علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره دهم، شماره یک، بهار ۸۸

بررسی آثار گردوغبار ناشی از صنایع سیمان برتنوع وتراکم پوشش گیاهی

مطالعه موردی: کارخانه سیمان آبیک

محمد حسن صادقی روش [۱] (مسئول مکاتبات)

نعمت الله خراسانی [۲]

تاریخ دریافت:۸۷/۱/۲۷ تاریخ پذیرش:۸۷/۴/۲۸

چکیده

مواد آلاینده ناشی از صنایع سیمان شامل گردوغبار، ترکیبات کربن دار، اکسیدهای گوگرد واکسیدهای ازت است.در بین این مواد ذرات گردوغبار به خاطر تولید وانتشار بیشتر در محیط از اهمیت بیشتری برخوردار است.

در این مقاله اثر ذرات گردو غبار ناشی از کارخانه سیمان آبیک بر تنوع وتراکم پوشش گیاهی(مرتعی) مورد بررسی قرار گرفته است. نوع ومقدار عناصر موجود در خاک، تنوع وتراکم گیاهان مرتعی ومقدار رسوب ذرات سیمان بر روی اندام گیاهان درفواصل وجهات مختلف از منبع انتشار اندازه گیری شده است.

نتایج حاصل از آنالیز عناصر نمونه های خاک، ارزیابی تراکم گیاهان مرتعی، میزان ذرات رسوب یافته بر روی گیاهان و ارزیابی تنوع پوشش گیاهی نشان می دهد که بین تنوع وتراکم پوشش گیاهی با رسوب ذرات گردو غبار خروجی از دودکش های کارخانه یک همبستگی معکوس برقرار است. هر قدر از منبع انتشار ذرات دورتر می شویم میزان رسوب ذرات کاهش وتنوع وتراکم پوشش گیاهی افزایش می یابد. در اطراف کارخانه میزان رسوب ذرات بیشتر وتنوع گونه ها کمتر می شود. در این منطقه تعدادی از گونه های مقاوم مثل ورک ودرمنه جایگزین می شوند.

واژه های کلیدی: سیمان، گردوغبار، پوشش گیاهی، تنوع، آبیک

۱- استادیارگروه محیط زیست ، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه آزاداسلامی، واحد تاکستان

۲- استاد گروه شیلات و محیط زیست ، دانشکده منابع طبیعی ، دانشگاه تهران

مقدمه

در اکوسیستم های خشک و نیمه خشک که قسمت اعظمی از کشور ما را در بر گرفته، آلاینده ها با شدت بیشتری عمل می کنند و ترمیم آسیب های وارد شده مشکل تر است. از طرف دیگرجوامع گیاهی موجود در این مناطق حاشیه ای، ضعیف، شکننده و با تولید ناچیز هستند، که مقاومت کمتری نسبت به اثرات آلاینده ها دارند و چنانچه در غلظتی خارج از آستانه آسیب قرار گیرند، با شدت مضاعفی تخریب می شوند. لذا جهت حفظ و احیای آن ها علاوه بر مدیریت صحیح مراتع، لازم است اثرات آلاینده های صنعتی بر مراتع حوزه نفوذ مورد بررسی قرار گیرد.

صنایع سیمان از جمله صنایعی است که گردو غبار حاصل از آن ها می تواند اثرات منفی بالقوه ای بر جوامع گیاهی حوزه نفوذ بگذارد، ذرات گردوغبار سیمان غالباً قطری کمتر از ۱۰ میکرون دارد و با توجه به این که قطر متوسط روزنه های گیاهی ۳۰ میکرون است (۱)، این ذرات به راحتی به بافت میانی گیاه نفوذ می کند و از آن جا که بیش از ۸۰٪ این ذرات را کربنات کلسیم ($Caco_3$) تشکیل می دهد، با آب میان بافتی واکنش نشان داده و اسید کربنیک ایجاد می کند. (رابطه ۱). اسید تولید شده بر سیتوپلاسم[1]، هسته یاخته ای[2]، واکوئل ها[3]، پلاست ها و خصوصاً کلروپلاست[4] وکوتیکول[5] اثرات منفی گذاشته و باعث اختلال در عملکرد ژنتیکی، تنظیم مواد غذایی و آب سلولی، و سلب مقاومت گیاه در مقابل ورود باکتری ها وعوامل بیماری زا می شوند.(۲-۷).

$$Caco_3 + Co_2 = H_2Co_3 \qquad (1)$$

از آن جا که گرد و غبار سیمان قلیائی است(pH ۱۲/۳-۱۲/۶۷) باعث قلیائی شدن خاک محدوده نفوذ می شود (۳) که میزان آن بسیار بیشتر از pH نرمال(pH ۶/۵ -۷/۵) برای رشد گیاه می باشد (۱). در این نوع خاک ها منگنز دو ظرفیتی(Mn^{2+}) اکسید شده و به صورت Mn^{3+} و Mn^{4+} در می آید که جذب این عناصر برای گیاه مشکل است و از آن جا که منگنز نقش مهمی در رشد گیاه بازی می کند، از جمله فعال کننده بعضی از آنزیم ها است، بر قابلیت انحلال کربو هیدرات ها و پروتئین ها اثر دارد و کمبود آن منجر به کاهش سنتز RNA در کلروپلاست می شود، از این رو شاهد کاهش رشد گیاهان در مناطق تحت تأثیر هستیم.(۹،۸) رسوب گردوغبار به صورت فیزیکی نیز بر روی گیاهان به صورت مستقیم یا غیر مستقیم اثر گذاشته و باعث تخریب منابع گیاهی می شود. بدین صورت که روزنه های گیاهی[6] در اثر رسوب ذرات سیمان بر روی سطح برگ ها مسدود شده و در نتیجه مکانیسم تبادل هوا و استفاده از نور خورشید (فرایند فتوسنتز) مختل می شود. در عین حال همین عمل بر روی سطح خاک صورت گرفته و ذرات سیمان با جذب آب مو جود در خاک یا رطوبت اتمسفری سخت می شوند، یا باعث ریز شدن بافت خاک شده و در نتیجه ضریب گذر آب و هوا در خاک کم می شود. در این حالت شاهد کاهش اکسیژن خاک، افزایش فرایند احیا به جای اکسیداسیون در عمق برابر ریشه و باتلاقی شدن خاک می باشیم که خود بر نوع، تعداد و فعالیت انواع ارگانیسم ها تأثیر گذاشته و آن ها نیز به نوبه خود بر کیفیت خاک و نوع گیاه مؤثرند.(۹،۲) به طور کلی رسوب گرد و غبار سیمان بر روی گیاهان مرتعی با عث کاهش انرژی ذخیره شده در بافت های گیاهی می شود که بازده این گیاهان را در تغذیه دام ها کاهش می دهد(۱۰).

از طرفی کشور ایران از معدود کشورهایی است که با جدیت فراوان درصدد توسعه گسترده صنعت سیمان است، به طوری که میزان تولید سیمان از ۱۳ هزار تن در سال۱۳۳۵ به۴۲ میلیون تن در سال ۱۳۸۶ رسیده است که این میزان بیشترین تولید در سطح خاور میانه است. سیاست وزارت صنایع و معادن دو برابر کردن تولید سیمان به میزان۶۰ میلیون تن در سال تا سال۱۴۰۰بیان شده و انتظار می رود در

1-Cytoplasm
2-Nucleus
3-Vacuole
4-Chloroplast
5-Cuticle

6-stoma

ایـن مـدت سـرانه تولیـد سـیمان از ۴۸۰kg کنـونی به۶۰۰kg افزایش یابد. درهمین حال جمعیت ایران تا۱۴ سال آینده(سال۱۴۰۰) از مرز۱۰۰ میلیون نفر تجاوز خواهد کرد.

با توجه به مطالب یاد شده که نشان دهنده توسعه روز افزون صنعت سیمان در کشور مـی باشـد و از آن جـا کـه ایـن صنایع به طور بالقوه آلاینده محیط تحت تأ ثیر خود می باشـد، لازم است که اثرات یـاد شـده شناسـایی و راهکارهـای مناسـب جهت کنترل وکاهش آن لحاظ شود. لذا کارخانه سیمان آبیـک با تولید بیش از۳ میلیون تن سیمان پرتلند در سـال بـه عنـوان بزرگ تـرین تولیـد کننـده کارخانـه سـیمان در کشـور کـه در مجاورت مراتع طبیعی قرار دارد، جهت بررسی اثـرات گردوغبـار بر اراضی مرتعی در نظر گرفته شد.

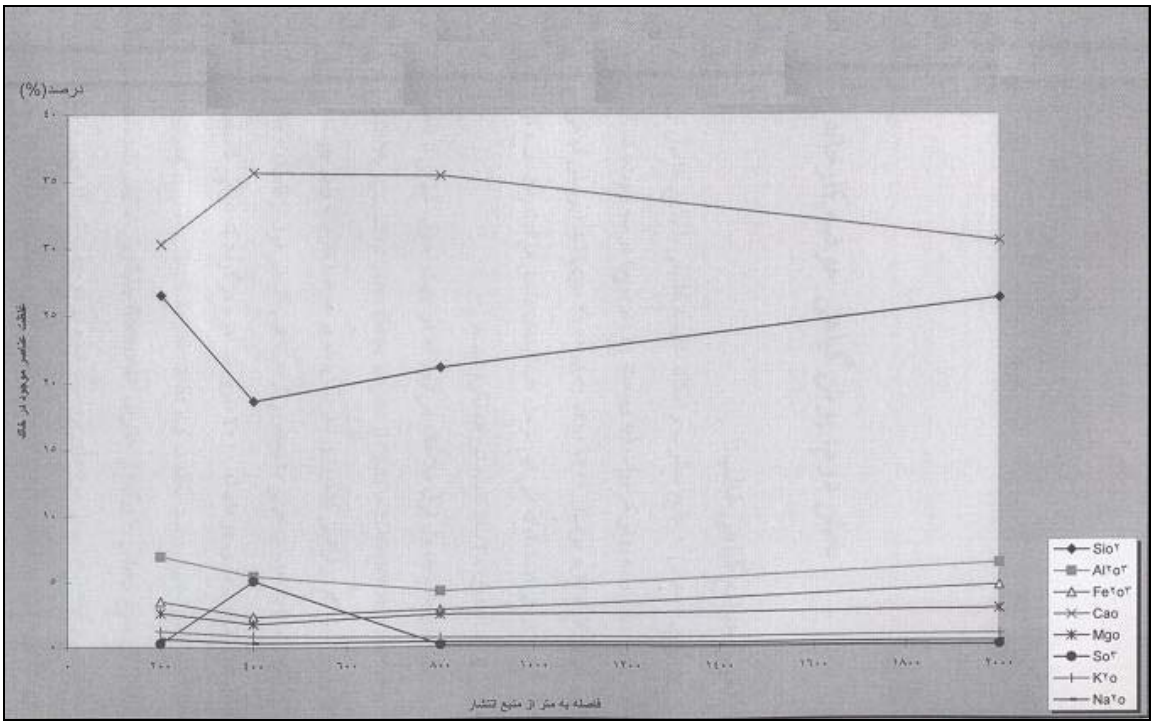
مواد و روش ها

در این پژوهش چهار روش میدانی جهت برآورد میزان اثرات گرد و غبار حاصل از کارخانه بـر پوشـش گیـاهی مرتعـی حوزه نفوذ مورد استفاده قرار گرفت که به تفکیک در ذیل بیـان می شود.

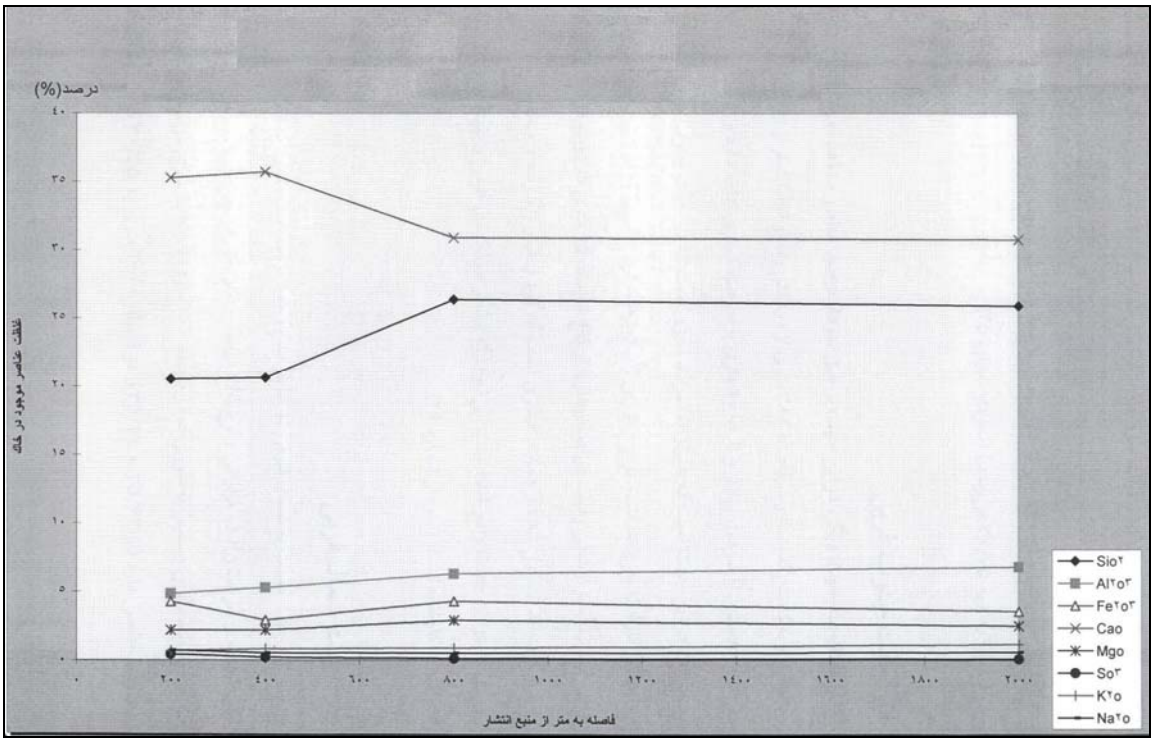
- **آنالیز کمی وکیفی عناصر موجـود در خـاک در فواصل و جهات مختلف**

در ابتدا به منظور تعیین عنصر شاهد بار آلـودگی، اقـدام به آنالیز نمونه های تصادفی تهیه شـده از مـواد خـام خـورا ک کوره (برداشت شده از سیلوهای نهایی خوراک کوره) بـه عنـوان ورودی سیستم و غبار جمع آوری شده از الکترو فیلتر خط یـک کارخانه به عنوان خروجی به روش دیفراکتومتری[1] بـا اشـعه X شد. سپس نتایج حاصل با نتایج تجزیه خاک خـارج از منطقـه تحت تأثیر(واقع در یک کیلومتری شـرق شـهر آبیـک و شـش کیلومتری از کارخانه)(۱۲) مورد ارزیابی مقایسه ای قرار گرفت. در ادامه به منظور برآورد میزان غبار رسوب یافته بر روی خـاک های حوزه نفوذ تا شعاع ۲۰۰۰ متری، در چهـار جهـت، شـمال غربی، شمال شرقی، جنوب غربـی و جنـوب شـرقی بـه فواصـل ۲۰۰،۴۰۰،۸۰۰ و۲۰۰۰ متری از منبع انتشـار(دودکـش کـوره) ایستگاه هایی تعیین شد برای جلوگیری از تأثیرات عوامل جوی و عملیات کشاورزی و دامداری در نتـایج حاصـل، زمـان نمونـه برداری مهر ماه تعیین شد. از ایستگاه های تعیـین شـده نمونـه هایی در ابعاد ۱۰cm×۱۵×۱۵ تهیه شد. در ادامه در آزمایشـگاه کارخانه با استفاده از روش پراش سنجی با اشـعه X (X ray)، نوع و درصد عناصر تعیین و در نهایت بـرای هـر جهـت گرافـی ترسیم شدکه محور x هـا نشـان دهنـده فاصـــله از منبـــع و محور y ها نشان دهنده درصد عناصـر مـی باشـد (اشـکال۱ تـا ۴)(۱۱).

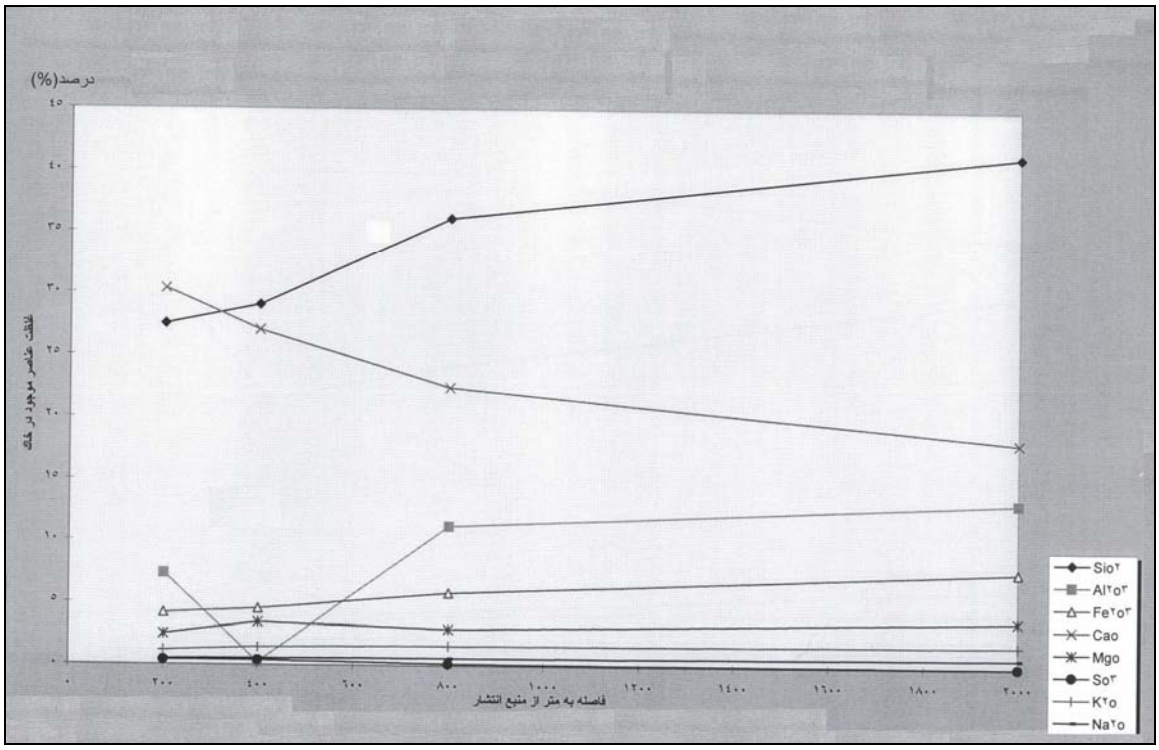
1-diffractometery



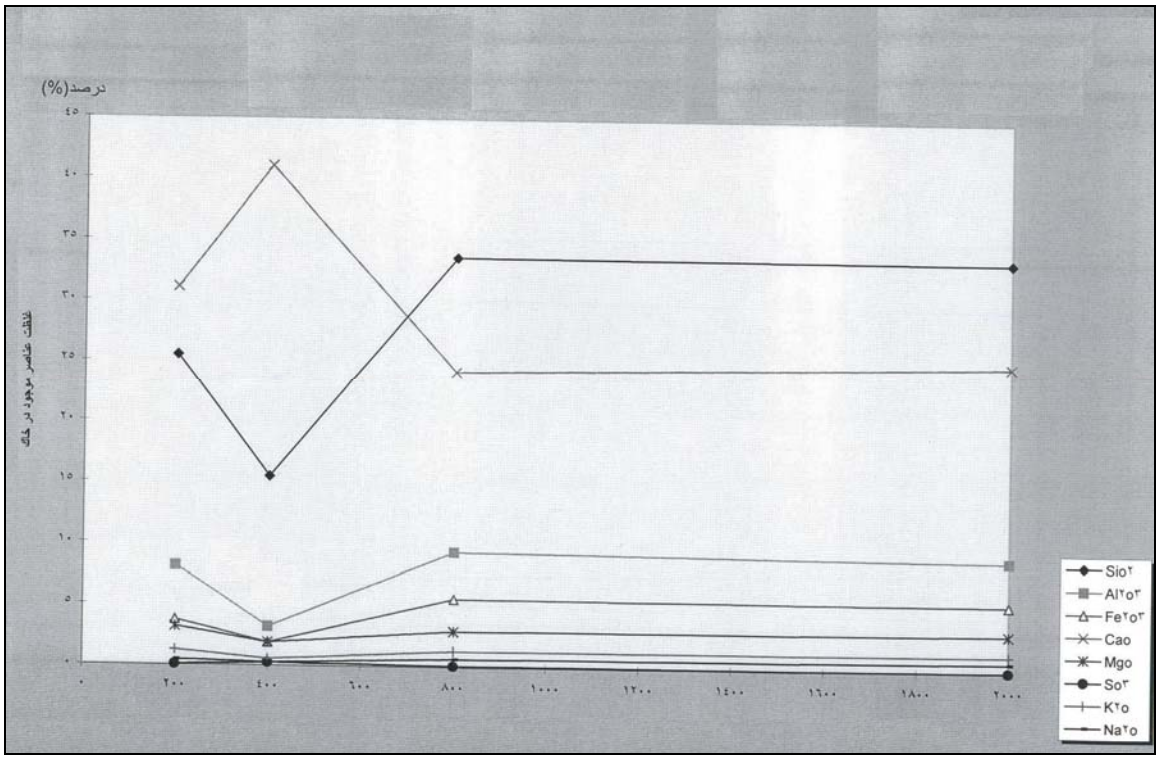
نمودار ۱-غلظت عناصر موجود در خاک در جهت شمال غربی تا فاصله ۲۰۰۰ متری از کارخانه



نمودار ۲-غلظت عناصر موجود در خاک در جهت شمال شرقی تا فاصله ۲۰۰۰ متری از کارخانه



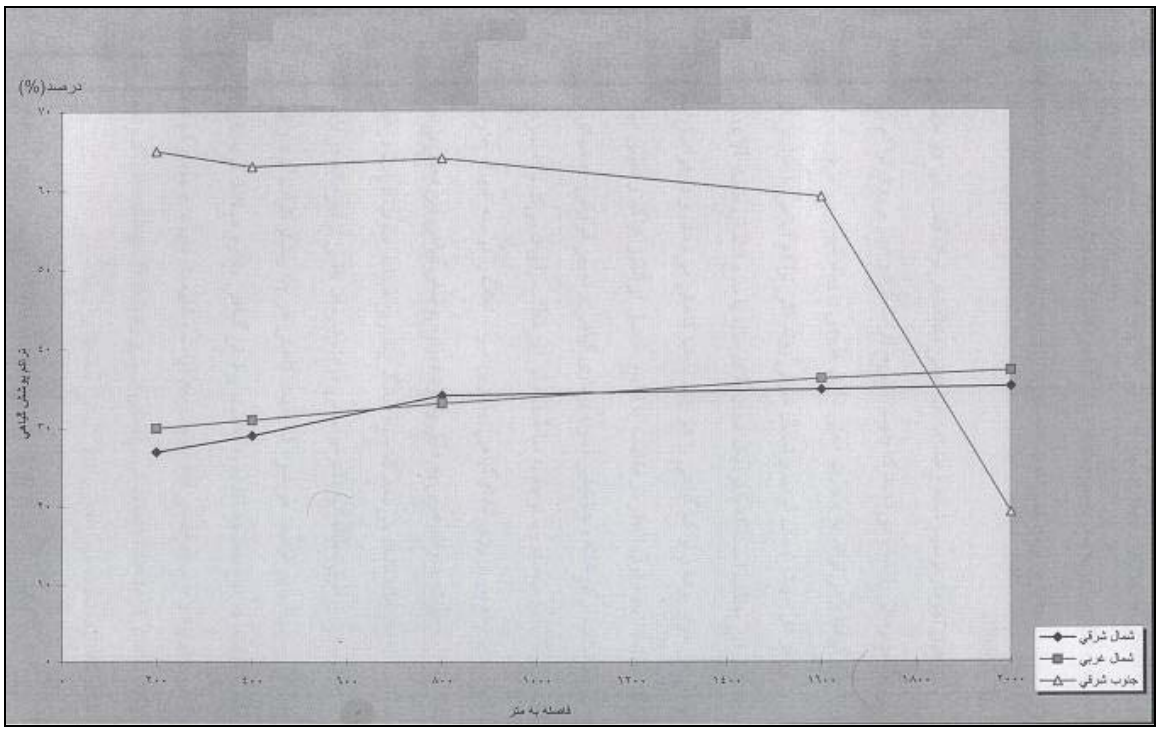
نمودار ۳-غلظت عناصر موجود در خاک در جهت جنوب غربی تا فاصله ۲۰۰۰ متری از کارخانه



نمودار ۴- غلظت عناصر موجود در خاک در جهت جنوب شرقی تا فاصله ۲۰۰۰ متری از کارخانه

- **ارزیابی تراکم گیاهان مرتعی حوزه نفوذ**

به منظور تعیین تراکم گیاهی در حوزه کارخانه از منبع انتشار تا شعاع ۲۰۰۰ متری از روش متر ترانس کت استفاده شد. بدین صورت که به منظور امکان مقایسه تطبیقی با نتایج حاصل از آنالیز نمونه های خاک و غبار سیمان رسوب یافته در اراضی، تراکم گیاهی در سه جهت، شمال غربی، شمال شرقی و جنوب شرقی در فواصل ۲۰۰،۴۰۰،۸۰۰ و ۲۰۰۰ متری از منبع انتشار، مورد سنجش قرار گرفت. بدین ترتیب که در هر ایستگاه سه ترانس کت به صورت تصادفی زده شد و نتایج حاصل در جدول صحرائی که برای هرایستگاه تنظیم شده بود، درج و در ادامه تراکم گیاهی هر ایستگاه از میانگین نتایج سه ترانس کت مذکور به دست آمد. بنابراین برای هر جهت، چهار جدول و در مجموع دوازده جدول تهیه شد که بیان کننده تراکم پوشش گیاهی در جهات و فواصل یادشده بود. در نهایت به منظور سهولت بررسی و دریافت نتایج، طبق جداول یادشده برای هر جهت نموداری ترسیم شد که در آن محور x ها نشان دهنده فاصله از منبع انتشار و محور yها نشان دهنده تراکم پوشش گیاهی می باشد (نمودار ۵).



نمودار ۵-تراکم پوشش گیاهی در اراضی اطراف کارخانه تا فاصله ۲۰۰۰ متری

- **بررسی تنوع گونه های گیاهی وتعیین گونه های غالب**

جهت بررسی تنوع گونه های گیاهی و ارزیابی تیپ غالب گیاهی از روش کوادرات[1] استفاده شد. از آن جا که تراکم پوشش گیاهی مرتعی در منطقه نا چیز و کمتر از ۵۰٪ است(۳۷٪-۲۹٪) جهت دستیابی به نتایج صحیح تر، ابعاد کوادرات ۱۰ متر مربع در نظر گرفته شد (۱۳). همچنین به منظور انجام مطالعات سیستماتیک و امکان مقایسه تطبیقی با سایر مطالعات، اقدام به نمونه برداری در سه جهت، شمال غربی، شمال شرقی و جنوب شرقی در فواصل ۲۰۰،۴۰۰،۸۰۰ و ۲۰۰۰ متری از منبع انتشار شد (پوشش گیاهی جهت جنوب غربی ، زراعی است). طی این مرحله کلیه گیاهان داخل هر کوادرات جمع آوری و به منظور شناسایی وشمارش گونه ها به هرباریوم[2]

1-quadrate method

2-Herbarium

دانشکده منابع طبیعی پردیس کشاورزی کـرج منتقـل شـدند . نتایج حاصل به منظور سهولت بررسی در جـدولی خلاصـه شـد (جدول۱) که تکرار گونه ها را به تفکیک جهت نمونه بـرداری و فاصله از منبع انتشار آلودگی بیان می کند.

جدول ۱- پوشش گیاهی حوزه نفوذ کارخانه سیمان آبیک تا فاصله ۲۰۰۰متری

جهت جغرافیایی	فاصله به متر	خانواده	جنس	گونه	نام فارسی	تکرار گونه
شمال شرقی	۲۰۰	*Rosaceae*	*Hulthemia*	*persica*	ورک	۳۰
		Composite	*Artemisia*	*aucheri*	درمنه	۱۳
			Scariola	*orientalis*	-	۲
			Centaurea	*salistitialis*	گل گندم	۱
		Gramineae	*Sercale*	*cereale*	جو وحشی	۲
		Labiaeta	*Salvia*	*sclarea*	مریم گلی	۱
	۴۰۰	*Rosaceae*	*Hulthemia*	*persica*	ورک	۸۰
		Composite	*Artemisia*	*aucheri*	درمنه	۴
			Scariola	*orientalis*	-	۵
			Centaurea	*salistitialis*	گل گندم	۷
		Labiaeta	*Salvia*	*sclarea*	مریم گلی	۲
		Boraginacae	*Arnebia*	*decumbens*	-	۴
	۸۰۰	*Rosaceae*	*Hulthemia*	*persica*	ورک	۱۲۰
		Composite	Thevenotia	*persica*	-	۱
		Labiaeta	*Salvia*	*sclarea*	مریم گلی	۱
		Chenopodiaceae	Noea	mucronata	-	۳
	۲۰۰۰	*Rosaceae*	*Hulthemia*	*persica*	ورک	۱۳۰
		Boraginacae	Onosma	microcarpa	-	۵
		Plumbaginaceae	Acantholimon	S.P	کلاه میر حسن	۲
		Composite	Thevenotia	*persica*	-	۱
		Umbelliferae	*Eryngium*	*bellardieri*	-	۱
شمال غربی	۲۰۰	*Rosaceae*	*Hulthemia*	*persica*	ورک	۲۳
		Composite	*Artemisia*	*aucheri*	درمنه	۱۸
			Scariola	*orientalis*	-	۷
			Centaurea	*salistitialis*	گل گندم	۷
		Umbelliferae	*Eryngium*	*bellardieri*	-	۷
		Gramineae	*Sercale*	*cereale*	جو وحشی	۴
		Chenopodiaceae	*Anthoclamis*	*multinervis*	-	۲
		Labiaeta	*Salvia*	*sclarea*	مریم گلی	۱
		Boraginacae	Onosma	microcarpa	-	۱

ادامه جدول ۱

جهت جغرافیایی	فاصله به متر	خانواده	جنس	گونه	نام فارسی	تکرار گونه
شمال غربی	۴۰۰	*Rosaceae*	*Hulthemia*	*persica*	ورک	۳۰
		Composite	*Artemisia*	*aucheri*	درمنه	۱۵
			Scariola	*orientalis*	-	۱۸
			Centaurea	*salistitialis*	گل گندم	۱۱
		Boraginacae	*Arnebia*	*decumbens*	-	۲۲
		Chenopodiaceae	Salsola	*kali*	شوره	۱
		Labiaeta	*Salvia*	*sclarea*	مریم گلی	۳
		Umbelliferae	*Eryngium*	*bellardieri*	-	۴
	۸۰۰	*Rosaceae*	*Hulthemia*	*persica*	ورک	۷۶
		Composite	*Scariola*	*orientalis*	-	۵
			Centaurea	*salistitialis*	گل گندم	۲
			Thevenotia	*persica*	-	۳
		Labiaeta	*Salvia*	*sclarea*	مریم گلی	۳
		Umbelliferae	*Eryngium*	*bellardieri*	-	۱
	۲۰۰۰	*Rosaceae*	*Hulthemia*	*persica*	ورک	۹۷
		Composite	*Scariola*	*orientalis*	-	۷
			Artemisia	*herba alba*	درمنه	۳۰
		Umbelliferae	*Eryngium*	*bellardieri*	-	۱
		Plumbaginaceae	Acantholimon	S.P	کلاه میر حسن	۲
جنوب شرقی	۲۰۰	*Cruciferae*	*Descurainia*	*sophia*	خاکشیر	
	۴۰۰	*Cruciferae*	*Descurainia*	*sophia*	خاکشیر	
	۸۰۰	*Cruciferae*	*Descurainia*	*sophia*	خاکشیر	
	۲۰۰۰	*Composite*	*Scariola*	*orientalis*	-	۸
		Rosaceae	*Hulthemia*	*persica*	ورک	۲

- **برآورد سیمان رسوب یافته بر روی اندام گیاهی**

به منظور دستیابی به مقدار درصد سیمان رسوب یافته بر روی اندام گیاهی، از روش وزن سنجی استفاده شد. در ابتدا سه نمونه گیاه علفی غالب، در اندازه های به هنجار، از ایستگاه های تعیین شده (در فواصل و جهات ذکر شده)، از محل یقه قطع و به وسیله پاکت نایلونی به آزمایشگاه انتقال یافت. سپس وزن نمونه ها اندازه گیری شد که به این ترتیب وزن گیاه همراه سیمان رسوب یافته به دست آمد. در مرحله بعدی نمونه های گیاهی کاملاً با آب مقطر شسته شد و پس از خشک شدن، مجدداً وزن شد که در این مرحله وزن نمونه ها بدون سیمان رسوبی به دست آمد. سپس با مقایسه وزن نمونه های همراه با سیمان و وزن نمونه های بدون سیمان، وزن سیمان رسوبی بر روی نمونه های گیاهی به دست آمد و در نهایت با مقایسه وزن نمونه همراه سیمان و وزن سیمان همراه نمونه ها، درصد وزن سیمان رسوب یافته بر روی گونه های گیاهی محاسبه شد (جدول۲). لازم به ذکر است که این روش وزن سنجی در مقاله اثر گرد و غبار سیمان بر روی سه گونه گیاه شور پسند مرداب های نمکی مدیترانه در مصر(۸) نیز به کار رفته با این تفاوت که معیار به کار گرفته شده، میزان سیمان رسوب یافته بر روی واحد سطح برگ گیاه محاسبه

شده، ولی در مقاله حاضرسیمان رسوب یافته بر روی تمام انـدام گیاهی در معرض مورد مقایسه قرار گرفت.

جدول ۲- مقدار سیمان رسوب یافته بر روی اندام گیاهان غالب تا فاصله۲۰۰۰ متری کارخانه سیمان آبیک

جهت جغرافیایی	فاصله به متر از دودکش	گونه گیاهی غالب	وزن نمونه با سیمان (gr)	وزن نمونه بدون سیمان (gr)	وزن سیمان همراه گیاه (gr)	درصد وزن سیمان همراه (٪)
شمال شرقی	۲۰۰	ورک	۳/۴۰	۲/۴۳	۰/۹۷	۲۸/۵۲
		درمنه	۶/۲۴	۴/۰۳	۲/۲۱	۳۵/۴۳
	۴۰۰	ورک	۴/۳۲	۳/۰۲	۱/۳۰	۳۰/۱۸
		درمنه	۹/۴۵	۶/۳۱	۳/۱۴	۳۳/۲۰
	۸۰۰	ورک	۸/۱۲	۶/۹۸	۱/۱۴	۱۴/۰۵
		درمنه	۵/۰۸	۴/۶۳	۰/۴۵	۸/۸۹
	۲۰۰۰	ورک	۵/۱۴	۴/۸۳	۰/۳۱	۶
		درمنه	۷/۷۳	۷/۰۴	۰/۶۹	۸/۹۲
شمال غربی	۲۰۰	ورک	۶/۱۸	۴/۷۴	۱/۴۴	۲۳/۲۷
		درمنه	۸/۳۹	۵/۷۷	۲/۶۲	۳۱/۱۸
	۴۰۰	ورک	۵/۴۶	۴/۲۵	۱/۲۱	۲۲/۱۴
		درمنه	۱۳/۰۸	۹/۰۲	۴/۰۶	۳۱/۰۴
	۸۰۰	ورک	۹/۰۴	۷/۳۰	۱/۷۴	۱۹/۲۹
		درمنه	۵/۱۹	۴/۵۴	۰/۶۵	۱۲/۵۲
	۲۰۰۰	ورک	۴/۲۴	۳/۹۴	۰/۳۰	۷/۱۷
		درمنه	۵/۴۲	۴/۹۱	۰/۵۱	۹/۳۳
جنوب شرقی	۲۰۰	خاکشیر	۵/۸۰	۴/۶۷	۱/۰۴	۱۷/۸۶
	۴۰۰	خاکشیر	۶/۲۵	۵/۱۲	۱/۱۳	۱۸/۰۶
	۸۰۰	خاکشیر	۵/۶۵	۵/۳۳	۰/۳۲	۵/۶۸
	۲۰۰۰	خاکشیر	۴/۷۰	۴/۴۶	۰/۲۴	۵/۰۲

نتایج

- **آنالیز عناصر نمونه های خاک**

طبق آنالیز انجام شده بر روی مـواد خـوراک کـوره و غبـــار جمـــع آوری شـــده از الکتروفیلتـــر خـــط یـــک کارخانه(جداول۳و۴)، نتیجه می شـود کـه بـیش از۶۰٪ غلظـت نمونه ها از اکسید کلسیم(Cao) تشکیل یافته و در عـین حـال آنالیز نمونه های خاک خارج از منطقه تحت تأثیر نشان داد کـه در عمق ۳۰-۰ سانتی متر درصـد اکسـید کلسـیم بـه کمتـر از ۱/۴۵٪ می رسد (جدول۵) (۱۲).

جدول۳-غلظت عناصر موجود در غبار جمع آوری شده از الکتروفیلتر خط یک

So_3	Sio_2	Al_2o_3	Fe_2o_3	Cao	Mgo	K_2o	Cl
۰/۰۰	۲۱/۲۷	۵/۴۲	۲/۹۷	۶۲/۹۱	۳/۱۹	۰/۸۲	۰/۰۰

جدول ۴- غلظت عناصر موجود در مواد خام خوراک کوره(سیلوی نهایی خط یک)

So_3	Sio_2	Al_2o_3	Fe_2o_3	Cao	Mgo	K_2o	Cl
۰/۲	۲۱/۷	۵/۶	۳/۰۳	۶۴/۹	۳/۳	۰/۸	۰/۰۰

جدول ۵-پروفیل شاهد به شماره۱۶۹ در یک کیلومتری شرق شهر آبیک(۴)

شماره آزمایش	عمق (cm)	درصد اشباع	املاح محلول $EC.10^3$	اسیدیته کل اشباع	$Caco_3$ به درصد	K (ppm)	P (ppm)
۱۰۷۵	۰-۱۰	**۳۱**	۰/۷۰	۷/۷	۱/۴۵	۴۵۰	۱۲
۱۰۷۶	۱۰-۳۰	۳۶	۰/۵۵	۷/۶	۰/۵۹	۴۰۰	۶

بنابراین اکسید کلسیم موجود در خاک به عنوان مهم ترین عنصر شاهد نمایش دهنده بار آلودگی در نظر گرفته شد، که با اکسید سیلسیم یک همبستگی قوی، معکوس وکاملی را نشان می دهد. در عین حال با توجه به غلظت Cao موجود در خاک های حوزه نفوذ کارخانه مندرج در نمودارهای ۱ تا ۴ نتیجه می شود که میزان رسوب ذرات با نسبت فاصله از کارخانه رابطه عکس دارد، این موضوع خود گواه بر این است که کارخانه به عنوان منبع انتشار ذرات در حوزه نفوذ خود عمل کرده است. همچنین نمودارهای درصد عناصر رسوب یافته، بیشترین میزان آلودگی را در فاصله ۴۰۰ متری از منبع انتشار نشان می دهد که این موضوع می تواند نقش موثری در بهسازی محیط اطراف کارخانه داشته باشد. این امر می تواند هم به دلیل رسوب ذرات غیر متمرکز ناشی از فرایند های مختلف کاری و هم ذرات خروجی از دودکش(ذرات متمرکز) در این فاصله باشد.

همچنین در نمودار های درصد عناصر، آن چه قابل توجه است این موضوع است که در جهت جنوب غربی(نمودار ۳) بر خلاف سه جهت دیگر، از فاصله ۲۰۰ متری به بعد میزانCao به شدت رو به کاهش گذاشته که این امر بیانگر کاهش زیاد رسوب ذرات در این جهت است و علت آن کمربند سبزی است با ارتفاع ۱۵ متر از درختان چنار(*Platanus orientalis*) که در جهت جنوب غربی کارخانه در امتداد جاده اتصالی کارخانه به جاده قدیم کرج- آبیک قرار گرفته و همانند فیلتری مانع پخش گرد و غبار در اراضی پایین دست شده است. و بیانگر عملکرد عینی و بهینه پوشش گیاهی در تصفیه هوا در حوزه کارخانه است.

- **ارزیابی تراکم گیاهان مرتعی**

با ملاحظه نمودار ۵، این نتیجه حاصل می شود که تراکم گیاهی در دو جهت شمال غربی و شمال شرقی حالت به هنجاری دارد. در حالی که در جهت جنوب شرقی به علت تخریب اراضی کشاورزی و تسلط گیاه خاکشیر(*Descurainia sophia*)، شاهد تراکم بالا و غیر عادی هستیم. بنابراین به منظور ارزیابی اثرات گردوغبار خروجی بر تراکم گیاهی، این دو جهت مورد توجه قرار گرفت. نمودار ۵ بیانگر این مطلب است که تراکم گیاهی با فاصله از کارخانه یک همبستگی کامل مستقیمی دارد، به این نحو که با افزایش فاصله، تراکم افزایش یافته(در فاصله۲۰۰۰متری تراکم در جهت شمال شرقی ۳۵٪ و شمال غربی۳۷٪) وبا کاهش فاصله تراکم کاهش می یابد (در فاصله۲۰۰ متری تراکم درجهت شمال شرقی۲۷٪ وشمال غربی۳۰٪)که بیانگر این مطلب است که با نزدیک شدن به

کانون انتشار، مقدار آلاینده ها زیادتر شده و بر رشد گیاهی مؤثر بوده و تراکم گیاهی را هر چند ناچیز کاهش داده است.

- **جامعه گیاهی وتعیین گونه های غالب**

جدول۱ بیانگر این مطلب است که در جهت جنوب شرقی تا فاصله ۸۰۰ متری از منبع انتشار تنها گیاه غالب خاکشیر (*Descurainia sophia*) از خانواده *Cruciferae* با تراکم بسیار بالا است . این گیاه در واقع یک گیاه مهاجم است که در اراضی تخریب یافته در حوزه کارخانه و در جهت باد غالب توسعه یافته است. با مطالعات میدانی مشاهده می شود که تیپ گیاهی مذکور از فاصله ۱۶۰۰ متری تغییر کرده و دوگونه*Scariola orientalis* از خانواده *Compositae* وگل سرخ وحشی یا ورک(*Hulthemia persica*) از خانواده *Rosaceae* جایگزین خاکشیر شده اند. بنابراین جهت تعیین جامعه گیاهی وگیاه غالب از نمونه های برداشت شده در دو جهت شمال غربی وشمال شرقی که دارای توزیع متعادل تری هستند، استفاده شد. طبق ارزیابی های انجام گرفته،گیاهان منطقه متعلق به ۹ تیره (خانواده) شامل۱۶ جنس(سروه) و۱۶ گونه اراضی تحت نفوذ کارخانه تا شعاع ۲۰۰۰متری که جمع آوری و مورد شناسایی قرار گرفتند، دو گونه گیاهی ورک (*Hulthemia persica*) ودرمنه(*Artemisia aucheri*) توانسته اند موجودیت خود را حفظ کنند و با تراکم بالا به عنوان تیپ غالب گیاهی منطقه شناخته شوند. در عین حال در مراتع مطالعه شده شاهد تنوع گونه ای کم هستیم به طوری که در مساحت ۱۰ متر مربع به طور متوسط ۸ گونه داریم.

- **سیمان رسوب یافته بر روی گیاهان**

در نهایت با بررسی مقدار وزنی رسوب غبار سیمان بر روی اندام گیاهی، بر نتایج حاصل از آنالیز خاک و تنوع و تراکم گیاهی صحه گذاشته شد. به نحوی که با مشاهده جدول ۲ این نتیجه حاصل می شود که میزان رسوب گرد و غبار سیمان بر روی اندام گیاهی در فواصل نزدیک به کارخانه افزایش یافته و بالعکس به صورتی که دامنه تغییرات اندازه های درصد وزن سیمان همراه گیاه در جهات مختلف از ۱۶ تا ۲۴ ٪ می رسد که بیشترین رسوب در فاصله۴۰۰ متری وکمترین آن در فاصله ۲۰۰۰ متری مشاهده می شود. همچنین در جهت جنوب شرقی که گیاه خاکشیر گونه غالب است، به دلیل سرعت و فراوانی بیشتر باد(جهت باد غالب) که باعث پراکنش بیشتر ذرات ریز سیمان در فواصل دورتری می شود و مرفولوژی گیاه خاکشیر که فاقد برگ وکرک است رسوب کمتر ذرات نسبت به دو جهت دیگر مشاهده می شود.

- **بحث ونتیجه گیری وپیشنهادها**

با ملاحظه نمودار و جدول تراکم و تنوع پوشش گیاهی(نمودار۵ وجدول۱) وهمچنین نمودارهای غلظت عناصر موجود در خاک حوزه کارخانه (نمودارهای ۱ تا ۴)، این نتیجه گرفته می شود که میان تنوع و تراکم پوشش گیاهی مرتعی حوزه کارخانه با رسوب ذرات گرد و غبار خروجی از کارخانه یک همبستگی معکوسی بر قرار است. به صورتی که هر چه به کارخانه نزدیک شویم، میزان رسوب غبار بیشتر شده و در نتیجه از تراکم گیاهی کاسته می شود و بالعکس. همچنین انتشار این آلاینده ها در حوزه نفوذ باعث پایین بودن تنوع گونه ای بوده و در عین حال گونه های گیاهی مقاوم همانند ورک (*Hulthemia persica*)و درمنه (*Artemisia aucheri*) در برابر آلاینده ها باقی مانده و دارای تراکم بالایی هستند.

بنابراین به منظور حفظ مراتع و جلوگیری از تخریب بیشتر وکاهش اثرات گردوغبار برروی اراضی مرتعی، می بایستی باتوجه به کارکرد عینی کمربند سبز در تصفیه غبار سیمان خروجی در جهت جنوب غربی کارخانه و همچنین ماده۱۹ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا که اشاره دارد "واحد های تولیدی مکلفند حداقل ۱۰٪ از فضای اختصاص یافته جهت احداث واحدهای تولیدی و خدماتی را به فضای سبز اختصاص دهند" (۱۴)، حداقل دو هکتار را به فضای سبز دارای کاربرد تصفیه ای به منظور کاهش آلاینده های ذره ای اختصاص دهند. همکنون وسعت فضای سبز کارخانه به ۰/۵ هکتار

می رسد که تنها جنبه زیباشناختی آن درنظر گرفته شده و فاقد کاربرد تصفیه ای است. قسمت عمده ای از این فضا به صورت خطی طراحی شده و عمدتاً از پوشش گیاهی علفی و بوته ای نظیر چمن(*Ray grass*) و گل رز (*Rosa hugonis, Rosa rugosa*) تشکیل شده است.

در میان گونه های گیاهان مرتعی مورد مطالعه،گونه ورک و درمنه توانسته اند موجودیت خود را حفظ کنند، بنابراین لازم است با کاشت مصنوعی این دو گونه و در مراحل بعد سایر جنس های تیره *Compositae* در حوزه کارخانه از انتشار وسیع تر ذرات جلوگیری کنیم. این گونه های گیاهی مرتعی خوش خوراک بوده و کیفیت مراتع حفظ می شود.

مطالعات انجام شده همچنین بیانگر این است که بیشترین اثرات گرد و غبار در فاصله ۲۰۰ تا ۴۰۰ متری از کانون انتشار ایجاد می شود بنابراین توصیه می شود. که در فاصله مذکور جهت کاهش هر چه بیشتر آلاینده ها و جلوگیری از انتشار ذرات و تحت تاثیر قرار دادن گیاهان حساس و خوشخوراک مرتعی اقدام به ایجاد کمربند پوشش گیاهی محافظتی حول محور کارخانه شود. دراین راستا می بایستی پارامترهای مختلفی از جمله نوع گونه، تراکم و غیره مورد توجه قرار گیرد.

به منظور کاهش اثرات گرد و غبار منتشره، می بایستی علاوه بر اقدامات ذکر شده، از انتشار این ذرات از مبدأ نیز جلوگیری کرد که جهت دستیابی به این امر، با توجه به این که قسمت قابل توجهی از گرد و غبار خروجی، به علت وجود درز و شکاف و پوسیدگی در قسمت های مختلف فرایند تولید شامل سالن ها، سوله ها، سیلوهای سیمان و غیره می باشد، می بایستی عملیات درز گیری، تهویه و هدایت گرد و غبار به تجهیزات غبار گیری و به موازات آن سرویس مرتب تجهیزات وغبارگیرها صورت پذیرد.

از آن جا که قسمت عمده ای از غبار جمع آوری شده توسط الکترو فیلتر ها ریز دانه می باشد،کاربرد این مواد به عنوان مواد خوراک کوره(آنچه که هم اکنون انجام می شود) باعث صرف انرژی بیشتر به منظور تصفیه وکاهش بازدهی عملکرد الکتروفیلترها می شود . لذا می بایستی از کاربرد این مواد به عنوان موادخوراک کوره جلوگیری و از آن ها به جای گچ، جهت افزایش گیرایش سیمان تولیدی، در آسیاب سیمان استفاده شود.

همچنین با توجه به این که ساخت و به کارگیری الکتروفیلترهای کارخانه مربوط به سه دهه پیش می باشد که به دلایل متعدد با بازده مناسب (بازده اولیه ۹۹/۶٪) کار نکرده و مقدار غبار زیادی را بدون تصفیه خارج می سازد (mg/m^3 ۲۵۷)(۱۱) و در عین حال استانداردهای زیست محیطی نیز در سال های اخیرسخت گیرانه تر شده اند (mg/m^3 ۱۰۰) (۱۴) ، پیشنهاد می شود که جهت خرید وسایل و قطعات یدکی، تعمیر و نگه داری سیستماتیک (نه اتفاقی) و همچنین افزایش بازده تجهیزات غبار روبی با استفاده از شیوه های مهندسی اقدامات لازم صورت گیرد.

منابع

۱. مجنونیان، ه (۱۳۶۹) درختان و محیط زیست، سازمان حفاظت از محیط زیست

۲. مهرآوران، ح و مظفر، ا (۱۳۷۰) بیماری های گیاهی، دانشگاه تهران

3. Mandre, M., Klos eiko, J., Ots, K., Tuulmets, l (1999)Changes in phytomass and nutrient partitioning in young conifers in exterme alkaline growth conditions, *Environmental pollution*, Volume 105, Issue 2, Pages 209-220
4. Singh, S, N., Rao, D, N (1981)Certain responses of wheat plants to cement dust pollution, *Environmental pollution Series A, Ecological and Biological*, Volume 24, Issue 1, Pages 75-81
5. Borka, G., (1980) The effect of cement dust pollution on growth and metabolism of Helianthus annuus, *Environmental pollution Series A,*

Ecological and Biological, Volume 22, Issue 1, Pages 75-79

6. Shukla., G., Pandey, V., Singh, S, N., Yunus, M., Singh, N., Ahmad, K, G (1990) effect of cement dust on the growth and yield of Brassica campesteris L, *Environmental pollution,* Volume 66, Issue 1, Pages 81-88
7. Farmer, A, M., (1993) The effect of dust on vegetation-a review, *Environmental pollution,* Volume 79, Issue 1, Pages 63-75
8. Mandre, M. and Klos eiko, J. (1997) Changes carbohydrate partitioning in 6-year-old coniferous trees after prolonged exposure of cement dust. *Zeitschrift fur Naturforschung* 52c, Pages 1-9
9. Migahid, M., El-Darier, M (1995) Effect of cement dust on three halopytic species of the Mediterranean salt marshes in Egypt,*Journal of Arid Environment*, Volume 30, Issue 3, Pages 361-366
10. Lal, B., Ambasht, R. S (1982) Impact of cement dust on the mineral and energy concentration of *psidum guayava, Environmental pollution Series A, Ecological and Biological*, Volume 29, Issue 4, Pages 241-24

۱۱. صادقی روش، م، ح (۱۳۸۵)پراکنش آلودگی ناشی ازگردو غبار سیمان بر روی خاک های حوزه نفوذ، همایش خاک، محیط زیست وتوسعه پایدار، دانشگاه تهران،ص۴۵۸-۴۵۵

۱۲. مسیح آبادی، م ، ح (۱۳۶۹)مطالعه خاک شناسی نیمه تفضیلی دشت کرج- آبیک به مساحت ۱۵۰۰۰۰ هکتار، وزارت کشاورزی،موسسه تحقیقات آب وخاک

۱۳. مقدم، م، ر (۱۳۷۹) مرتع ومرتعداری،چاپ دوم، دانشگاه تهران

۱۴. سازمان حفاظت محیط زیست، دفتر حقوقی و امور مجلس(۱۳۷۹) مجموعه قوانین و مقررات حفاظت محیط زیست ایران، جلد اول، سازمان حفاظت محیط زیست