# بررسی آلودگی هوای ناشی ازکارخانه سیمان ارومیه

**فرهاد قاضی**
عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد

**چکیده**

کارخانه های سیمان بعنوان یکی از منابع ثابت آلاینده هوا روزانه مقادیر متنابهی از انواع آلاینده ها را وارد هوا می کنند. علاوه بر آلاینده های گازی مانند اکسیدهای کربن، گوگرد و نیتروژن، مقدار زیادی ذرات جامد از دودکش این کارخانه ها خارج و در هوا پخش و بمرور در زمین های اطراف می نشیند. در این مقاله به انواع آلودگی های ناشی از کارخانه سیمان ارومیه پرداخته شده و مقدار ذرات جامد نشست کرده روی زمین در پایین دست دودکش (در جهت باد) با توجه به شرایط و عوامل دخیل در مسئله بررسی شده است. مطالعه بیانگر این است که مقدار ذرات معلق جامد بمراتب بیشتر از آلاینده های گازی است و در واقع بعنوان عامل تعیین کننده آلودگی مطرح می باشد و به همین دلیل طراحی و ساخت دستگاه های کنترل کننده ذرات، مانند سیکلون ها(ته نشین کننده های سانتریفوژی) یا الکتروفیلترها برای این کارخانه امری ضروری می باشد.

**واژه‌های کلیدی :**
کارخانه سیمان،آلاینده های گازی،دستگاههای کنترل کننده ذرات،الکتروفیلتر

## ۱- مقدمه

پیشرفت های بشر در زمینه علم و تکنولوژی در طی قرن اخیر اگرچه باعث تنوع تولید، رفع نیازهای بشر و در نتیجه راحتی و سهولت زندگی شده است، اما از طرف دیگر باعث آلودگی های مختلف زیست محیطی شده است بطوریکه بشر به این نتیجه رسیده است که با دست خود به نابودی محیط زیست خود و سایر موجودات زنده می پردازد. اگر چه آلودگی هوا و آب های سطحی شایع ترین آلودگی ها می باشد،اما به موارد دیگری چون آلودگی خاک، آلودگی آب های زیرزمینی و حتی مواردی چون آلودگی صوتی نیز می توان اشاره کرد.

آلودگی هوا از جنبه های مختلف محیط زیست را تحت تاثیر قرارداده است. انتشارآلاینده ها در هوا قبل از هر چیز فضای تنفسی انسان را بخصوص در شهرهای بزرگ آلوده کرده است. همچنین پدیده هایی مثل پدیده گلخانه‌ای و در نتیجه گرم شدن کره زمین، نابودی لایه ازن که محافظ کره زمین و موجودات زنده در مقابل پرتوهای خطرناک ماورای بنفش است، تغییر در میزان بارندگی و ایجاد خشکسالی در بعضی مناطق و بارندگی زیاد و سیل در مناطقی دیگر و بارانهای اسیدی از اثرات آلودگی هواست.

منابع انتشار آلودگی هوا دو دسته می باشد:

الف ) منابع ثابت مانند کارخانه ها، نیروگاه ها، پالایشگاه ها، سیستم های گرمایشی ساختمانها و منابع طبیعی آلودگی مانند آتشفشان ها و آتش سوزی جنگلها .

ب) منابع متحرک مانند کلیه وسایل نقلیه بنزینی و گازوئیلی که منبع عمده آلودگی هوا در شهرها می باشند. بررسی ها نشان می دهد که حدود ۷۰٪ آلودگی شهرهای بزرگ ناشی از منابع متحرک آلودگی است.

یکی از منابع ثابت آلودگی کارخانجات سیمان هستند که نه تنها مقدار زیادی سوخت فسیلی میسوزانند و از این طریق حجم زیادی از آلاینده های گازی را وارد اتمسفر می کنند بلکه مقادیر متنابهی از ذرات جامد ریز و درشت را نیز در هوا منتشر می سازند. این مقاله به بررسی آلودگی‌های کارخانه سیمان ارومیه پرداخته است.

## ۲- موقعیت و مشخصات کارخانه

کارخانه سیمان ارومیه در حاشیه غربی دریاچه ارومیه در جنوب شهر ارومیه و در کیلومتر ۳۵ جاده ارومیه - مهاباد واقع است. ارتفاع محل کارخانه از سطح دریا۱۳۲۰ متر می باشد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۳۴۰ میلیمتر و رطوبت نسبی در خشکترین و گرمترین ماههای سال ۴۵٪ و در زمستان ۷۰٪ است. باد غالب باد جنوبی - شمالی با سرعتهای متفاوت در ایام مختلف سال است. ظرفیت اسمی کارخانه ۲۳۰۰ تن سیمان در شبانه روز و ظرفیت عملی آن بطور متوسط ۲۰۰۰ تن در شبانه روز می باشد. محصول آن سیمان پرتلند تیپ یک و طریقه تولید آن طریقه خشک است . ارتفاع دودکش آن ۳۰ متر می باشد. سوخت اصلی کارخانه مازوت ومیزان مصرف آن ۲۵۰/۰۰۰ لیتر در شبانه روز است. همچنین روزانه حدود ۱۰/۰۰۰ لیتر گازوئیل جهت موتورهای دیزلی، خودروها و سیستم گرمایشی ساختمانهای اداری و مسکونی به مصرف می رسد. [۱]

## ۳- تعیین انواع و مقادیر آلاینده های هوا

آلاینده های هوا که در کارخانه تولید و در فضا انتشار می یابد دو دسته آلاینده های گازی و ذرات جامد معلق می باشد. برای تعیین آنها اطلاعات زیرمورداستفاده قرار گرفته اند :

- ظرفیت متوسط کارخانه : ۲۰۰۰ تن در روز.[ ۳]
- سوخت مورد استفاده : مازوت به مقدار۲۵۰/۰۰۰ لیتر در شبانه روز (باجرم مخصوص ۰/۹۴ کیلوگرم برلیتر) . [ ۳]
- ارتفاع دودکش کارخانه: ۳۰ متر.[۳]
- ضریب انتشار مونوکسیدکربن در سوخت : ۰/۶ کیلوگرم بر مترمکعب.[ ۴]
- درصد وزنی سولفور در سوخت : ۰/۷ تا ۴ درصد و ضریب انتشار گاز دی اکسید گوگرد برابر۰/۶ درصد سولفور سوخت می باشد.[ ۴]

سایر آلاینده های منتشرشده از یک کارخانه سیمان به ازای یک تن سیمان تولیدی به شرح جدول ۱ می باشد:

جدول ۱ : مقدار آلاینده های هوا در یک کارخانه سیمان به ازای هر تن سیمان تولیدی[۴]

| نوع ماده آلاینده | ذرات معلق (دانه های جامد) | اکسیدهای نیتروژن |
|---|---|---|
| علامت اختصاری | ---------- | NOx |
| مقدار به ازای هر تن تولید سیمان | ۹۰/۷~۱۱۱/۱ Kg | ۱/۱۸ Kg |

## ۴- محاسبه مقدار آلاینده های هوا

الف) منوکسید کربن (CO) :

با توجه به مقدار مصرف سوخت و ضریب انتشار این گاز:

مقدار تولیدی $CO_2$

$= ۰/۶ \times ۲۵۰ = ۱۵۰$ kg/day

ب) دی اکسید گوگرد ($SO_2$) :

با توجه به درصدسولفور سوخت و ظرفیت کارخانه و جدول فوق حد اقل و حداکثر $SO_2$ تولید شده برابرند با:

حداقل تولیدی$SO_2$

$= ۰/۶ \times \%۰/۷ \times ۲۵۰۰۰۰ \times ۰/۹۴ = ۹۸۷$ kg/day

حداکثر تولیدی$SO_2$

$= ۰/۶ \times \%۴ \times ۲۵۰۰۰۰ \times ۰/۹۴ = ۵۶۴۰$ kg/day

ج) اکسیدهای نیتروژن (NOx) :

مقدار تولیدی NOx $= ۱/۱۸ \times ۲۰۰۰ = ۲۳۶۰$ kg/day

د) ذرات معلق منتشر شده در هوا:

حداقل مقدارذرات $= ۹۰/۷ \times ۲۰۰۰ = ۱۸۱۴۰۰$ kg/day

حداکثرمقدارذرات $= ۱۱۱/۱ \times ۲۰۰۰ = ۲۲۲۲۰۰$ kg/day

متوسط مقدار ذرات $= ۱۰۰ \times ۲۰۰۰ = ۲۰۰۰۰۰$ kg/day

مقادیر مواد آلاینده هوا با توجه به داده های بالا در جدول ۲ خلاصه شده است:

جدول ۲ : مقدار و نوع آلاینده های منتشر شده در کارخانه سیمان ارومیه

| نوع آلاینده | علامت اختصاری | مقدار منتشر شده (کیلوگرم در روز) |
|---|---|---|
| ذرات معلق | ——— | ۱۸۱۴۰۰~۲۲۲۲۰۰ |
| منواکسیدکربن | CO | ۱۵۰ |
| دی اکسید گوگرد | SO۲ | ۹۸۷~۵۶۴۰ |
| اکسیدهای نیتروژن | NOx | ۲۳۶۰ |

همچنانکه در جدول ۲ مشاهده می شود ذرات جامد منتشر شده از کارخانه سیمان به مراتب بیشتراز آلاینده های گازی است بطوریکه زمین های اطراف کارخانه سیمان را همواره لایه ای از گرد وغبار می پوشاند و خسارت های زیادی را به زمین های کشاورزی وارد می کند لذا پیش بینی و ساخت دستگاه های کنترل ذرات معلق برای کارخانه های سیمان ازجمله کارخانه سیمان ارومیه بسیار ضروری است.

جدول ۳ : دامنه قطر ذرات جامد معلق تولید شده و مقدار و درصد آنها

| دامنه قطر ذره (میکرون) | قطر متوسط (میکرون) | وزن ذره تولید شده در واحد زمان (g/s) | مقدار تجمعی وزن تولید شده (g/s) | درصد وزنی (٪) | درصد وزنی تجمعی (٪) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۰~۱ | ۰/۵ | ۶۹/۴ | ۶۹/۴ | ۳ | ۳ |
| ۱~۵ | ۳ | ۳۴۷/۲ | ۴۱۶/۶ | ۱۵ | ۱۸ |
| ۵~۱۰ | ۷/۵ | ۴۶۳ | ۸۷۹/۶ | ۲۰ | ۳۸ |
| ۱۰~۲۰ | ۱۵ | ۴۶۳ | ۱۳۴۲/۶ | ۲۰ | ۵۸ |
| ۲۰~۳۰ | ۲۵ | ۳۷۰/۴ | ۱۷۱۳ | ۱۶ | ۷۴ |
| ۳۰~۴۰ | ۳۵ | ۲۳۱/۵ | ۱۹۴۴/۵ | ۱۰ | ۸۴ |
| ۴۰~۵۰ | ۴۵ | ۱۳۸/۹ | ۲۰۸۳/۴ | ۶ | ۹۰ |
| ۵۰~۶۰ | ۵۵ | ۶۹/۴ | ۲۱۵۲/۸ | ۳ | ۹۳ |
| ۶۰~۱۰۰ | ۸۰ | ۱۶۲ | ۲۳۱۴/۸ | ۷ | ۱۰۰ |

## ۵- محاسبه مقدار نشست ذرات معلق در سطح زمین

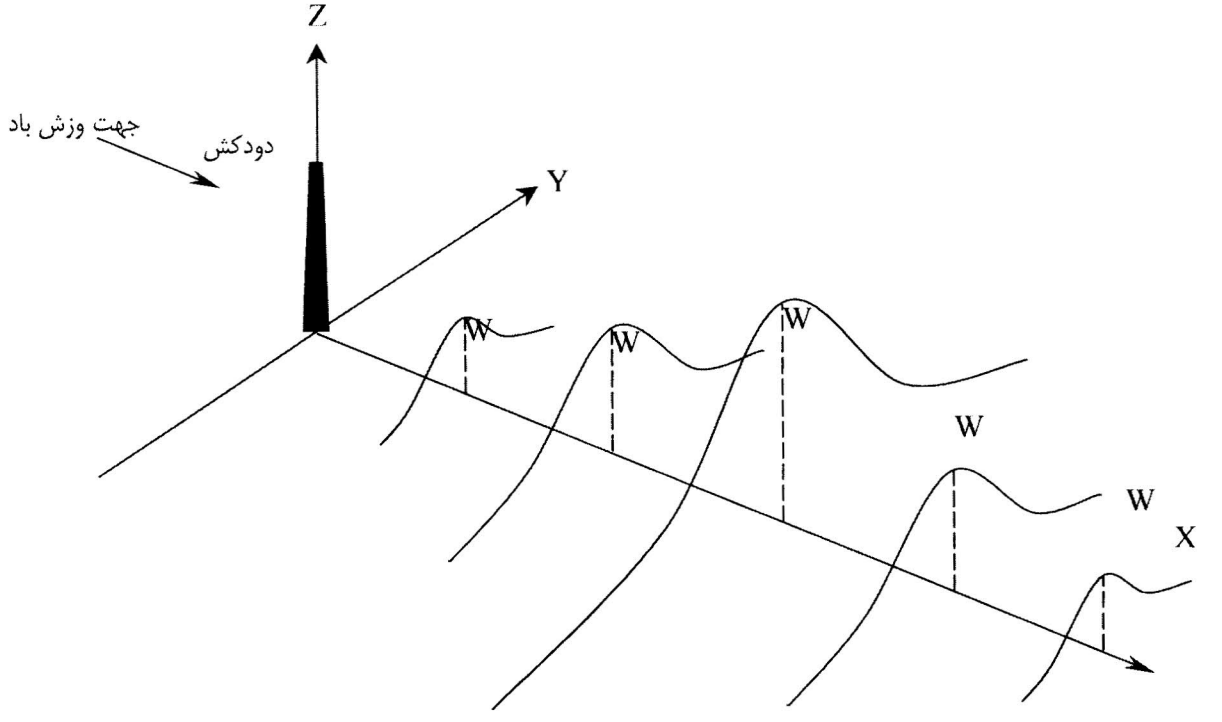
هدف این بخش محاسبه بیشترین مقدار ذرات نشست کرده روی سطح زمین می باشد. پارامترهای دخیل در میزان نشست ذرات معلق در سطح زمین عبارتنداز:

- ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی آلاینده (مومنتوم و شناوری ناشی از دمای گاز).
- شرایط جوی محیط(بادهای غالب و سرعت آنها، فشارمحلی) .
- ارتفاع و محل دودکش در رابطه با موانع حرکت هوا .
- ماهیت فلات پایین دست دودکش .

منطقه تحت تاثیر بادهای جنوبی- شمالی است، سرعت باد در ایام مختلف سال متفاوت است . این مطالعه برای سرعت ۵ متر برثانیه انجام شده است که تقریبا برابر میانگین سرعت باد در منطقه می باشد. [۳]

هوای منطقه معتدل کوهستانی است و درنتیجه تاثیر آفتاب متوسط است. بعلت نزدیکی به دریاچه ارومیه در شب هوا غالبا ابری است. بدین ترتیب طبق جدول ضمیمه ۱ پایداری هوا از نوع C یا D می‌باشد. در اطراف کارخانه تاسیساتی وجود ندارد که مانعی در برابر باد باشد. ارتفاع محل کارخانه از سطح دریا ۱۳۲۰متر است.

تغییرات مقدار نشست ذرات معلق روی زمین در امتداد عمود بر جهت باد به شکل منحنی نرمال در آمار در نظر گرفته شده است. بدین معنی که در پایین دست دودکش در امتداد جهت باد بیشترین مقدار آلودگی و نشست ذرات معلق روی زمین اتفاق می افتد و هرچه از این امتداد دور شویم بصورت منحنی آماری نرمال مقدار آلودگی و نشست ذرات کاهش می یابد. این مسئله با توجه به اینکه هیچ تاسیساتی در اطراف کارخانه وجود ندارد تا مانع تاثیر باد بر دودکش شود بسیار به واقعیت نزدیک است (شکل ۱).




شکل ۱ : تغییرات مقدار نشست ذرات معلق روی زمین در امتداد باد و عمود بر آن

بـه این ترتیب مقدار نشست ذرات در امتداد مسیر باد از فرمول زیر محاسبـه می شود:[۱]

W=((Qp*Vt)/(۲*p*U*sy*sz))*exp(-۰/۵(H-(x*Vt)/U)/sz)^۲)

که در آن:

W : مـیزان نشسـت ذره در واحـد سـطح زمین در واحد زمان (بر حسب میکروگرم بر مترمربع ثانیه یا گرم بر متر مربع روز).

Qp: دبـی جرمـی خروجـی از دودکش که بر حسب قطر ذرات در جدول ۳ آمده است.

Vt : سـرعت حدی ته نشینی ذره بر حسب متر بر ثانیه( m/s ) کـه بـا یکـی از سـه قانون استوکس ، حدمتوسط و نیوتن قابل محاسبه اسـت. در ایـنجا از قـانون اسـتوکس کـه بـرای ذرات ریز کروی معتبر می باشد، استفاده شده است. ( باتوجه به ابعاد بسیار کوچک ذرات رفتار آنهـا مانـند ذرات کـروی اسـت و استفـاده از این قانون حتی اگر ذرات کروی نباشند بلامانع است.) بدین ترتیب طبق قانون استوکس:[ ۲و۱]

Vt = g*dp^۲*rp / (۱۸*mg)

در رابطه اخیر :

g : شتاب جاذبه ،

p : قطر ذرات جامد،

rp : جـرم حجمـی ذرات معلـق جـامد کـه بـرای خاکستر و ذرات متصـاعد از دودکش تقریبا برابر $g/cm^۳$ ۱ می باشد.

mg: ویسکوزیته سیال (هوا) که برابر kg/m.hr ۰/۰۶۷ می باشد.

بر این اساس برای مقادیر مختلف قطر ذرات سرعت ته نشینی آنها در هوا طبق جدول زیر بدست می آید:

sy و sz : انحـراف اسـتانـداردهای افقـی و عمودی می باشد که بـیانگر تاثـیـــر پـایداری هـوا بـر مقـدار نشســت ذرات بـوده و از نمودارهای ضمیمه ۱ و ۲ بر حسب متر بدست می آیند.[ ۱]

جدول ۴ : سرعت حدی ته نشینی ذرات در هوا (محاسبه شده از قانون استوکس)

| دامنه قطر ذرات ( میکرون ) | ۰~۱ | ۱~۵ | ۵~۱۰ | ۱۰~۲۰ | ۲۰~۳۰ | ۳۰~۴۰ | ۴۰~۵۰ | ۵۰~۶۰ | ۶۰~۱۰۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سرعت ته نشینی در هوا (m/s) | ۰/۰۰۰۰۰۷ | ۰/۰۰۰۲۶۴ | ۰/۰۰۱۶۵ | ۰/۰۰۶۵۹ | ۰/۰۱۸۳ | ۰/۰۳۵۹ | ۰/۰۵۹۳ | ۰/۰۸۸۶ | ۰/۱۸۷۴ |

H : ارتفـاع موثـر دودکـش کـه برابر حاصل جمع ارتفاع دودکش ومقـدار اوج یـا خیزش دود می باشد. مقدار خیزش دود تابعی از سرعت خـروج دود از دودکش،قطـر دودکش،سرعت باد و نرخ حرارت متصاعده بـوده و در شـرایط مخـتلف پـایداری هـوا دارای مقادیـر متفاوتی است وروابـط تجربـی مـتعددی توسـط کارسـون-موسـس، هلـند و سایرین پیشـنهاد شـده اسـت.[۵] در اینجا باتوجه به ارتفاع ۳۰ متری دودکش میزان نشست ذرات برای ارتفاع موثر ۳۵ متری محاسبه شده است.

U : سـرعت باد که همچنانکه گفته شد برابر ۵ متر بر ثانیه منظور شده است.

بـر حسـب مقادیـر مختلف قطر ذرات و فاصله از محل دودکش در امـتداد مسیـــرباد، حداکـثر میزان نشست ذرات (W) ، شرایط پایداری جـــوی C و D با استفاده از فرمول فوق محاسبه و در جداول ۵ و ۶ آمده است.

جدول ۵ : بیشترین مقدار نشست ذرات معلق جامد روی زمین در فواصل مختلف پایین دست دودکش در جهت مسیر باد در شرایط جویC

بر حسب گرم بر متر مربع – روز

| فاصله از دودکش(متر) | sy (m) | sz (m) | دامنه قطر ذرات ( میکرون ) | | | | | | | | | جمع کل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ۰~۱ | ۱~۵ | ۵~۱۰ | ۱۰~۲۰ | ۲۰~۳۰ | ۳۰~۴۰ | ۴۰~۵۰ | ۵۰~۶۰ | ۶۰~۱۰۰ | |
| ۱۰۰ | ۱۳ | ۷ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۱ | ۰/۰۲ | ۰/۰۴ | ۰/۰۸ | ۰/۶۲ | ۱ |
| ۲۰۰ | ۲۴ | ۱۴ | ۰/۰۱ | ۰/۲۲ | ۱/۳۹ | ۵/۷۵ | ۱۷/۳۴ | ۳۸/۴۲ | ۷۴/۳۴ | ۱۳۴/۵ | ۵۱۵/۶ | ۷۸۸ |
| ۳۰۰ | ۳۴ | ۲۱ | ۰/۰۳ | ۰/۵۹ | ۳/۷ | ۱۵/۱۲ | ۴۴/۳۳ | ۹۴/۲۱ | ۱۷۲/۴ | ۲۹۰/۹ | ۸۸۱/۳ | ۱۵۰۳ |
| ۴۰۰ | ۴۵ | ۲۷ | ۰/۰۳ | ۰/۶ | ۳/۷۶ | ۱۵/۲۸ | ۴۴/۳۴ | ۹۲/۶۸ | ۱۶۵/۹ | ۲۷۲/۱ | ۷۴۶/۲ | ۱۳۴۱ |
| ۵۰۰ | ۵۷ | ۳۴ | ۰/۰۳ | ۰/۵۱ | ۳/۲۱ | ۱۳ | ۳۷/۳۶ | ۷۶/۹۷ | ۱۳۵/۲ | ۲۱۶/۶ | ۵۴۹/۱ | ۱۰۳۲ |
| ۶۰۰ | ۶۷ | ۴۱ | ۰/۰۲ | ۰/۴۳ | ۲/۶۷ | ۱۰/۷۸ | ۳۰/۸ | ۶۲/۸۸ | ۱۰۹/۱ | ۱۷۲/۱ | ۴۱۴/۶ | ۸۰۳ |
| ۷۰۰ | ۷۸ | ۴۷ | ۰/۰۲ | ۰/۳۵ | ۲/۱۸ | ۸/۸ | ۲۵/۰۵ | ۵۰/۸۸ | ۸۷/۶۴ | ۱۳۷/۱ | ۳۱۹/۹ | ۶۳۲ |
| ۱۰۰۰ | ۱۰۵ | ۶۳ | ۰/۰۱ | ۰/۲۲ | ۱/۳۶ | ۵/۵ | ۱۵/۵۶ | ۳۱/۳۴ | ۵۳/۳۵ | ۸۲/۱۳ | ۱۸۰/۲ | ۳۷۰ |
| ۲۰۰۰ | ۲۱۰ | ۱۲۰ | ۰ | ۰/۰۶ | ۰/۴ | ۱/۶۱ | ۴/۵ | ۸/۹۴ | ۱۴/۹۲ | ۲۲/۳۹ | ۴۴/۷۹ | ۹۸ |
| ۴۰۰۰ | ۴۱۰ | ۲۱۰ | ۰ | ۰/۰۲ | ۰/۱۲ | ۰/۴۸ | ۱/۳۵ | ۲/۶۵ | ۴/۳۸ | ۶/۴۶ | ۱۱/۹۳ | ۲۷ |

جدول ۶ : بیشترین مقدار نشست ذرات معلق جامد روی زمین در فواصل مختلف پایین دست دودکش در جهت مسیر باد در شرایط جویD

بر حسب گرم بر متر مربع – روز

| فاصله از دودکش (متر) | sy (m) | sz (m) | دامنه قطر ذرات ( میکرون ) | | | | | | | | | جمع کل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ۰~۱ | ۱~۵ | ۵~۱۰ | ۱۰~۲۰ | ۲۰~۳۰ | ۳۰~۴۰ | ۴۰~۵۰ | ۵۰~۶۰ | ۶۰~۱۰۰ | |
| ۱۰۰ | ۱۲ | ۴/۶ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۲۰۰ | ۱۷ | ۸/۵ | ۰ | ۰ | ۰/۰۲ | ۰/۰۷ | ۰/۲۴ | ۰/۶۵ | ۱/۶۵ | ۴/۱۵ | ۴۳/۹۸ | ۵۱ |
| ۳۰۰ | ۲۴ | ۱۳ | ۰ | ۰/۱۴ | ۰/۹۲ | ۳/۸۹ | ۱۲/۴۶ | ۳۰/۱۱ | ۶۴/۹۵ | ۱۳۳/۴ | ۷۲۰/۱ | ۹۶۶ |
| ۴۰۰ | ۳۱ | ۱۶ | ۰/۰۱ | ۰/۳۱ | ۱/۹۷ | ۸/۳ | ۲۶/۱۲ | ۶۱/۳۷ | ۱۲۷/۴ | ۲۴۸/۳ | ۱۱۰۱ | ۱۵۷۴ |
| ۵۰۰ | ۳۹ | ۱۹ | ۰/۰۱ | ۰/۴۲ | ۲/۶۴ | ۱۱/۰۶ | ۳۴/۲۶ | ۷۸/۶۶ | ۱۵۸/۱ | ۲۹۵/۵ | ۱۱۱۷ | ۱۶۹۷ |
| ۶۰۰ | ۴۶ | ۲۱ | ۰/۰۱ | ۰/۴۳ | ۲/۷۵ | ۱۱/۵۲ | ۳۵/۶۱ | ۸۱/۳۲ | ۱۶۱/۹ | ۲۹۷/۹ | ۱۰۳۴ | ۱۶۲۶ |
| ۷۰۰ | ۵۲ | ۲۴ | ۰/۰۱ | ۰/۴۷ | ۲/۹۵ | ۱۲/۲۷ | ۳۷/۴۵ | ۸۳/۹۷ | ۱۶۳ | ۲۹۰/۲ | ۸۹۴/۴ | ۱۴۸۵ |
| ۱۰۰۰ | ۷۶ | ۳۲ | ۰/۰۱ | ۰/۳۸ | ۲/۴ | ۹/۹۱ | ۲۹/۶۶ | ۶۴/۴۱ | ۱۱۹/۵ | ۲۰۰/۵ | ۴۸۹/۱ | ۹۱۶ |
| ۲۰۰۰ | ۱۶۰ | ۵۰ | ۰ | ۰/۱۶ | ۱/۰۴ | ۴/۲۵ | ۱۲/۵ | ۲۶/۲۴ | ۴۶/۰۱ | ۷۰/۵۱ | ۱۰۸/۴ | ۲۶۹ |
| ۴۰۰۰ | ۲۹۰ | ۷۸ | ۰ | ۰/۰۷ | ۰/۴۲ | ۱/۷۲ | ۴/۹۸ | ۱۰/۰۷ | ۱۶/۴۸ | ۲۲/۴۳ | ۱۷/۸۲ | ۷۴ |

## ۶- نتیجه گیری

نتایج این مطالعه را می توان بصورت زیر خلاصه کرد :

۱- اگر چه مقدار زیادی آلاینده های گازی مانند منـــو اکسید کربـن، دی اکسـید گوگـرد و اکسید های نیتـروژن بطور مستمـر در هـوا منتشـر مـی شـود ولی با توجـه به مقدار آلودگی، عامل اصلی و تعییـن کـنده آلودگـی در کارخانـه هـای سیمـان از جملـه کارخانه سیمـان ارومیه ذرات معلق جامد می باشـد (جدول ۲).

۲- ذرات و دانه هـــای جامد منتشـره که قطر آنها از یک تا صد میکـرون متغیر است، در پایین دست دودکش در امتداد جهت باد روی زمین می نشیند و خسارت های زیادی به مزارع کشاورزی وارد می کند.

۳- جهت باد غالب منطقـــه جنوبی ـ شمالی است اگر چه گاهی هم باد شمالی ـ جنوبی می وزد لذا بیشترین مقدار نشست ذرات روی زمین در شمال دودکش و در مواردی هم در جنوب آن اتفاق می افتد.

۴- مقدار نشست ذرات معلق روی زمین در امتداد مسیر باد و همچنین در امتداد عمود بر مسیر باد مشابه منحنی نرمال در آمار فرض شده است که با توجه به عدم وجود تاسیساتی که تاثیر باد روی دودکش را تغییر دهد این فرض به واقعیت بسیار نزدیک می باشد. به این ترتیب با توجه به شرایط پایداری هوا که از نوع C یا D می باشد، بیشترین مقدار نشست ذرات روی زمین در فاصله سیصد تا هفتصد متری اتفاق می افتد.

۵- با توجه به اینکه ذرات معلق جامد به مراتب بیش از آلاینده های گازی هستند، این مطالعه ساخت دستگاه های کنترل کننده ذرات را بسیار ضروری دانسته که انواع متداول آن سیکلون (ته نشین کننده سانتریفوژی) یا الکتروفیلتر میباشد که اجرای هر کدام نیاز به محاسبه و طراحی جداگانه و خاص خود دارد.

## ۷- منابع


1- K Work & Warner , " AIRPOLLUTION :Its Origins & Control " , Haper & Row , 2001.

۲- تئودور لوئیس ، ترجمه دکتر ایوب ترکیان، " دستگاههای کنترل آلودگی هوا ، جلد اول : ذرات" ، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان - معاونت پژوهشی، ۱۳۷۲ .

۳- "تاریخچه سیمان و شناسنامه کارخانه سیمان ارومیه" ، معاونت آمار و اطلاعات سازمان برنامه و بودجه آذربایجان غربی ، نشریه شماره ۷۳، ۱۳۷۰ .

۴- " بررسی صنعت سیمان و نقش انرژی در تولید آن " ، مرکز آمار ایران، ۱۳۷۸ .

۵- دکتر مجید عباس پور، " مهندسی محیط زیست، جلد اول" ، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۷۱.


جدول ضمیمه ۱: طبقه بندی شرایط جوی و پایداری هوا [۱و۵]

| سرعت باد در ارتفاع ده متری (m/s) | روز | | | شب | |
|---|---|---|---|---|---|
| | با تشعشع خورشید | | | پوشش ابر | |
| | قوی | متوسط | ناچیز | ابری کامل | بدون ابر |
| کلاس | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
| <۲ | A | A--B | B | E | F |
| ۲—۳ | A--B | B | C | E | E |
| ۳—۵ | B | B--C | C | D | E |
| ۵—۶ | C | C--D | D | D | D |
| >۶ | C | D | D | D | D |

# Study of Air Contamination Spring from "Uromia Cement Factory"

**Farhad Ghazi**
Islamic Azad University, Mahabad Branch

**Abstract:**

The cement factories as one of the fixed sources of contamination, inject much quantities of kinds of pollutions to the air. In addition to gaseous pollutants such as oxides of carbon, sulfur and nitrogen, much amount of solid particulates emitted of chimney of these factories and scatter in the air and sit on around lands, in course of time. In this paper the kind of contaminations of "Uromia cement factory" and amount of sitting solid particles on land of down the chimney (at wind direct) with due attention to terms and effective factors has been studied. This study explain that amount of suspended solid particles are infinitely more than gases pollutions and indeed are propounded determinative factor and for this reason it's necessary designing and building particulates control equipment as Cyclones (centrifuge settlers) or Electrofilters for this factory.

**Keywords:**

Cement factory , Gas pollutions , particulate control equipment , Electrofilter