزه | 3 روزه |                      |           |
| 8/8         | 13/4        | 112/6        | 122/3   | 82/0    | 68/0   | 50/5   | 27/8                 | صفر       |
| 9/1         | 11/4        | 110/3        | 112/3   | 83/1    | 68/6   | 49/8   | 29/1                 | 15        |
| 11/1        | 13/6        | 130/0        | 128/6   | 86/4    | 74/1   | 56/4   | 22/0                 | 25        |
| 9/2         | 13/5        | 124/5        | 114/7   | 91/3    | 76/6   | 62/0   | 18/4                 | 35        |
| 9/5         | 13/1        | 121/6        | 114/7   | 83/7    | 73/2   | 53/6   | 15/3                 | 45        |
| 8/7         | 10/1        | --           | 106/5   | 85/5    | 68/0   | 50/4   | 46/2                 | صفر       |
| 8/9         | 12/1        | 113/4        | 109/7   | 90/9    | 78/4   | 61/5   | 36/1                 | 15        |
| 10/1        | 12/8        | 124/8        | 114/8   | 95/6    | 83/9   | 66/9   | 31/7                 | 25        |
| --          | --          | 101/1        | 101/2   | 82/8    | 73/2   | 57/8   | 29/6                 | 35        |
| 10/3        | 11/2        | 110/7        | 111/7   | 92/4    | 78/4   | 63/9   | 29/1                 | 45        |

### 3-1-2-4- اثر افزودن غبار کوره بر انبساط کلیایی بتن

نتایج آزمونهای انبساط اتوکلاو و سطح ویژه نمونه‌های حاصل با درصد افزودنی غبار مختلف

| شماره نمونه | درصد غبار افزوده شده | سطح ویژه (cm <sup>2</sup> /gr) | انبساط اتوکلاو (%) |
|-------------|----------------------|--------------------------------|--------------------|
| 1           | صفر                  | 2800                           | 0/120              |
| 2           | 3                    | 2900                           | 0/110              |
| 3           | 4                    | 2960                           | 0/105              |
| 4           | 5                    | 3010                           | 0/104              |
| 5           | 6                    | 3100                           | 0/102              |
| 6           | 7                    | 3160                           | 0/100              |
| 7           | 8                    | 3200                           | 0/099              |
| 8           | 9                    | 3220                           | 0/097              |
| 9           | 15                   | 3420                           | 0/090              |
| 10          | 20                   | 3550                           | 0/080              |

3-2-1-5- اثر افزودن غبار کوره بر سطح ویژه سیمان

3-2-1-6- جمع بندی

3-2-2-2- برگرداندن به کوره پس از گرانول کردن یا فشردن

3-2-3- اثر جایگزینی غبار کوره با گچ در آسیاب سیمان

www.cementtechnology.ir

### شکل 6: فرآیند تولید و انتقال گرانول از غبار کوره

بخش غبار: 1- سیلو 2- شیر دوار 3- مارپیچ تغذیه 4- کانال استیل انتقال  
 بخش دوغاب: 5- مخزن اختلاط 6- جریان سرریز 7- پمپ دوغاب 8- انژکتور دوغاب 9- مخلوط‌کننده  
 مخصوص ( Schugi )  
 بخش اختلاط و هوای فشرده: 11- خروجی مخلوط‌کن 12- لوله انژکتور 13- فن 14- انژکتور اولیه  
 15 و 16- انژکتورهای ثانویه 18- لوله‌های انژکتور ثانویه

3-3- روشهایی که غبار پس از حذف آلکالیه‌ها در کارخانه مصرف می شود



### 3-3-1- بازیافت غبار با استفاده از بستر سیال

www.cementtechnology.ir

سیستم بازیافت غبار به روش بستر سیال    نمای بستر سیال سه مرحله‌ای با سیستم برگشتی  
جامد لیچینگ شده

آنالیز شیمیایی محصول جانبی فرآیند بستر سیال (غبار بازیافتی)

| تلفات حرارتی<br>در 900 °C | Cl   | Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | MgO  | CaO   | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> |
|---------------------------|------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------|------------------|------|-------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|
| 4/12                      | 0/40 | 0/01                           | 0/07             | 0/04                          | 28/97           | 2/72              | 30/50            | 1/05 | 23/50 | 1/20                           | 1/20                           | 6/89             |

مواد فرار دفع شده (درصد وزنی بر مبنای خشک)

| درصد کاهش | کلینکر | خوراک       |              |                   |
|-----------|--------|-------------|--------------|-------------------|
|           |        | کل فرار شده | باز یافت شده |                   |
| 92/3      | 0/23   | 3/30        | 2/50         | K <sub>2</sub> O  |
| 71/7      | 0/13   | 0/46        | 0/30         | Na <sub>2</sub> O |
| 87/6      | 0/79   | 6/37        | 4/14         | SO <sub>3</sub>   |
| 99/0      | -      | 0/37        | 0/24         | Cl                |

تبدیل غبار کوره سیمان در رآکتور بستر سیال فولر

3-3-2- جداسازی ترکیبات قلیایی از خاک رس و غبار کوره به وسیله جداکننده‌ها

D<sub>0</sub>: قطر لوله ورودی

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> و D<sub>4</sub>: قطر مراحل مختلف

1, 2, 3 و 4: لوله های خروجی

AMP: مخلوط هوا با پودر

طرح یک جداکننده چهار مرحله ای (MS)

خواص اجزاء تشکیل دهنده غبار کنار گذر کوره

| ملاحظات                                 | CIX10 <sup>3</sup> | اندازه ذرات (μm) | دانسیته (kg/m <sup>3</sup> ) |                                |
|---|--------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------|
| مواد خام مورد استفاده برای تولید کلینکر | 397 تا 606         | 30 تا 70         | 5240                         | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|   | 342 تا 684         | 30 تا 70         | 2650                         | SiO <sub>2</sub>               |
|   | 367 تا 486         | 40 تا 70         | 3370                         | CaO                            |
|   | 387 تا 547         | 50 تا 100        | 2990                         | CaSO <sub>4</sub>              |
|   | 378 تا 501         | 40 تا 70         | 3580                         | MgO                            |
|   | 397 تا 593         | 30 تا 90         | 3900                         | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| مواد مصرف در تولید محلولهای قلیایی      | 208 تا 329         | 20 تا 50         | 2165                         | NaCl                           |
|   | 200 تا 316         | 20 تا 50         | 1999                         | KCl                            |
|   | 232 تا 328         | 20 تا 40         | 2700                         | Ca(ClO) <sub>2</sub>           |

نتایج حاصل از طبقه بندی غبار کنار گذر کوره

| ماده حاصل | دانسیته | اندازه ذرات | CIX10 <sup>3</sup> | محصول | مقدار تولید |
|-----------|---------|-------------|--------------------|-------|-------------|
|-----------|---------|-------------|--------------------|-------|-------------|

| (%)   | مرحله |            | ( $\mu\text{m}$ ) | ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) |                  |
|-------|-------|------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| 89/37 | 1     | 684 تا 342 | 120 تا 30         | 5240 تا 2320               | مواد خام کلینگری |
| 9/41  | 2     | 329 تا 200 | 50 تا 20          | 2700 تا 1999               | مواد قلیایی      |
| 1/22  | فیلتر | < 200      | < 20              | -                          | ذرات ریز         |

### 3-3-3- تصفیه و استفاده مجدد از غبار کوره

www.cementtechnology.ir

سیستم شستشوی غبار

3-3-3-1 مقدار آب

تأثیرات شستشو با استفاده مقادیر مختلف آب

3-3-3-2- مراحل شستشو

مقایسه شستشوی یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای

| SO <sub>3</sub> | K <sub>2</sub> O | Cl   |          |
|-----------------|------------------|------|----------|
| 9/90            | 0/64             | 0/42 | یک مرحله |
| 10/00           | 0/57             | 0/35 | دو مرحله |

3-3-3-3- زمان اختلاط و شستشو

تأثیر زمان شستشو یا اختلاط

3-3-3-4- افزودن غبار شسته شده با خوراک کوره به شکل دوغاب

## 3-3-3-5- ویژگی مصرف غبار کنارگذر در درون کارخانه

## ترکیب شیمیایی غبار کنارگذر

| فاکتور غنی سازی مواد<br>خام به غبار کنارگذر | غبار کوره | کلینکر | مواد خام | ترکیبات اصلی<br>(%)            |
|---|-----------|--------|----------|--------------------------------|
| ---   | 6/5       | 0/3    | 35/8     | Ign. Loss                      |
| ---   | 12/5      | 21/7   | 13/5     | SiO <sub>2</sub>               |
| ---   | 2/2       | 6/1    | 3/6      | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| ---   | 2/5       | 2/0    | 1/3      | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| ---   | 31/0      | 66/5   | 43/2     | CaO                            |
| ---   | 0/4       | 1/1    | 0/6      | MgO                            |
| 18/3  | 11/0      | 1/0    | 0/6      | SO <sub>3</sub>                |
| 8/6   | 2/6       | 0/3    | 0/3      | Na <sub>2</sub> O              |
| 30/1  | 18/4      | 0/9    | 0/6      | K <sub>2</sub> O               |
| 191/6                                       | 11/5      | 0/07   | 0/06     | Cl                             |

تعدادی از کارخانجات، کاربردهای درونی زیر را برای غبار کنارگذر یافته اند:

- افزودن به مواد خام در حال آماده شدن

- تغذیه به مواد خام

- افزودن به سیمان های OPC و سرباره ای مطابق استاندارد ENV 197-1

پتانسیل استفاده های دیگری که در درون کارخانه می تواند مطرح شود، اما نمی توان مطمئن برای

تولید آن بود، عبارتند از:

- چسب‌های هیدرولیکی کیفیت پائین
- چسب‌های ویژه برای نمک معدن کاری

### 3-3-3-5- جمع بندی

از مجموع آزمایشها و تجربیات انجام شده موارد زیر به طور خلاصه قابل بیان می باشد:

- غبارهای کوره با درصدهای متفاوت از ترکیبات قلیایی، رفتار یکسانی در برابر شستشو دارند.
- با ثابت بودن مقدار آب، شستشوی دو مرحله‌ای مقداری مؤثرتر از یک مرحله‌ای است و افزایش تعداد مراحل تأثیر قابل توجهی ندارد.
- قلیاها و کلرورهای غبارهای کوره به آسانی توسط آب شسته و جدا می گردند.
- ترکیبات سولفوردار غبار کوره بسیار نامحلول در آب می باشند و به سختی با این روش جدا می شوند.
- زمان لازم برای اختلاط، چند دقیقه می باشد.
- بهتر است برای بهبود نتایج از فرآیند یک مرحله‌ای با نسبت آب به غبار 6-8 متر مکعب آب بر هر تن استفاده شود.
- به طور متوسط برای تولید 0/85 تن سیمان بدون در نظر گرفتن هزینه‌های استخراج معدن و سایش، حدود 7 متر مکعب آب مورد نیاز است.
- بازگرداندن غبار به کوره‌های سیمان از نظر فنی امکان پذیر و از لحاظ اقتصادی و زیست محیطی سودمند می باشد.

### 3-3-4- تصفیه غبار بر اساس فن آوری Passamaquoddy

جانمایی اسکرابر Passamaquoddy

3-4- روشهایی که غبار در بیرون از کارخانه مصرف می شود

3-4-1- به عنوان پرکننده در بتونهای آسفالتی

3-4-1-1- اثر مواد اکسید شونده غبار کوره سیمان

تغییرات و سیکوزیته آسفالت معمولی با و بدون افزودنی آهکی از حالت آسفالت تازه تا کهنه

3-4-1-2- اثر پیوند دهندگی غبار کوره سیمان



## 3-1-4-3- وضعیت کاربرد به عنوان پرکننده آسفالت

## 3-1-4-4- جمع بندی

مقایسه عملکرد نسبت‌های مختلف پرکننده و غبار کوره به عنوان پرکننده مرکب آسفالت

| نسبت پرکننده |            |            |            |            | پرکننده      |             | استاندارد<br>هلند |            | استاندارد<br>های بلژیک | مشخصات                     |
|--------------|------------|------------|------------|------------|--------------|-------------|-------------------|------------|------------------------|----------------------------|
| 60:40        | 50:50      | 40:60      | 30:70      | 20:80      | Vaulx        | Middlesoort | Zwakke            | Z.Zwakke   |                        |                            |
| صفر          | صفر        | صفر        | صفر        | صفر        | صفر          | صفر         | صفر               | صفر        |                        | باقیمانده روی<br>الک: 1mm  |
| 5 تا 10      | 5 تا 10    | 5 تا 10    | 5 تا 10    | 5 تا 10    | 5 تا 10      | 5 تا 15     | 5 تا 15           | 5 تا 15    |                        | 0/09mm                     |
| 14/5 تا 20   | 14/5 تا 20 | 14/5 تا 20 | 14/5 تا 20 | 14/5 تا 20 | 13 تا 19     | 5 تا 25     | 5 تا 25           | 5 تا 25    |                        | 0/063mm                    |
| 0/48         | 0/46       | 0/43       | 0/45       | 0/43       | 0/5 تا 0/6   |             |                   | 0/5 تا 0/8 |                        | دانسیته ظاهری<br>در تولوئن |
| 39/5         | 43/9       | 43/7       | 46/0       | 46/5       | 30 تا 34     | >44         | >36               | >29        | 30 تا 50               | تخلخل                      |
| صفر          | صفر        | صفر        | صفر        | صفر        | <10          | <10         | <10               | <10        | <10                    | حساسیت نسبت<br>به آب       |
| 2/5          | 2/7        | 2/7        | 2/8        | 3/0        | 0/35 تا 1/0  | <3          | <3                | <3         | <3                     | خیس شدن                    |
| <0/5         | <0/5       | <0/5       | <0/5       | <0/5       | 0/1 تا 0/21  | <1/5        | <1/5              | <1/5       |                        | L.O.I(150°C)               |
| 7/1          | 8/5        | 9/6        | 11/6       | 12/5       | 0/38 تا 1/90 | <10         | <10               | <10        |                        | حلالیت در آب               |
| 44           | 50         | 55         | 56         | 58         | 32 تا 37     | 54 تا 60    | 40 تا 45          | 28 تا 30   |                        | قیر (در<br>دسترس)          |

## 3-4-2- تثبیت لجن فاضلابها

## 3-4-2-1- تاثیر غبار کوره سیمان بر لجن

3-4-2-2-2- روشهای مختلف انجام فرآیند تثبیت با غبار کوره سیمان

3-4-2-2-1- تثبیت لجن قبل از آبیگری

1- مخزن جمع آوری مایعات

2- اتاق برق و پمپها

3- تانک حالت

3- الک جداکننده

4- تانک نگهداری

5- حوضچه اختلاط لجن و آهک

6- پمپ آهک

یک واحد نمونه تثبیت لجن به وسیله آهک

محاسن و معایب:

3-4-2-2-2- تثبیت لجن پس از آبیگری

نمای کلی یک واحد تثبیت

لجن آبیگری شده به وسیله آهک

### تغییر دمای لجن در اثر افزایش مواد جامد

#### 3-2-4-3- جمع بندی بحث

1- غبار کوره سیمان با داشتن موادی مانند  $\text{CaO}$ ،  $\text{Ca(OH)}_2$ ،  $\text{K}_2\text{O}$ ،  $\text{Na}_2\text{O}$  سبب بالارفتن PH لجن می شود. با افزایش PH، میکروارگانیزمهای موجود در لجن از بین می روند و فعالیت بیولوژیکی آنها متوقف می شوند.

2- غبار کوره سیمان باعث از بین رفتن میکروبهای بیماری زای لجن می شود.

3- غبار کوره سیمان به لحاظ داشتن موادی مانند  $\text{Al}_2\text{O}_3$  و  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  منعقدکننده خوبی است و برای تسهیل در امر آبیگری از لجن، مورد استفاده قرار می گیرد.

#### 3-4-3- جاذب $\text{SO}_2$ تولیدی از نیروگاهها

معایب روشهای فوق به شرح زیر می باشد:

1- علیرغم تبلیغات وسیع این دستگاهها، به دلیل دارا بودن مشکلاتی همانند: هزینه بالای نگهداری و مصرف مواد، مشکلات انتقال مواد حاصل از فعل و انفعالات و نبود بازار، ضرورت حمل به فواصل دور دست، نیروگاه به یک ترمینال باربری تبدیل میشود!

2- سیستمهای فوق میزان غبار معلق در گازها را افزایش می دهند. در نتیجه نیازمند دستگاه غبارگیر می باشد. این موضوع سبب افزایش هزینه های سرمایه گذاری و بهره برداری می شود.

3- استفاده از روش SDA سبب افزایش مصرف آب می گردد.

الف) روش FGD                      ب) روش SDA

روشهای حذف SO<sub>2</sub> از گازهای احتراق با استفاده از غبار کوره سیمان [3]

### 3-4-4- جامد سازی لجن های نفتی

مقایسه ویژگی انواع جامد سازهای لجن نفتی

| دسترسی | قیمت تحویل درمحل<br>(لجن /ton \$)      | مقدار مصرف<br>(لجن m <sup>3</sup> /جامدساز kg) | جامد ساز                          |
|--------|--|--|-----------------------------------|
| فراوان | هزینه های آسیاب و خشک کردن بالایی دارد | 1160   | خاک رس                            |
| فراوان | 69                                     | 1152   | سیمان                             |
| محدود  | 16/79                                  | 907  | خاکستر                            |
| محدود  | 6/75                                   | 490  | غبار کوره سیمان (تازه)            |
| فراوان | 4/5                                    | 680  | غبار کوره سیمان<br>(با 38% رطوبت) |
| فراوان | 65                                     | 380  | آهک خام                           |
| فراوان | 12/5                                   | 499  | آهک (با 40% رطوبت)                |

### 3-4-5- استفاده از غبار به عنوان کود کشاورزی

ترکیب شیمیایی غبار حاصل از ENCL و Itzehoe (برحسب درصد وزنی)

| ITZEHOE    | ENCL | ترکیب درصد                     |
|------------|------|--------------------------------|
| 1 تا 2     | 1/5  | L.O.I (در 500 °c)              |
| 2 تا 6     | 18   | CO <sub>2</sub>                |
| 2 تا 6     | 18   | SiO <sub>2</sub>               |
| 0/5 تا 1/5 | 3    | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| 0/2 تا 0/9 | 3    | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| 5 تا 15    | 46   | CaO                            |
| 0/1 تا 0/3 | ---  | MgO                            |
| 32 تا 39   | 5    | SO <sub>3</sub>                |
| 32 تا 42   | 5    | K <sub>2</sub> O               |
| 2 تا 3     | ---  | Na <sub>2</sub> O              |
| 1          | ---  | Cl                             |

- تبلیغات کود Alsen

3-4-6- استفاده از غبار کوره به عنوان ماده خام برای خاک مصنوعی (N-Viro)

- تبلیغات در مجله برای محصول خاک N-Viro

### ترکیب شیمیایی مربوطه خاک شیمیایی N- Viro

| ترکیب درصد غبار<br>کنارگذر           | محدودیت EPA         | آنالیز                         |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| 17/55                                |                     | SiO <sub>2</sub>               |
| 4/87                                 |                     | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| 1/84                                 |                     | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| 61/41                                |                     | CaO                            |
| 0/72                                 |                     | MgO                            |
| 4/23                                 |                     | SO <sub>3</sub>                |
| 0/51                                 |                     | Na <sub>2</sub> O              |
| 1/53                                 |                     | K <sub>2</sub> O               |
| 0/39                                 |                     | TiO <sub>2</sub>               |
| 100/02                               |                     | کل                             |
| مقدار موجود در غبار<br>کنارگذر (ppm) | بیشترین حد<br>(ppm) | آنالیز                         |
| 0/003                                | 5/0                 | As                             |
| 2/44                                 | 100/0               | Ba                             |
| 0/05                                 | 1/0                 | Cd                             |
| 0/21                                 | 5/0                 | Cr                             |
| 0/55                                 | 5/0                 | Pb                             |
| کمتر از 0/001                        | 0/2                 | Hg                             |
| 0/006                                | 1/0                 | Se                             |
| 0/07                                 | 5/0                 | Ag                             |

3-4-7- سایر کاربردها

## 4- مراجع :

- 1-M, Makroum , “ Leaching of by-pass dust for recycling” , ZKG, No. 1/1999, P: 624
- 2 – حسین چهرگانی و همکاران، (( تعیین نسبت بهینه برای استفاده از غبار برگشتی کوره دوار در سیمان ))، اولین کنفرانس بین المللی بتن و توسعه، اردیبهشت 1380، ایران ، صفحات 47 - 43
- 3 – گزارش نهایی ” غبار الکتروفیلتر واحد هفتم سیمان تهران ” ، مرکز تحقیقات سیمان، دانشگاه علم و صنعت ایران، خرداد 1380
4. K. Paus and et al, “Removal of alkali components from Quattamia clay and by-pass dust “, ZKG, NO. 8/2001, PP: 466 – 469
- 5 – S.N. Cohn ,”Fluid-bed cement clinker application “, ZKG, No. 1/1995
- 6 – R. Wirthwein and et al , “Operating experience gained with a fluidized-bed gasifier using wast material for lean gas making”, ZKG, No1/2002 PP: 61-69
- 7 – S.M. Cohen,” Cement dust recovery System “, US. Pat. NO. 5782973, 1998
- 8- سیروس سادات نیا و عباس طائب، (( بازیافت غبار کوره سیمان با استفاده از کوره بستر سیال )) ، مجله سیمان، شماره 61، اسفند 1380
9. HOLDER BANK CEMINAR, “Material technology, kiln dust”, World Ceminar, 2000
10. British cement association, UK, “Cement kiln dust”, International cement review, Environmental yearbook, 1997
- 11- ” کاربرد مواد و گرد برگشتی ناشی از سیکل قلیایی در کارخانجات سیمان ” ، ترجمه علی اکبر میرزاده، مجله پیک سیمان، شماره 22، تابستان 1376
- 12- عباس میرزاپور و همکاران، ” پژوهشی پیرامون شناسایی و کاربرد برگشتی الکتروفیلتر ” ، اولین سمینار بین المللی سیمان، دانشگاه علم و صنعت ایران، شهریور 1373
- 13- عباس طائب و سیروس سادات نیا، ” بررسی عوامل مؤثر در کاهش ترکیبات مضر غبار کوره سیمان به وسیله پخت آن در یک کوره آزمایشگاهی ” ، مجله سیمان، شماره 60، دی ماه 1380
14. S. A. Yzeed and M. S. Hassan, “A comparative study on the environmental pollutant by-pass dust”, 8th International Technical Conference on Cement and Building Materials, Cairo, Egypt, Dec. 1994
15. B. Tettmar, J. H. Khor and S. Gregory , “Processing of kiln dust”,

16. R. S. Ravindrarajah ,“Usage of cement kiln dust in concrete”, The International Journal of Cement Composition and Lightweight Concrete, May 1982

17. S. A. Abo-El-Enein and et al, “ Hydration characteristics of mixtures of by-pass dust and slag”, ZKG, NO. 3/2001 PP: 158-163

18- حسین چهرگانی، ” کاهش آلودگی زیست محیطی غبار در صنعت سیمان ”، ارائه شده به اولین سمپوزیوم بین المللی مهندسی محیط زیست. اردیبهشت 1380

19- ” تکنولوژی تولید سیمان با کوره‌های بستر سیال ” ترجمه علی بخشی، مجله سیمان، شماره 2 و 3، بهمن 1371 ترجمه از ژوئیه/1992 / Cem Rev