

بررسی اثرات گرد و غبار کارخانه سیمان پیوند گلستان روی چند گونه گیاهی با روش مگنومتری

سکینه مهدی پور^۱، مجید محمداسماعیلی^{۲*}، علی ستاریان^۳

۱ فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران

۲ دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران

۳ دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گنبد کاووس، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۱؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۰۴/۰۹)

چکیده

آلودگی‌های فیزیکی هوا از پیامدهای فعالیت بشر، به ویژه در قرن بیستم است که آثار مستقیم و غیرمستقیمی بر انسان و محیط پیرامون آن دارد. این تحقیق از یک روش نوین تحت عنوان مغناطیس‌سنجی، برای بررسی میزان آلودگی در برگ چند گونه گیاهی موجود در اطراف کارخانه سیمان پیوند گلستان انجام شد. نمونه‌گیری از برگ سه گونه گیاهی درمنه *Artemisia vulgaris* L. قیاق *Sorghum halepense* L. و تمشک *Rubus sanctus* Schreber. در دو فصل بهار و پاییز با دو فاصله ۲۰۰ و ۵۰۰ متری از کارخانه و یک منطقه‌ی شاهد دور از کارخانه انجام شد. نمونه‌های گیاهی بدون دست‌خوردگی در کیسه‌های پلاستیکی به صورت جداگانه بسته‌بندی شدند. سپس، نمونه‌ها در فضای مسقف خشک شده و بعد از پودر کردن، نمونه‌ها در داخل قوطی‌های 6cm^3 قرار داده شدند. میزان پسماند مغناطیسی طبیعی نمونه‌ها توسط دستگاه مغناطیس‌سنج چرخان اندازه‌گیری شد. نتایج نشان می‌دهد که میزان پسماند مغناطیسی در فاصله‌ی نزدیک به کارخانه (۲۰۰ متری) نسبت به فاصله‌ی (۵۰۰ متری) و منطقه‌ی شاهد بیشتر بوده است. میزان پسماند مغناطیسی در گونه‌ی درمنه در فصل بهار در فواصل ۲۰۰، ۵۰۰ متری و شاهد به ترتیب $۶۹۹/۷۳$ ، $۳۷۵/۶۰$ و $۸۸/۷۴$ آمپر بر متر و در فصل پاییز در فواصل ۲۰۰، ۵۰۰ متری و شاهد به ترتیب $۱۴۲/۰۳$ ، $۷۰/۲۱$ و $۳۰/۵۰$ آمپر بر متر مشاهده شد. میزان پسماند مغناطیسی قیاق در فصل بهار در فواصل ۲۰۰، ۵۰۰ متری و شاهد به ترتیب $۲۷۷/۰۳$ ، $۹۱/۲۷$ و $۴۳/۷۳$ آمپر بر متر و در فصل پاییز در فواصل ۲۰۰، ۵۰۰ متری و شاهد به ترتیب $۹۲/۰۹$ ، $۱۹/۲۰$ و $۵۷/۷۴$ آمپر بر متر مشاهده شد. میزان پسماند مغناطیسی گونه‌ی تمشک در فصل بهار در فواصل ۲۰۰، ۵۰۰ متری و شاهد به ترتیب $۵۴۶/۳۶$ ، $۳۵۵/۲۰$ و $۶۸/۳۰$ آمپر بر متر و در فصل پاییز $۲۸۸/۲$ ، $۱۹۶/۱۰$ و $۷۴/۱۳$ آمپر بر متر بود. میزان پسماند مغناطیسی در تیمار شاهد به مراتب کمتر از فاصله‌ی ۲۰۰ و ۵۰۰ متری بوده است. نتایج نشان می‌دهد که گونه‌ی درمنه در فصل بهار و گونه‌ی تمشک در فصل پاییز بیشترین جذب آلودگی را در بین گونه‌های مورد مطالعه داشته‌اند.

کلید واژه‌ها: گیاهان مرتعی، مغناطیس‌سنجی، آلودگی سیمان، جذب آلودگی، پسماند مغناطیسی.

سرآغاز

آلودگی هوا یکی از مسایل روز دنیاست و تخریب منابع طبیعی اطراف مناطق صنعتی به یک چالش تبدیل شده است و با توجه به صنعتی شدن روز به روز بر میزان و شدت آن افزوده می‌شود. بررسی میزان گرد و غبار و آلاینده‌ها و اثرات منفی آنها بر روی گیاهان از یک طرف و حوزه نفوذ این مواد و آستانه تحمل گیاهان از طرف دیگر از موارد مهم مطالعاتی است. در این تحقیق از یک روش نوین (مغناطیس‌سنجی) برای تعیین آلودگی گیاهان مرتعی استفاده شد. صنایع تولید سیمان در کشور یکی از مهمترین بخش‌های تولیدکننده آلاینده‌ها در محیط است که اثرات محیط‌زیستی مهمی را بر اکوسیستم دارد (Mosavi et al., Sadeghiravesh & Khorasani, 2009; 2015). متاسفانه کارخانه‌های سیمان یکی از آلاینده‌ترین صنایع موجود در کل دنیا هستند (Isikli et al., 2003). مهم‌ترین اثر سوء این کارخانه‌ها بر محیط اطراف آن، انتشار گرد و غبار و گازهای آلاینده است (Bilen, 2010). ذرات گرد و غبار در روی سطح برگ گیاهان تجمع پیدا کرده و به داخل برگ‌ها وارد می‌شوند و سبب کاهش فعالیت فتوسنتزی و کاهش رشد گیاهان می‌شوند و آلودگی جوی به طور مستقیم بر روی تبادل گاز CO₂ و تجمع ماده خشک تاثیر می‌گذارد (Farmer, 1993; kruger et al., 2000). رسوب گرد و غبار روی برگ مانند لایه‌ی محافظی برای انتشار آفات و بیماری‌های گیاهی و فعالیت قارچ‌های بیماری‌زا عمل می‌کند (Blake et al., 2000). در روش مغناطیس‌پذیری با استفاده از پارامترهایی چون پذیرایی مغناطیسی و پسماند مغناطیسی به بررسی میزان مغناطیس موجود در نمونه‌های مختلف از جمله خاک، سنگ، اندام‌های گیاهی و فضای سبز شهری و نیز نمونه‌های برف پس از یک دوره قرار داشتن در معرض آلودگی هوا پرداخته می‌شود. در واقع پذیرایی مغناطیسی با توجه به میزان کانی‌های موجود در نمونه به‌دست می‌آید و پسماند مغناطیسی میزان مغناطیس باقیمانده در نمونه را در طی زمان نشان می‌دهد. ذرات مغناطیسی از جمله اجزای معمول اتمسفر است (Flander, 1984; Hunt et al., 1994)، که ناشی از سوخت‌های فسیلی (مصارف صنعتی، خانگی و وسایط نقلیه)، گازهای متصاعد شده از مراکز صنعتی و شست و شوی مواد زاید و فرسوده (معدنی و انسانی) بوده و روز به روز منجر به آلودگی بیشتر هوا و کاهش

کیفیت آن می‌شوند. برخلاف خاک که قادر است طی قرن‌ها فلزات سنگین زیادی را در خود جمع‌آوری کند، آلودگی‌های جمع شده توسط گیاهان برای مدت کوتاهی روی آن‌ها حضور دارند. یعنی برگ‌های گیاهان ذرات معلق موجود در هوا را در طی مدت کوتاه برای مثال از چند هفته تا چند ماه بسته به زمان نمونه‌گیری در سطح خود جمع‌آوری می‌کنند و بارندگی‌ها بخشی از آلاینده‌ها را از سطح برگ‌ها می‌شوید. (Norozi et al., 2016; Maher & Thompson, 1999) از خاصیت پسماند مغناطیسی برگ‌های گونه توس در مناطق شهری و حومه آن به عنوان شاخصی برای آلودگی هوا استفاده کردند و نتیجه گرفتند که میزان مغناطیسی شدن برگ‌ها بستگی به فاصله گیاهان از منبع آلودگی دارد. (Gautam et al., 2005) به بررسی قابلیت مغناطیس‌پذیری و میزان فلزات سنگین در نمونه‌های درختی سه گونه شیشه‌شوی (*Callistemon sp*)، سرو (*Cupressus sp*) و بلوط (*Quercus sp*) پرداختند و نشان دادند که درختان موجود در سر چهارراه‌های شلوغ و نزدیک ایستگاه‌های اتوبوس و جاده‌هایی با شیب زیاد که با آلودگی بیشتری مواجه هستند، میزان مغناطیس‌پذیری بالایی دارند و در این میان گونه بلوط نسبت به دو گونه دیگر از جذب بالاتری برخوردار بوده است. (Mollashahi et al., 2012) به پهنه‌بندی آلودگی هوای شهر تهران با روش مگنومتری خاک و برگ گونه‌های زبان گنجشگ، کاج و توت پرداختند و نتیجه گرفتند که گونه‌ی توت بیشترین میزان جذب را داشته است. (Moreno et al., 2003) به مطالعه‌ی بررسی آلودگی شهر رم با استفاده از خواص مغناطیسی برگ‌های گونه‌های بلوط همیشه سبز (*Quercus ilex*) و چنار (*Platanus sp*) پرداختند و نشان دادند که برگ‌های درختان همیشه سبز به دلیل این که در تمام طول سال دارای برگ هستند و میزان مواد مغناطیسی مربوط به کل طول عمر آن‌ها است و بیشتر از خزان‌کننده‌ها خواص مغناطیس‌پذیری دارند. مطالعه‌های (Sadeghiravesh & Khorasani, 2009 & Mosavi et al., 2015) نشان داد که گرد و غبار ناشی از صنایع سیمان تاثیر معکوسی بر پوشش گیاهی داشته است به طوری که تنوع‌زیستی و تراکم گونه‌ها را در اطراف کارخانه کاهش پیدا می‌کند. مطالعه‌های (Chapagain & Dhakal, 2011; Salma et al., 2011) نشان داد که آلودگی کارخانه سیمان بر روی فاکتورهای مختلفی همچون سطح پوشش تاجی،

مغناطیسی است. با اطلاع از موضوع ضمن به دست آوردن میزان آلودگی با استفاده از پارامترهای مغناطیسی گیاهان در اطراف مراکز صنعتی، زمینه‌های علمی جدید را در رشته مرتعداری باز کرده و این تحقیق به عنوان نقطه‌ی عطفی برای اتصال این علم با سایر علوم خواهد بود.

مواد و روش‌ها

کارخانه سیمان پیوند گلستان در استان گلستان و در مسیر بزرگراه تهران- مشهد و در ۲۰ کیلومتری غربی پارک ملی گلستان قرار دارد. پارک ملی گلستان دارای ۱۳۵۰ گونه گیاهی و ۳۰۲ گونه جانوری است. روستاهای تراجیق، تلوستان، کمال‌آباد و بلوچ‌آباد در فاصله ۲۰۰ متری تا یک کیلومتری از این کارخانه قرار دارند. باد غالب در منطقه از سمت غرب به شرق وزش دارد. برای انجام این تحقیق ابتدا سه گونه گیاهی انتخاب شد که دوام و دیر زیستی آنها در دو فصل بهار و پاییز جود داشته باشد. پس از بررسی منطقه و شناسایی گونه‌های گیاهی موجود در اطراف کارخانه سیمان سه گونه‌ی درمنه، قیاق و تمشک انتخاب شدند. نمونه‌گیری طی دو فصل بهار و پاییز در دو فاصله‌ی ۲۰۰ و ۵۰۰ متری در جهت شرق کارخانه سیمان در جهت باد غالب و یک منطقه‌ی شاهد (فاصله ۲۵۰۰ متری در جهت خلاف باد غالب) دور از کارخانه انجام شد. نقاط نمونه‌گیری طوری انتخاب شد که سه گونه درمنه، قیاق و تمشک در سه منطقه مورد مطالعه حضور داشته باشند.

ارتفاع، تولید، تنوع‌زیستی، تراکم گونه‌های گیاهی، ویژگی‌های رویشی و زایشی گیاهان اثرگذار است و این ویژگی‌های گیاهی با نزدیکی به کارخانه روند کاهشی دارد. در واقع کارخانه‌های سیمان ابتدا هوا را آلوده کرده و سپس این آلودگی از طریق هوا به خاک اطراف آنها منتقل شده و در مراحل بعدی حتی می‌تواند به پیکره گیاهان، جانوران و در نهایت انسان وارد شود (Isikli, et al., 2003). ویژگی‌های اکولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهان در میزان جذب آلودگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسیار موثر است (Saravan Kumar & Sarala Thambavani, 2012). زبری سطح برگ‌ها تاثیر زیادی بر میزان نشست ذرات آلاینده روی انواع مختلف درختان دارد (Mollashahi et al., 2012). وجود کرک، خار، ریشک یا هرگونه زواید خارجی بر روی سطح برگ عاملی است که می‌تواند در به دام انداختن ذرات معلق گرد و غبار در روی سطح برگ موثر است. (Abdel-Rahman & Ibrahim, 2012). (Younis et al., 2013) گزارش کردند که بعضی از گونه‌های گیاهی سیستم دفاعی موثرتری در مقابله با آلودگی‌ها دارند و کمتر تحت تاثیر آلودگی‌های محیطی قرار می‌گیرند. تحقیقات (Mosavi et al., 2015) نشان داد که گونه‌های گیاهی ورک، اسپند، درمنه و خارشتر توانسته‌اند موجودیت خود را در فاصله ۲۰۰ تا ۵۰۰ متری از کارخانه سیمان شاهرود حفظ کنند و با تراکم بالا به عنوان تیپ غالب گیاهی در اطراف کارخانه سیمان شاهرود حضور داشته باشند. هدف اصلی از انجام این تحقیق، تعیین میزان توانایی گونه‌های درمنه، قیاق و تمشک در به دام انداختن و نگهداری سیگنال‌های



شکل (۱): تصویری از گونه‌های انتخاب شده به ترتیب از سمت راست درمنه، قیاق و تمشک

بیشترین میزان پسماند مغناطیسی در فصل بهار در تیمار شاهد مربوط به گیاه درمنه و کمترین مقدار به گیاه قیاق اختصاص دارد. همچنین بیشترین میزان پسماند مغناطیسی در فصل پاییز در تیمار شاهد مربوط به گیاه تمشک و کمترین مقدار آن مربوط به گیاه درمنه است (جدول ۲).

جدول (۱): تجزیه واریانس صفت پسماند مغناطیسی

میانگین مربعات (پسماند مغناطیسی)	درجه آزادی	منابع تغییر
۳۵۵۳۳۳/۹۸**	۲	مکان
۴۱۳۸۲۹/۵۹**	۱	فصل
۱۱۵۸۲۹/۴۵**	۲	فصل*مکان
۱۳۲۸۲۴/۴۵**	۲	گیاه
۲۸۶۵۳/۰۳**	۴	مکان*گیاه
۶۲۳۷۴۷۵/۷۵**	۲	فصل*گیاه
۹۶۶۶/۹۲**	۴	فصل*مکان*گیاه
۰/۱۴۲	۱۲	خطا
	۲۹	کل

همچنین نتایج نشان می‌دهد که در فصل بهار میزان پسماند مغناطیسی در فاصله‌های ۲۰۰، ۵۰۰ متری و شاهد به ترتیب در گیاه درمنه، تمشک و سپس قیاق بیشتر بوده است و اختلاف آنها معنی‌دار است. در فصل پاییز در فاصله‌های ۲۰۰ و ۵۰۰ متری میزان پسماند مغناطیسی در گیاه تمشک، درمنه سپس قیاق بیشتر بوده و اختلاف آنها از نظر آماری معنی‌دار است. به طور کلی میزان جذب مغناطیسی گرد و غبار در فصل بهار بیشتر از فصل پاییز است (جدول ۲).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که گیاهان مورد بررسی، میزان متفاوتی از پسماند مغناطیسی را در خود ذخیره می‌نمایند. مقایسه داده‌های میزان پسماند مغناطیسی گونه‌های گیاهی در تیمار شاهد (فاصله ۲۵۰۰ متری از کارخانه سیمان و در جهت خلاف باد غالب) این موضوع را به اثبات می‌رساند. مقایسه میانگین‌های پسماند مغناطیسی گیاهان مورد بررسی نشان می‌دهد که میزان پسماند مغناطیسی در فاصله‌ی ۲۰۰ متری از کارخانه سیمان در فصل بهار در گیاه درمنه ۷/۸۸٪، قیاق ۶/۳۳٪ و تمشک ۷/۹۹٪ برابر نسبت به تیمار شاهد است.

برگ گیاهان موردنظر از ارتفاع نیم تا یک متری از سطح زمین از قسمت بیرونی پوشش تاجی و روبه‌روی کارخانه سیمان جمع‌آوری شد. برای اطمینان از همگنی نمونه‌ها، برگ‌هایی با طول تقریباً یکسان جمع‌آوری شدند. برگ‌های جمع‌آوری شده با حداقل دست‌خوردگی به سطح آن‌ها در داخل محافظ پلاستیکی قرار داده شدند. در مرحله بعد، برگ‌ها در هوای آزاد و در یک محیط مسقف پهن شده و در طی یک هفته در معرض هوای آزاد، خشک شدند. نمونه‌ها به آزمایشگاه محیط دیرینه مغناطیسی واقع در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور (تهران) انتقال داده شدند. از هر نمونه مقدار ۵ گرم در داخل ظرف‌های کوچک غیرمغناطیسی، که به شکل یک استوانه به قطر ۲/۵۴ سانتی‌متر و طول ۱/۲ سانتی‌متر است، ریخته شده بدین ترتیب که ابتدا به اندازه یک مربع کوچک از پلاستیک سلفون را برش داده و به داخل قوطی فرو برده شد. استفاده از پلاستیک سلفون برای جلوگیری از ریخته شدن مواد درون ظرف‌ها به درون دستگاه‌های اندازه‌گیری است. سپس با هر بار ریختن مقداری از برگ‌های پودر شده به داخل قوطی، آن را کاملاً به هم فشرده، سپس با مقداری از پلاستیک سلفون بیرون آمده از قوطی، روی نمونه را پوشانده و درب قوطی بسته شد. نمونه‌ها داخل دستگاه مغناطیس‌سنج چرخان برای اندازه‌گیری پسماند مغناطیسی قرار گرفتند. تمام عملیات آزمایش توسط یک ریز تراشه کنترل می‌شود و این ریز تراشه کار اندازه‌گیری، جداسازی سیگنال‌های دیجیتالی و سرعت چرخش نمونه را در داخل دستگاه کنترل می‌کند. این دستگاه همچنین به طور اتوماتیک شرایط نامطلوب آزمایش را مشخص و حذف می‌کند و تمام عملیات آزمایش توسط یک رایانه ثبت و ذخیره می‌شود. داده‌های به دست آمده از دستگاه مغناطیس‌سنج چرخان توسط نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج

مقایسه پسماند مغناطیسی سه گونه‌ی گیاهی تجزیه واریانس داده‌های پسماند مغناطیسی نشان داد که تمام منابع دارای تغییر معنی‌دار می‌باشند. (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های پسماند مغناطیسی سه گونه درمنه، قیاق و تمشک در دو فصل نمونه‌گیری در دو فاصله‌های ۲۰۰ و ۵۰۰ متری و منطقه شاهد مورد آزمون آماری قرار گرفت (جدول ۲). نتایج نشان می‌دهد که

جدول (۲): مقایسه میانگین صفت پسماند مغناطیسی در فصل‌ها و فاصله‌های مختلف

فصل	فاصله از کارخانه (متر)	گیاه	مقایسه میانگین (A/M*)
		درمنه	۸۸/۷۴ ^a
بهار	شاهد	قیاق	۴۳/۷۳ ^c
		تمشک	۶۸/۳۰ ^b
LSD _{0.05}	–	–	۰/۷۹۵
		درمنه	۶۹۹/۷۳ ^a
بهار	۲۰۰	قیاق	۲۷۷/۰۳ ^c
		تمشک	۵۴۶/۳۶ ^b
LSD _{0.05}	–	–	۰/۸۵۱
		درمنه	۳۷۵/۶۰ ^a
بهار	۵۰۰	قیاق	۹۱/۲۷ ^c
		تمشک	۳۵۵/۲۰ ^b
LSD _{0.05}	–	–	۰/۵۷۲
		درمنه	۳۰/۵۰ ^c
پاییز	شاهد	قیاق	۵۷/۷۴ ^b
		تمشک	۷۴/۱۳ ^a
LSD _{0.05}	–	–	۰/۴۳
		درمنه	۱۴۲/۰۳ ^b
پاییز	۲۰۰	قیاق	۹۲/۰۹ ^c
		تمشک	۲۸۸/۲ ^a
LSD _{0.05}	–	–	۰/۳۲۱
		درمنه	۷۱/۲۱ ^b
پاییز	۵۰۰	قیاق	۱۹/۲۰ ^c
		تمشک	۱۹۶/۱۰ ^a
LSD _{0.05}	–	–	۰/۶۱۱

* در هر ستون حروف غیرمشابه از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند. (p < ۰/۰۵)

می‌یابد و رابطه معکوسی بین میزان پسماند مغناطیسی در گیاهان و فاصله از کارخانه سیمان مشاهده می‌شود. نتایج به دست آمده از تحقیقات (Mosavi et al., 2015; Chapagain & Dhakal, 2011; Sadeghiravesh & Khorasani, 2009; Salma et al., 2011) به این موضوع اشاره دارد که مراکز صنعتی تولید سیمان به عنوان کانون آلودگی به شمار می‌روند و با فاصله از آنها، آلودگی‌ها کاهش می‌یابد. جذب گرد و غبار و رسوب آنها بر روی گیاهان سبب کاهش فتوسنتز، کاهش رشد، کاهش سوخت و ساز، هجوم آفات و بیماری‌های گیاهی و فعالیت قارچ‌های بیماری‌زا می‌شود (Blake et al., 2000)، که نتیجه این عامل کاهش تعداد گیاهان و جانوران و در نتیجه فرسایش تنوع‌زیستی است (Sadeghiravesh & Khorasani, 2009).

همچنین مقایسه داده‌های پسماند مغناطیسی در فاصله دورتر از کارخانه سیمان (فاصله‌ی ۵۰۰ متری) در فصل بهار نشان می‌دهد که میزان پسماند مغناطیسی در گیاه درمنه ۴/۲۳٪، قیاق ۲/۰۸٪، و تمشک ۵/۲٪ برابر نسبت به تیمار شاهد افزایش داشته است. در فصل پاییز میزان پسماند مغناطیسی در گیاه درمنه در فاصله‌ی ۲۰۰ متری ۴/۶۵٪، قیاق ۱/۵۹٪ و تمشک ۳/۸۸٪ برابر تیمار شاهد و در فاصله‌ی ۵۰۰ متری میزان پسماند مغناطیسی درمنه ۲/۳۰٪، قیاق ۰/۳۳٪ و تمشک ۲/۶۴٪ برابر تیمار شاهد مشاهده شده است. به‌طورکلی نتایج این تحقیق بیانگر آن است که هر چه از کارخانه سیمان دورتر می‌شویم میزان پسماند مغناطیسی موجود در گیاهان مورد بررسی کاهش

متری) و بعد از آن فاصله موجودیت خود را حفظ کنند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود حداقل تا شعاع ۵۰۰ متری از کارخانه کمربندی متراکم از پوشش گیاهان درمنه، تمشک و دیگر گونه‌های با تحمل در برابر گرد و غبار ایجاد شود تا گیاهان مرتعی حساس به گرد و غبار از بین نروند. باد غالب می‌تواند ذرات گرد و غبار کارخانه سیمان را به نقاط دورتر ببرد (Mosavi et al., 2015). از آنجایی که باد غالب در منطقه مطالعاتی به سمت شرق وزش دارد و حوزه نفوذ ذرات گرد و غبار بیشتر در این جهت است، بنابراین پیشنهاد می‌شود، برای جلوگیری از بیماری‌های تنفسی و بروز فاجعه انسانی، ساکنان روستاهای شرقی کارخانه سیمان (تراجیق و ...) تا فاصله یک کیلومتری از کارخانه به مکان مناسب‌تری کوچ داده شوند. از آنجایی پسماند مغناطیسی در طول زمان در خاک اطراف کارخانه تجمع پیدا می‌کند و موج دوم تخریب را به دلیل انباشت آلودگی‌ها به همراه خواهند داشت. اثرات آلودگی کارخانه سیمان پیوند گلستان بر روی گیاهان مرتعی قطعاً اثرات منفی دارد که عواقب این آلودگی‌ها با مصرف دام و در نتیجه استفاده از گوشت دام‌ها به انسان‌ها منتقل می‌شود. با توجه به حضور روستاهای متفاوت و زراعت انواع گیاهان زراعی، باغی و جذب آلودگی‌ها توسط این گیاهان می‌تواند منشأ آلودگی و بیماری در مصرف‌کنندگان محصولات این منطقه شود. بنابراین پیشنهاد می‌شود حداقل تا فاصله ۵۰۰ متری از سمت شرق کارخانه سیمان زراعت صورت نگیرد، همچنین رعایت اصول فنی از جمله تعویض فیلترها و عایق‌بندی انبارها و سیلوهای نگهداری سیمان طبق استانداردهای جهانی انجام شود تا از انتشار آلاینده‌ها جلوگیری شود.

تشکر و قدردانی

از حمایت‌های سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور در همکاری برای آزمایش‌های مگنومتری گونه‌های مورد بررسی قدردانی می‌شود.

(Mosavi et al. 2015; 2009) نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که گیاه درمنه و تمشک از جمله گیاهانی هستند که توانسته‌اند در فصل بهار در فاصله ۲۰۰ و ۵۰۰ متری از کارخانه سیمان موجودیت خود را حفظ کنند، با وجود این که میزان پسماند مغناطیسی بیشتری در آنها مشاهده شد. تحقیقات (Mosavi et al., Sadeghiravesh & Khorasani, 2009; 2015) این موضوع را اثبات می‌کند که درمنه یکی از گیاهانی است که در مقابل آلاینده‌ها مقاوم است و تراکم بالایی را در عرصه نزدیک به کارخانه سیمان دارد. به‌طور کلی میزان پسماند مغناطیسی گیاهان مورد مطالعه در فصل پاییز کمتر از فصل بهار است، شاید یکی از دلایل آن بارندگی‌های پاییز و شسته شدن رسوبات و کاهش ماندگاری این پسماندها بر روی سطح برگ‌ها است. دلیل دیگری را که شاید بتوان به وجود پسماند بیشتر در دو گیاه درمنه و تمشک نسبت داد، وجود میکرو توپوگرافی و وجود کرک در سطح برگ این دو گیاه است. هرگونه زواید خارجی بر روی سطح برگ عاملی است که می‌تواند در به دام انداختن ذرات معلق گرد و غبار در روی سطح برگ موثر باشد (Abdel-Rahman & Ibrahim, 2012) وجود کرک در سطح برگ عاملی است که می‌تواند در به دام انداختن ذرات معلق گرد و غبار در روی سطح برگ موثر باشد. لازمه تایید این موضوع مطالعه‌های بیشتر و به کارگیری میکروسکوپ الکترونی در میزان جذب سطحی است. شناسایی گونه‌های گیاهی که میزان پسماند مغناطیسی بیشتری را در خود ذخیره می‌کنند از نظر حفاظت محیط‌زیست ضروری است، اما برای جلوگیری از فرسایش تنوع‌زیستی لازم است حد آستانه تحمل گونه‌های گیاهی، مورد مطالعه قرار گیرد تا آلودگی‌ها منجر به از بین رفتن تنوع در پوشش گیاهی نشود. در حقیقت باید بین دو پارادوکس مطرح شده نقطه اعتدالی بهینه را انتخاب کرد تا محیط‌زیست و تنوع گونه‌های گیاهی تخریب نشوند. مطالعه انجام شده نشان می‌دهد که گیاهان مورد بررسی توانسته‌اند با وجود آلاینده‌های کارخانه سیمان پیوند گلستان در فاصله نزدیک به کارخانه (فاصله ۲۰۰

فهرست منابع

- Abdel-Rahman, A. M. & Ibrahim, M. M. 2012. Effect of cement dust deposition on physiological behaviors of some halophytes in the salt marshes of Red Sea. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences* 3(1): 1-11.
- Bilen, S. 2010. Effect of cement dust pollution on microbial properties and enzyme activities in cultivated and no-till soils. *African Journal of Microbiology Research*, 22(4): 2418-2425.

- Blake-Kalff, M. M. A.; Hawkesford, M. J.; Zhao, F. J. & McGrath, S. P. 2000. Diagnosing sulfur deficiency in field grown oil seed rape (*Brassica napus* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant and Soil. 2000 225: 95-107.
- Chapagain, N. & Dhakal, M.R. 2011. Vegetation record around a cement factory and the impact of dust pollution on crop productivity. Nepalese Journal of Biosciences 1: 55-62.
- Farmer, A. M. 1993. The effect of dust on vegetation a review. Environmental pollution, 79: 63-75.
- Flanders, P. 1994. Collection, measurement, and analysis of airborne magnetic particulates from pollution in the environment. Journal of Applied Physics, 75: 5931-5936.
- Gautam, P.; Blaha, U.; Appel, E. & Neupane, G. 2005. Environmental magnetic approach towards the quantification of pollution in Kathmandu urban area Nepal. Physics and Chemistry of the Earth 29: 973-984.
- Heydari, E.; Alidadi, H.; Sarkhosh, M. & Sadeghian, S. 2017. Zaveh cement plant environmental impact assessment using Iranian Leopold Matrix. Research in Environmental Health. 3 (1): 84- 93. (in Persian).
- Hunt, A.; Jones, J. & Oldfield, F. 1984. Magnetic measurements and heavy metals in atmospheric particles of anthropogenic origin. Science total Environment, 33: 129-39.
- Isikli, B.; Demir, T.A.; Urer, S.M.; Berber, A.; Akar, T. & Kalyoncu, C. 2003. Effects of Chromium exposure from a cement factory, Environmental research, Vol. 91, pp. 113-118.
- Krueger, B.J.; Grassian, V. H.; Cowin, J. P. & Laskin, A. 2004. Heterogeneous chemistry of individual mineral dust particles from different dust source regions: the importance of particle mineralogy, Atmospheric Environment, 38(36): 6253-61.
- Maher, B.A. & Thompson, R. 1999. Quaternary Environments, climates and Magnetism. Cambridge University Press, Cambridge, pp 321-331.
- Mollashahi, M.; Alimohammadian, H.; Hosseini, S.M.; Riahi, A.; Feizi V. & Satareiyan, A. 2012. Mapping Air Pollution Using Magnetometry on Tree Leaves in Tehran Metropolitan, Iran. Natural Geographical Research. 3 (81): 93- 108. (in Persian).
- Moreno, E.; Sagnotti, L.; Dinar es-Turell, J.; Winkler, A. & Ascella, A. 2003. Biomonitoring of traffic air pollution in Rome using magnetic properties of tree leaves. Atmospheric Environment . 37: 2967-297.
- Mosavi, Z.; Motassadi, S.; Jozi, A. & Khorasani, N. 2015. Investigating the Effects of the Dust from Cement Industry on Vegetation Diversity and Density, Case Study: Shahroud Cement Industry. Journal of Health. 6 (4): 429-438. (in Persian).
- Norozi, B.; Rostami, N.; Tavakoli, M. & Rostaminia, M. 2016. Evaluation of polluting industries effects on soil heavy metals (Case Study: Ilam Cement Factory). Geography and Environment studies. 5 (19): 89- 100. (in Persian).
- Sadeghiravesh, M. H. & Khorasani, N. 2009. Investigation of the effects of dust from the cement industry on the diversity and density of vegetation in Abyek Cement Factory. Environmental Science and Technology. 10 (1): 7-19. (in Persian).
- Salama, H. M. H.; Al-Rumaih, M. M. & Al-Dosary, M. A. 2011. Effects of Riyadh cement industry pollutions on some physiological and morphological factors of *Datura innoxia* Mill. plant. Saudi Journal of Biological Sciences 18(3): 227-237.
- Saravan Kumar, R. & Sarala Thambavani, D. 2012. Effect of cement dust deposition on physiological behaviors of some selected plant species. International Journal of Scientific & Technology Research 1(9): 98-105.
- Younis, U.; Zahra Bokhari, T.; Ahmad Malik, S.; Ahmad, Sh. & Raja, R. 2013. Variations in leaf dust accumulations, foliage and pigment attributes in fruiting plant species exposed to particulate pollution from Multan. International Journal of Agricultural Science and Research 3(3): 1-12.