



دانشگاه گوارش و منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد بیست و هفتم، شماره چهارم، ۱۳۹۹

۲۳۳-۲۴۶

<http://jwsc.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwsc.2020.17410.3286

مقاله کامل علمی - پژوهشی

بررسی عملکرد آب دریا و ملاس چغندر قند در کاهش گرد و غبار جاده‌های جنگلی (مطالعه موردی: جنگل کوه‌میان، آزادشهر)

حسن ساسانی^۱، آیدین پارساخو^۲ و جهانگیر محمدی^۲

^۱دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران،

^۲استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۰۹

چکیده

سابقه و هدف: مشکل عمده جاده‌های جنگلی شن‌ریزی شده به‌ویژه در فصل تابستان، تولید گردوغبار هنگام تردد وسایل نقلیه است که باعث کاهش دید و مزاحمت برای گردشگران و زوال رویه راه و پوشش گیاهی حاشیه جاده می‌شود. در این پژوهش عملکرد تیمارهای ضدغبار شامل غلظت‌های مختلف ملاس چغندر قند و آب دریا در کاهش گردوغبار جاده‌های جنگلی طرح کوه‌میان واقع در شهرستان آزادشهر استان گلستان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: ابتدا مسیری به طول ۵۰۰ متر به ۸ قطعه ۶۰ متری تقسیم شده و تیمارهای ملاس (حاوی ساکاروز، پتاسیم، کربن‌ازت‌دار، تیامین و سایر ترکیبات) و آب دریا (حاوی کلرید، سدیم، سولفات، منیزیم و سایر ترکیبات) به‌طور جداگانه هر یک با غلظت‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد به‌همراه تیمار شاهد در آنها به‌اجرا درآمد. برای پیاده‌سازی تیمارها از سامانه پاشش محلول و برای اندازه‌گیری غلظت گردوغبار از دستگاه غبارسنج الکترونیکی مدل HAZ-DUST EPAM-5000 استفاده شد. دستگاه غبارسنج یک سنجنده گردوغبار ایستگاهی است که غلظت غبار با قطر آئرودینامیکی کمتر و یا مساوی ۱۰ میکرومتر (PM10) را هر ثانیه نشان می‌دهد.

یافته‌ها: نتایج پس از گذشت ۳، ۹ و ۲۷ روز نشان داد که مقدار گردوغبار جاده‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف ملاس چغندر قند و آب دریا با گذر زمان افزایش یافت. هم‌چنین در هر یک از دوره‌های زمانی با افزایش غلظت محلول‌های ملاس و آب دریا مقدار غلظت گرد و غبار کاهش پیدا کرد. پس از گذشت ۲۷ روز تنها تیمارهای ملاس ۲۰ درصد و ۳۰ درصد توانستند مقدار غلظت انتشار ذرات غبار با قطر کمتر و یا مساوی ۱۰ میکرومتر (PM10) را در محدوده مجاز ۵۰-۰ میکروگرم در مترمکعب حفظ کنند. کم‌ترین مقدار غلظت غبار جاده‌ها مربوط به تیمار ملاس ۳۰ درصد بود.

* مسئول مکاتبه: aidinparsakhoo@yahoo.com

نتیجه‌گیری: مقدار غلظت تیمارهای آب دریا در پژوهش حاضر به‌حدی کم بود که نتوانست عملکرد مؤثری از خود نشان دهد و باعث کاهش غلظت غبار تا محدوده مجاز ۵۰ میکروگرم در مترمکعب شود. کم‌ترین مقدار غلظت غبار جاده‌ها مربوط به تیمار ملاس ۳۰ درصد با مقدار ۲۱ میکروگرم در مترمکعب بود که می‌توان به‌عنوان تیمار مناسب برگزید و در پژوهش‌های آتی ماندگاری آن را در طولانی‌مدت سنجید.

واژه‌های کلیدی: تیمارهای ضدغبار، جاده‌شن‌ریزی‌شده، سامانه پاشش محلول، غبارسنج الکترونیکی

مقدمه

شبکه جاده‌های جنگلی استان گلستان اغلب شن‌ریزی شده و غیرآسفالته و گاه خاکی هستند. یک جاده شن‌ریزی شده در حالت استاندارد متشکل از ۸۰-۴۰ درصد شن، ۶۰-۲۰ درصد ماسه و ۱۵-۸ درصد ریزدانه‌هایی چون سیلت و رس می‌باشد (۱۰). در مواردی نیز سرریز جریانات جوی کناری روی جاده و هم‌چنین آبشویی راه و ورود غبار از دامنه‌های اطراف موجب برجای گذاشتن رسوبات و گل‌ولای روی سطح جاده گشته که پس از خشک شدن و در فصل گرما به منبع بالقوه تولید غبار در جاده‌های جنگلی تبدیل می‌شود. مشکل عمده این جاده‌ها به‌ویژه در فصل تابستان (در سایر فصول به‌دلیل بارندگی و مرطوب شدن سطح جاده معضل گردوغبار برطرف می‌شود)، تولید گردوغبار در اثر تردد وسایل نقلیه است که به‌صورت ابری از غبار در پشت وسایل نقلیه در حرکت شکل می‌گیرد و باعث تخریب روسازی، ایجاد ناراحتی و مزاحمت برای گردشگران (۱۳)، کاهش میدان دید خودروهای پشت‌سر و در نتیجه کاهش ایمنی تردد می‌شود. نتایج پژوهش‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که میزان تولید غبار به‌طور مستقیم به سرعت وسایل نقلیه بستگی دارد (۱۲ و ۱۵). با کاهش سرعت مقدار تولید غبار نیز کاهش می‌یابد (۱۸). مشاهدات نشان داده است که فرآیند انتشار غبار در سرعت آستانه حدود ۲۵-۳۵ کیلومتر در ساعت به‌وقوع می‌پیوندد (۱۳). دینگ و

همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش‌های خود دریافتند که پدیده گرد و غبار جاده به عواملی مانند ویژگی‌های مکانیکی مصالح، میزان تراکم رویه، توزیع اندازه ذرات، رطوبت مصالح و شرایط اتمسفری بستگی دارد (۸).

ذرات گردوغبار، ذراتی با قطر کم‌تر از ۱۵۰ میکرومتر می‌باشند. اما ذرات کم‌تر از ۱۰ میکرومتر بیش‌ترین مشکلات را برای سلامتی افراد به بار می‌آورد. نتیجه مطالعات پزشکی نشان داده است که افزایش غلظت ذرات گردوغبار با قطر کم‌تر از ۱۰ میکرومتر، صرف‌نظر از ترکیب ذرات، باعث افزایش مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های قلبی و کبدی شده است (۱). برخی ترکیبات ضدغبار مانند لیگنوسولفونات، کلرید کلسیم و کلرید منیزیم قادرند تولید گردوغبار را تا ۹۰ درصد کاهش دهند (۱۸). پاشیدن مصالح مناسب روی جاده نیز می‌تواند در کاهش گردوغبار مؤثر واقع شود. برای این کار، استفاده از ترکیب مناسب که تمامی طبقات قطری را شامل شود ضرورت دارد زیرا ممکن است ترکیبات مصالح خود عامل تولید غبار شوند (۶). هم‌چنین می‌توان با اعمال محدودیت در استفاده از راه، کنترل سرعت ترافیک، روسازی آسفالته و بتونی و یا ترکیبی از این فنون (۲۳ و ۲۵) به مبارزه با گرد و غبار جاده اقدام نمود. این تیمارها بیش‌تر برای جاده‌های با حجم ترافیک بالا می‌توانند کارآمد باشند. در مورد جاده‌های با ترافیک پایین مانند جاده‌های درجه یک لازم است از

نگهداری رطوبت منجر به تأخیر افتادن فرآیند تبخیر از سطح جاده شده و بنابراین از دست رفتن رطوبت سطح جاده به طول می‌انجامد (۱۶).

گتوسا و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی قابلیت ملاس (شیره قند) و آب در مقابله با گردوغبار حاصل از جاده‌های شن‌ریزی شده و مقایسه آن‌ها با تیمار شاهد در زیمبابوه پرداختند. هر تیمار در قطعه‌ای به طول ۵۰۰ متر و به‌میزان ۴ لیتر در مترمربع به اجرا درآمد. نتایج نشان داد که متوسط میزان فرونشست غبار جاده در یک دوره ۶ ماهه بین ۹۹۸/۴۶ تا ۶۱۸۴/۰۲ تن در مترمربع در ۳۰ روز برآورد شد که با به‌کارگیری ملاس و آب به‌ترتیب ۸۳-۷۷ درصد و ۳۹-۱۸ درصد کاهش در میزان تولید غبار حادث شد (۱۰). اومانی و همکاران (۲۰۱۸) طی پژوهشی در جاده‌های غیرآسفالته ادمونتون کانادا اثر تیمارهای آب (به‌عنوان شاهد با میزان کلر ۱/۹۶ میلی‌گرم در لیتر، آهک ۱۸۱ میلی‌گرم در لیتر و کربن آلی ۱/۹ میلی‌گرم در لیتر)، محلول نمک (سدیم به‌میزان ۱۶ میلی‌گرم در لیتر، فلوراید ۰/۷ میلی‌گرم در لیتر با pH ۷/۷)، عامل عاری از کلراید با محدود pH ۹-۸، مواد پلیمری با محدود pH ۹-۸ و ملاس طبیعی (۱۱ گرم قند، ۱۴ گرم کربوهیدرات و ۱ گرم پروتئین در ۳۵۰ گرم ملاس خالص) را در یک چارچوب زمانی ۷۲ ساعته بر کاهش گردوغبار جاده‌ها بررسی کردند. نتایج نشان داد که محلول نمک، محلول عاری از کلراید، محلول پلیمری و محلول ملاس عملکرد بهتری نسبت به آب داشته و همگی دارای بیش از ۹۹ درصد قابلیت کنترل غبار بودند (۲۰). با حفاظت از رویه راه و کنترل گردوغبار جاده‌های جنگلی، کیفیت تردد نیز بهبود یافته و زمینه برای فرصت‌های بوم‌گردی و توسعه جوامع محلی فراهم می‌شود. از این‌رو، هدف از پژوهش حاضر مقایسه عملکرد تیمارهای ملاس

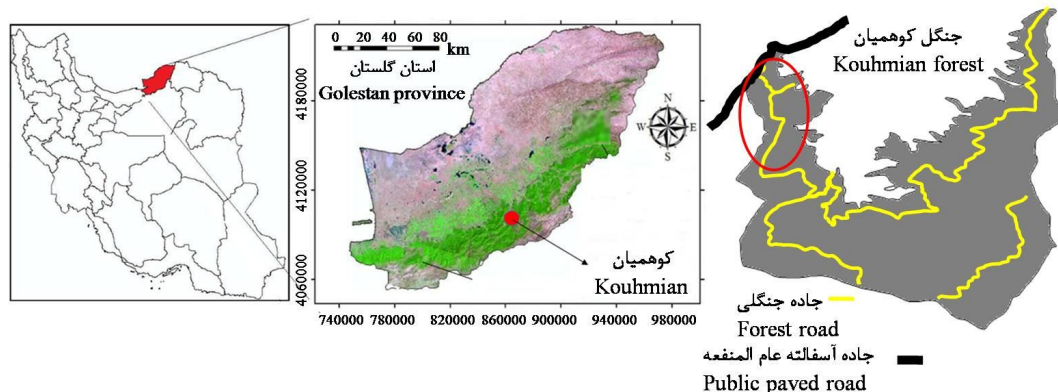
روش‌های مقرون‌به‌صرفه و سازگار با محیط زیست استفاده شود. بنابراین فرآورده‌های نفتی مانند نفت کوره یا مازوت و همچنین کلریدها به‌ویژه کلریدکلسیم و پتاسیم به‌دلیل آثار مخرب محیط‌زیستی و تیمار آب مغناطیسی به‌دلیل پرهزینه بودن (۲۶) برای مبارزه با غبار جاده‌های جنگلی پیشنهاد نمی‌شود (۲۳). مواد شیمیایی ضدغبار به یکی از این سه طریق عمل می‌کنند: آن‌ها موجب گرد آمدن و کلوخه شدن ذرات ریز می‌شوند، ذرات سطحی را به یکدیگر می‌چسبانند و یا تراکم سطح جاده را افزایش می‌دهند (۵). هنگامی که جاده تیمار می‌شود، ذرات ریز از این‌که در اثر تردد وسایل نقلیه و یا باد در هوا معلق شوند از خود مقاومت نشان می‌دهند. تیمارهای ضدغبار نمی‌توانند روی سطح خاک و یا روی جاده‌های با بیش از ۳۰ درصد ریزدانه در مصالح روسازی، مؤثر عمل کنند. استفاده از این تیمارها در جاده‌های با کم‌تر از ۵ درصد ریزدانه در مصالح نیز فایده چندانی ندارد. علاوه‌بر این تیمارهای ضدغبار در خاک‌های ماسه‌ای به‌دلیل خمیرایی اندک، کارایی کمی دارد (۱۴). یکی از مواد ضدغبار زیستی که جهت تثبیت گرد و غبار جاده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد ملاس نام دارد. ملاس چغندر قند شیره قهوه‌ای رنگ و غلیظی است که پس از استحصال مواد قندی موجود در چغندر قند از آن به‌جا می‌ماند. این ماده ذرات ریز رویه جاده را به یکدیگر می‌چسبانند و از این طریق جلوی گردوغبار را می‌گیرد. ملاس فاقد هر گونه آثار منفی محیط‌زیستی است (۱۰). آب دریا نیز به‌دلیل وجود نمک‌های محلول جاذب آب اثر مطلوبی روی گردوغبار جاده دارد. مواد شیمیایی جاذب آب موجود در آب دریا را از محیط پیرامون خود جذب کرده و به حفظ غشاء رطوبتی در اطراف ذرات خاک و اتصالشان به یکدیگر کمک می‌کنند. توانایی نم‌گیری و

(Parrotiapersica)، ممرز *(Carpinusbetulus)* و بلوط *(Quercuscastaneifolia)* است. مطالعه در جاده‌های جنگلی پارسل ۷ طرح جنگل‌داری کوهمیان در شهرستان آزادشهر به‌اجرا درآمد. این جاده‌ها در سال ۱۳۷۲ احداث شده و سطح رویه آن‌ها از مصالح رودخانه‌ای (شن و ماسه) است. دلیل ترافیک زیاد در جاده‌های کوهمیان، عبور و مرور روستاییان به‌منظور دسترسی به زمین‌های کشاورزی و همچنین استفاده شهرنشینان جهت تفریح و تفرج می‌باشد که منجر به انتشار گردوغبار به‌ویژه در تابستان می‌شود (شکل ۱).

چغندرقد و آب دریا و تأثیر زمان و غلظت مواد ضدغبار در کاهش گردوغبار جاده‌های جنگلی بود.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه: جنگل کوهمیان با مساحتی بالغ بر ۳۶۷۱ هکتار در حوزه آبخیز ۸۹ جنگل‌های شمال کشور قرار دارد. میانگین بارندگی سالانه در این منطقه ۷۰۰ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت ۱۶/۸۳ درجه سانتی‌گراد است. اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه نیمه‌مرطوب و معتدل تا مرطوب معتدل می‌باشد. گونه‌های غالب منطقه انجیلی



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه.

Figure 1. Study area.

خلیج گرگان به‌طور جداگانه هر یک به میزان ۲ لیتر در مترمربع با غلظت‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد (۷) توسط سامانه اسپری محلول (متصل به عقب یک دستگاه وانت لندرور) متشکل از ۸ نازل، مخزن ۱۰۰ لیتری و موتورپمپ یک اینچ روی جاده پاشیده شد. یک قطعه نیز بدون هر گونه ماده افزودنی به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد (شکل ۳ الف). ترکیبات شیمیایی ملاس چغندرقد و آب خلیج گرگان در جدول‌های ۲ و ۳ آمده است. پس از پیاده‌سازی تیمارها، به‌مدت ۲۴ ساعت تردد وسایل نقلیه محدود شد تا محلول در لایه رویه جاده نفوذ کند.

پیاده‌سازی تیمارها: در تابستان ۱۳۹۸ در جنگل کوهمیان، مسیری به‌طول ۵۰۰ متر به ۸ قطعه ۶۰ متری با عرض ۳/۵ متر تقسیم شد. ترافیک این مسیر بیش از ۴ وسیله نقلیه در ساعت اوج تردد بود. بدین‌ترتیب سطح مورد عمل برای هر تیمار تقریباً ۲۱۰ مترمربع می‌باشد (شکل ۲). برخی مشخصات مسیرهای مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. ضخامت رویه و عرض عبور با متر، درصد ریزدانه از طریق الک کردن، شیب طولی توسط شیب‌سنج و ضریب چسبندگی و زوایه اصطکاک داخلی به‌کمک آزمایش مقاومت برشی به‌دست آمد. سپس تیمارهای ملاس چغندرقد و آب

جدول ۱- مشخصات کلی قطعات تیمار شده با غلظت‌های مختلف ملاس چغندر قند (M) و آب دریا (SW).

Table 1. General characteristics of treated segments with different dosages of sugar beet molasses (M) and sea water (SW).

عرض عبور (متر) Width (m)	زاویه اصطکاک (درجه) Friction angle (degree)	ضریب چسبندگی Cohesion coefficient	شیب طولی (درصد) Longitudinal slope (%)	درصد ریزدانه Fines (%)	ضخامت رویه (متر) Surfacing thickness (m)	کد قطعه Segment code
3.5	52.68	0.0082	5	3	0.10	شاهد
3.7	53.55	0.0081	6	5	0.10	M-10
3.6	50.06	0.0079	5	5	0.08	M-20
3.4	51.19	0.0095	5	4	0.08	M-30
3.5	52.37	0.0082	4	3	0.08	SW-10
3.8	54.74	0.0093	3	4	0.10	SW-20
3.8	52.00	0.0084	4	5	0.09	SW-30

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی ملاس چغندر قند (۲ و ۲۲).

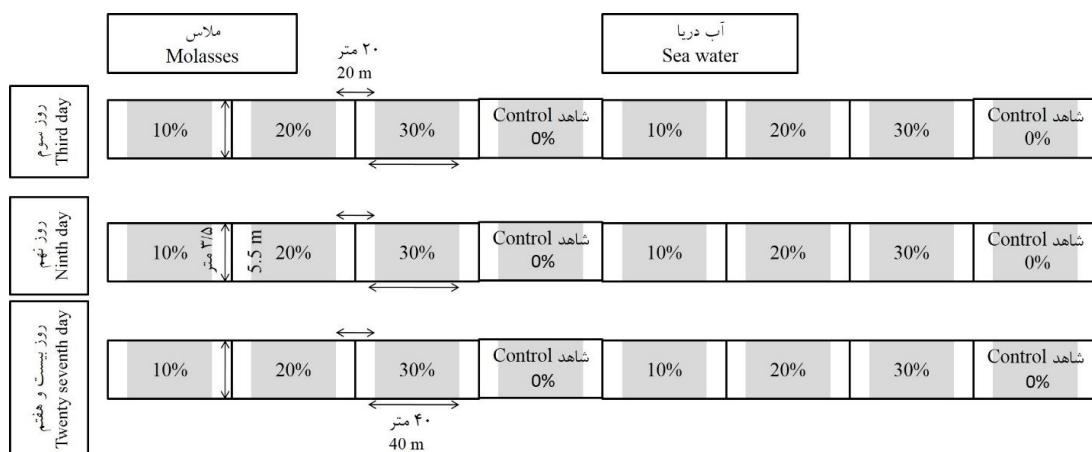
Table 2. Chemical composition of sugar beet molasses (2 and 20).

مقدار (درصد) Value (%)	متغیر Variable	مقدار (درصد) Value (%)	متغیر Variable
0.90	کلر Chlorine	18	آب Water
0.09	نیترات و نیتريت Nitrate and Nitrite	51	ساکاروز Sucrose
6.97	کربن ازت دار Carbon with nitrogen	3.90	پتاسیم Potassium
3.07	کربن بدون ازت Carbon without nitrogen	0.53	سدیم Sodium
5.00	تیامین Thiamine	0.25	کلسیم Calcium
3.00	کربوهیدرات Carbohydrate	0.02	منیزیم Magnesium
7.00	سایر ترکیبات آلی Other organic compounds	0.27	سولفات Sulfate

جدول ۳- مقادیر یون‌ها در نمونه‌های آب خلیج گرگان (۳ و ۴).

Table 3. Amount of ions in water samples of Gorgan gulf (3 and 4).

بی‌کربنات Bicarbonate	کربنات Carbonate	کلسیم Calcium	پتاسیم Potassium	منیزیم Magnesium	سولفات Sulfate	سدیم Sodium	کلرید Chloride	متغیر Variable
161	19	310.5	191	823.5	2749	4053	6654.5	مقدار (ppm) Value (ppm)
1.1	0.1	2.1	1.3	5.5	18.4	27.1	44.5	مقدار (درصد) Value (%)



شکل ۲- چیدمان تیمارها در منطقه مورد مطالعه.

Figure 2. Arrangement of treatments in study area.



شکل ۳- (الف) سامانه اسپری محلول‌های ضدغبار، (ب) دستگاه غبارسنج مدل HAZ-DUST EPAM-5000.

Figure 3. (a) Anti-dust agent spray system, (b) Dustmeter instrument HAZ-DUST EPAM-5000.

غلظت گردوغبار برای محدوده مرکزی هر قطعه انجام شد. دستگاه غبارسنج یک سنجنده گردوغبار ایستگاهی است که غلظت غبار با قطر آئرودینامیکی کم‌تر و یا مساوی ۱۰ میکرومتر (PM10) را هر ثانیه نشان می‌دهد (شکل ۳ ب). در این پژوهش، ایستگاه‌ها در کنار هر یک از قطعات تیمار شده و در ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری نصب شدند. ثبت غلظت گردوغبار برای وانت پیکان تک دیفرانسیل با وزن ۱۱۰۰ کیلوگرم با ۸۰ درصد لاستیک که با سرعت ۴۰ کیلومتر در ساعت در حرکت بود (میانگین سرعت وسایل نقلیه در منطقه مورد مطالعه)، انجام پذیرفت. این عمل برای هر تیمار ۵ بار تکرار شد.

اندازه‌گیری غلظت غبار: براساس شاخص AQI^۱ (شاخص کیفیت هوا) و گزارش‌های سازمان جهانی بهداشت، محدوده مناسب PM10 هوای آزاد ۵۰-۰ میکروگرم در مترمکعب است و خروج از محدوده مجاز، باعث انواع بیماری‌ها و مرگ و میر شده و آثار مخرب زیست‌محیطی را به دنبال دارد (۱ و ۱۹، جدول ۴). به منظور ارزیابی ماندگاری و عملکرد تیمارها، اندازه‌گیری غلظت گردوغبار پس از گذشت ۳، ۹ و ۲۷ روز به کمک دستگاه غبارسنج الکترونیکی مدل HAZ-DUST EPAM-5000 انجام شد. مشخصات فنی این دستگاه در جدول ۵ ارائه شده است. برای جلوگیری از اثرگذاری تیمارها بر یکدیگر، ثبت

جدول ۴- طبقه‌بندی کیفیت هوا بر اساس استاندارد AQI (۱).

Table 4. Classification of air quality based on AQI (1).

خطرناک	خیلی ناسالم	ناسالم	متوسط	خوب	طبقه
Dangerous	Very unsafe	Unsafe	Moderate	Good	Class
301-500	201-300	101-200	51-100	0-50	غلظت Dosage ($\mu\text{g m}^{-3}$)

جدول ۵- مشخصات فنی دستگاه غبارسنج الکترونیکی مدل HAZ-DUST EPAM-5000.

Table 5. Technical characteristics of electronic dustometer HAZ-DUST EPAM-5000.

مقدار	ویژگی
Value	Characteristics
0.001-2000 mg m ⁻³ میلی‌گرم در مترمکعب	محدوده اندازه‌گیری غلظت Measurement range of dosage
0.1-100µm میکرومتر	محدوده اندازه‌گیری ذرات Measurement range of particles
±0.003 mg m ⁻³ میلی‌گرم در مترمکعب	دقت دستگاه Device precision
24 h ساعت	دوام هر بار شارژ باطری Battery charges longevity
35.6 × 15.2 × 25.4 cm سانتی‌متر	ابعاد دستگاه Device dimensions
4.5 kg کیلوگرم	وزن دستگاه Device weight
10-50 °C درجه سانتی‌گراد	محدوده دمای قابل تحمل Tolerable temperature range

در این پژوهش، درصد نسبی تغییر مقدار انتشار غبار با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد.

$$V = \frac{X_t - X_c}{X_c} \times 100 \quad (1)$$

که در آن، V درصد نسبی تغییر، X_t مقدار شاخص در تیمار مربوطه و X_c مقدار شاخص در شاهد می‌باشد. تجزیه و تحلیل آماری: بررسی داده‌ها به کمک آزمایش فاکتوریل به اجرا درآمد. بدین ترتیب که عامل (A) نوع ماده ضدغبار در دو سطح (ملاس و آب دریا)، عامل (B) غلظت مواد ضدغبار در چهار سطح (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) و عامل (C) ماندگاری در سه سطح (۳، ۹ و ۲۷ روز از زمان اجرا) با ۵ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها با آزمون لون بررسی شد. همه آنالیزها شامل ANOVA و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه و تحلیل‌های آماری مربوط به تجزیه واریانس ویژگی‌های مختلف تیمارها در جدول ۶ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اثرات اصلی نوع تیمار، غلظت تیمار و زمان و همچنین اثرات متقابل نوع تیمار و زمان و نوع تیمار، غلظت تیمار و زمان در سطح اطمینان ۹۵ درصد بر مقدار غلظت گردوغبار منتشر شده در هوا معنی‌دار بود. اثر متقابل نوع تیمار و غلظت تیمار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

و اثر متقابل نوع تیمار و زمان در سطح اطمینان ۹۹/۹ درصد بر مقدار غلظت گردوغبار منتشر شده در نتیجه عبور وسیله نقلیه از روی جاده معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در روز سوم بیش‌ترین غلظت انتشار گردوغبار مربوط به جاده تیمار شده با آب دریا ۱۰ درصد و کم‌ترین غلظت غبار مربوط به جاده‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف ملاس و آب دریا ۲۰ درصد و ۳۰ درصد بود. در روز نهم و بیست و هفتم بیش‌ترین غلظت انتشار گردوغبار مربوط به جاده‌های تیمار شده با آب دریا ۱۰ درصد (به‌غیر از تیمار شاهد که همواره بیش‌ترین غلظت انتشار گردوغبار را به خود اختصاص می‌دهد) و کم‌ترین غلظت مربوط به جاده‌های تیمار شده با ملاس ۳۰ درصد بود. در روز بیست و هفتم تیمار ملاس ۳۰ درصد با انتشار غبار ۲۱ میکروگرم در مترمکعب، تفاوت معنی‌داری به لحاظ عملکرد با سایر تیمارها داشت (جدول ۷). نتایج نشان داد که مقدار گردوغبار منتشر شده از جاده‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف ملاس (شکل ۴-الف) و آب دریا (شکل ۴-ب) با گذر زمان افزایش یافت. همچنین در هر یک از دوره‌های زمانی با افزایش غلظت محلول‌های ملاس (شکل ۵-الف) و آب دریا (شکل ۵-ب) مقدار غلظت انتشار گردوغبار کاهش پیدا کرد. در پژوهش حاضر پس از گذشت ۲۷ روز تنها تیمارهای ملاس ۲۰ درصد و ۳۰ درصد توانستند مقدار غلظت انتشار گردوغبار جاده‌ها را در محدوده مجاز ۰-۵۰ میکروگرم در مترمکعب حفظ کنند. کم‌ترین مقدار غلظت انتشار گردوغبار مربوط به تیمار ملاس ۳۰ درصد بود (شکل ۶).

جدول ۶- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل نوع تیمار، غلظت و زمان بر مقدار انتشار گرد و غبار جاده‌های جنگلی.

Table 6. Analysis of variance of the independent and interaction effects of treatment type, dosage and time on amount of emitted dust from forest roads.

مقدار F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	منبع تغییرات
F value	Mean of square	Sum of square	Degree of freedom	Sources
2.16*	21600.0	21600.0	1	نوع تیمار Treatment type
1.96*	19618.7	39237.3	2	غلظت تیمار Treatment dosage
3.39*	33970.0	67940.0	2	زمان Time
5.83**	5838.0	11676.0	2	نوع تیمار × غلظت تیمار Type × Dosage
3.74*	3746.3	14985.3	4	نوع تیمار × زمان Type × Time
20.56***	16389.9	180288.8	11	زمان × غلظت تیمار Time × Dosage
1.54*	1542.3	12338.7	8	نوع تیمار × غلظت تیمار × زمان Type × Dosage × Time

*, ** و *** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری اثر تیمارها در سطح اطمینان ۹۵، ۹۹ و ۹۹.۹ درصد است.

*, ** and *** shows the significant effect of treatments at probability of 95, 99 and 99.9%, respectively.

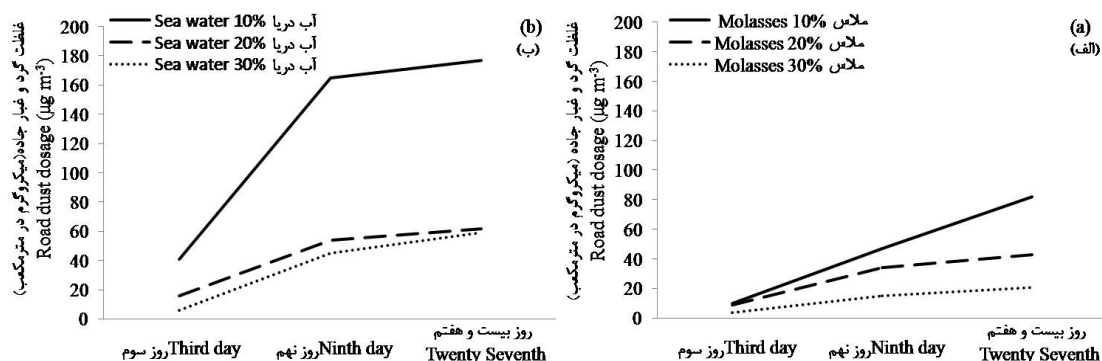
جدول ۷- تأثیر تیمارهای ملاس چغندر قند و آب دریا بر مقدار انتشار گرد و غبار جاده‌های جنگلی (میکروگرم در مترمکعب).

Table 7. Effect of sugar beet molasses and sea water on emitted dust from forest roads ($\mu\text{g m}^{-3}$).

درصد کاهش	روز بیست و هفتم	درصد کاهش	روز نهم	درصد کاهش	روز سوم	تیمار
Reduction (%)	Twenty seventh day	Reduction (%)	Ninth day	Reduction (%)	Third day	Treatment
-	189 ^a	-	176 ^a	-	53 ^a	شاهد Control
56.6	82 ^b	73.3	47 ^b	81.1	10 ^b	ملاس 10% Molasses 10%
77.2	43 ^c	80.7	34 ^b	83.0	9 ^b	ملاس 20% Molasses 20%
88.9	21 ^d	91.5	15 ^c	92.4	4 ^b	ملاس 30% Molasses 30%
6.3	177 ^a	6.2	165 ^a	22.6	41 ^a	آب دریا 10% Sea water 10%
67.2	62 ^b	69.3	54 ^b	69.8	16 ^b	آب دریا 20% Sea water 20%
68.8	59 ^b	74.4	45 ^b	88.7	6 ^b	آب دریا 30% Sea water 30%

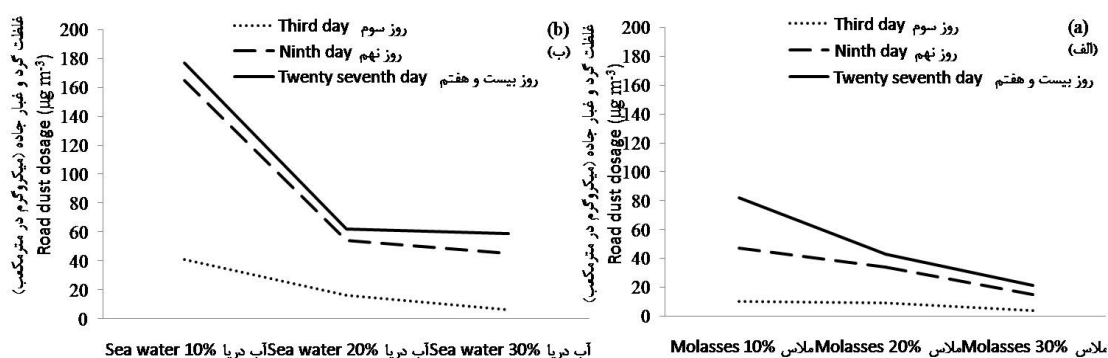
حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

Different letters in each column shows the significant difference at probability level of 5%.



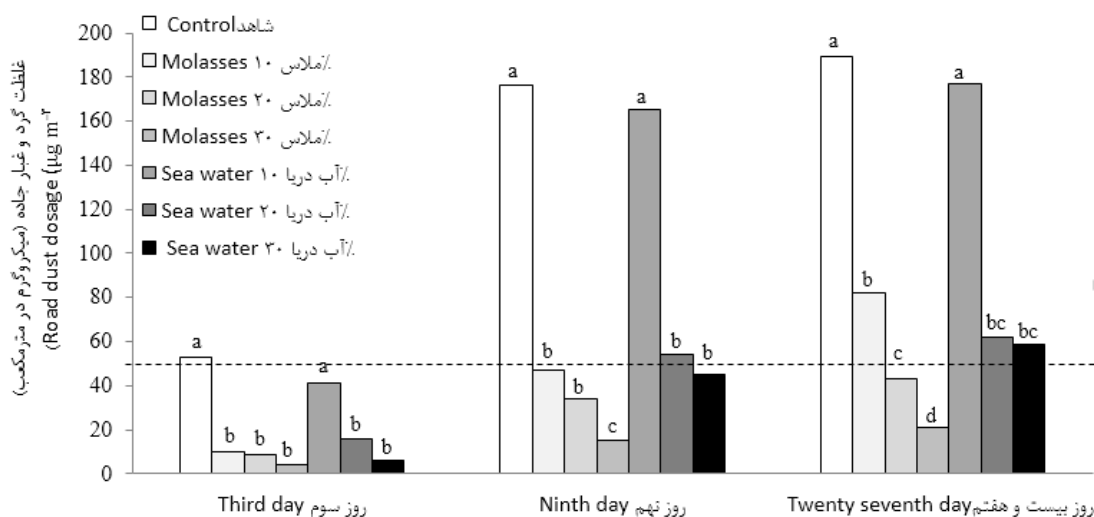
شکل ۴- تغییرات غلظت انتشار گرد و غبار جاده‌های تیمار شده با گذر زمان.

Table 4. Variations in emitted dust from treated roads with time.



شکل ۵- تغییرات غلظت انتشار گرد و غبار جاده با افزایش غلظت تیمارها.

Figure 5. Variations in emitted road dust with increasing treatment dosages.



شکل ۶- وضعیت غلظت گرد و غبار جاده‌ها با توجه به حد مجاز انتشار PM10 (۵۰ میکروگرم در مترمکعب).

Figure 6. Road dust dosages according to the allowable range of PM10 ($50 \mu\text{g m}^{-3}$).

پایدار جاده‌ها و جلوگیری از انتشار ذرات مضر غبار به اتمسفر کمک می‌نماید. در این مطالعه عملکرد تیمارهای ملاس چغندر قند و آب دریا در کنترل انتشار گردوغبار جاده‌های شن‌ریزی شده مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس یافته‌های پژوهش در طول بازه زمانی ۲۷ روز، تیمار ملاس که یک محصول زیستی می‌باشد توانست نسبت به تیمار آب دریا که محلولی کلریدی است در زمینه کنترل گردوغبار جاده‌های جنگلی مؤثرتر عمل نماید. در خصوص مقایسه عملکرد فرآورده‌های زیستی با فرآورده‌های کلریدی و

بحث

موضوع کنترل گردوغبار جاده‌های جنگلی به دلیل ترافیک کم و اینکه گردوغبار در مسافتی کوتاه و زمانی محدود (فصل گرم و خشک تابستان) به وقوع می‌پیوندد کم‌تر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. حال آن‌که همین مسافت کوتاه مشکلات زیادی در فعالیت‌های فتوسنتزی گیاهان ایجاد کرده و رفت و آمد گردشگران را مختل و آن‌ها را نسبت به بازدید از جنگل‌ها در فصل تابستان بی‌انگیزه می‌سازد. استفاده از تیمارهای ضدغبار روشی است که به مدیریت

طریق جلوی گرد و غبار را می‌گیرد (۲۰). راوی و همکاران (۲۰۱۵) از غلظت‌های مختلف ملاس برای مقاوم‌سازی مصالح ریزدانه‌دار با شاخص خمیری پایین (CL) و بالا (CH) استفاده نمودند. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت ملاس و گذر زمان، مقاومت فشاری و ظرفیت بارگذاری مصالح افزایش یافت. ملاس سبب افزایش ضریب چسبندگی و مقاومت برشی مصالح شد. البته اثرگذاری ملاس بر خاک با شاخص خمیری بالا به دلیل وجود رس زیاد و دشواری نفوذ در ساختمان آن کم‌تر بود (۲۱). گتوسا و همکاران (۲۰۱۵) دریافتند که توانایی ملاس در کنترل غبار جاده‌ها بیش‌تر از آب است (۱۰). نقش مؤثر ملاس در تثبیت مصالح ریزدانه توسط میگوا (۲۰۱۱) نیز به اثبات رسیده است (۱۷).

نتیجه‌گیری کلی

براساس یافته‌های پژوهش، کم‌ترین مقدار غلظت غبار جاده‌ها مربوط به تیمار ملاس ۳۰ درصد با مقدار ۲۱ میکروگرم در مترمکعب بود که می‌توان به‌عنوان تیمار مناسب برگزید. در برخی موارد مانند تیمار محلول آب دریا ۱۰ درصد، غلظت انتشار گردوغبار تفاوتی با قطعات بدون تیمار نداشت که حاکی از غلظت کم محلول و تبخیر سریع آن است. در حالی که نمک‌های کلرید سدیم، کلرید منیزیم و کلرید کلسیم موجود در آب دریا همگی موادی نم‌گیر و آب شونده هستند که به راحتی مرطوب شده و از این طریق غبار جاده را تثبیت می‌نماید. هم‌چنین این ترکیبات با داشتن فشار تبخیر بالا (و نقطه جوش بالا) باعث حفظ رطوبت در سطح جاده می‌شوند. تأثیر مثبت این مواد در بهبود خواص ژئوتکنیکی مصالح ریزدانه حاوی رس به اثبات رسیده است (۲۴). اما برخلاف این یافته‌ها مقدار غلظت تیمارهای آب دریا در

پلیمری پژوهش‌های زیادی انجام شده است که نشان می‌دهد برخی فرآورده‌های زیستی مانند ملاس‌ها و لیگنوسولفونات‌ها عملکرد مشابه یا مطلوب‌تری نسبت به سایر فرآورده‌های یادشده داشتند. به‌عنوان مثال گیبهارت و همکاران (۱۹۹۶) تأثیر کاربرد روغن سویا، کلرید کلسیم، لیگنوسولفونات کلسیم، پلیمر پلی وینیل اکریلیک (PVA) را بر کاهش گردوغبار جاده‌های غیرآسفالتی آمریکا بررسی کردند. آن‌ها نشان داد که پس از گذشت ۳۰ روز هر چهار تیمار سبب کاهش ۵۰ درصدی گردوغبار در مقایسه با تیمار شاهد شدند (۱۱). مورگان و همکاران (۲۰۰۵) در منطقه آیووا آمریکا میزان تولید غبار از جاده‌های غیرآسفالتی تیمار شده با لیگنوسولفونات، کلرید کلسیم و روغن سویا را اندازه‌گیری کردند. نتایج نشان داد که تیمار لیگنوسولفونات بهتر از سایر تیمارها توانست سبب کاهش غبار جاده شود (۱۶). اومانی و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که محلول نمک، محلول عاری از کلراید، محلول پلیمری و محلول ملاس عملکرد بهتری نسبت به آب داشته و همگی دارای بیش از ۹۹ درصد قابلیت کنترل غبار بودند (۲۰). گیو (۲۰۱۸) از صمغ زانتان و لیگنوسولفونات برای مبارزه با غبار جاده‌های شن‌ریزی شده استفاده کرد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت این افزودنی‌ها، نرخ نفوذپذیری مصالح کاهش و ظرفیت نگهداری آب افزایش یافت. غلظت بهینه صمغ زانتان و لیگنوسولفونات به ترتیب ۲ گرم در لیتر و ۸۰ گرم در لیتر به دست آمد (۹).

در پژوهش حاضر مقدار انتشار گردوغبار با افزایش غلظت تیمارها کاهش و با گذر زمان افزایش یافت. این یافته با نتایج پژوهش‌های اومانی و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت دارد. آن‌ها دریافتند که با گذر زمان، کارایی تیمارهای ضدغبار در کاهش غلظت انتشار گردوغبار جاده‌ها کاهش یافت. ملاس ذرات ریز رویه جاده را به یکدیگر می‌چسباند و از این

اول بوده که در تابستان سال ۱۳۹۸ در جنگل کوهمیان جمع‌آوری شد.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از داوران محترم که با نظرات ارزنده‌شان باعث ارتقا فنی مقاله و بهبود کیفی آن شدند صمیمانه قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

پژوهش حاضر به حدی کم بود که نتوانست عملکرد مؤثری از خود نشان دهد و سبب کاهش غلظت غبار تا محدوده مجاز ۵۰ میکروگرم در مترمکعب شود. به‌منظور ارزیابی ماندگاری طولانی مدت این تیمارها و همچنین ارزیابی کارایی و اثرات محیط زیستی تیمار محلول آب دریا با غلظت‌های بالاتر به مطالعات بیش‌تر نیاز است.

داده‌ها و اطلاعات

منشأ و منبع داده‌ها و اطلاعات مورد استفاده در این مقاله مربوط به پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده

منابع

1. Amarloei, A., Jonidijafari, A., Asilian Mohabadi, H., and Asadollahi, K. 2014. The evaluation of PM10, PM2.5 and PM1 concentration during dust storm events in Ilam city, J. Ilam Univ. Med. Sci. 22: 4. 240-259. (In Persian)
2. Abdullahian Toqabi, M., Sheikholesmali, R., and Babaie, B. 2005. Terms and definitions of quality and quantity of sugar beet technology, Sugar beet J. 21: 1. 101-104. (In Persian)
3. Bashari, L., Mahmoudigharaie, M.H., Moussavi Harami, R., and Alizadeh Lahjani, H. 2014. Study of the hydro geochemical and effective factors on chemicals of water in Gorgan gulf, J. Oceanograph. 5: 20. 31-42. (In Persian)
4. Biraumi, A., Abtahi, B., Farajzadeh, M.A., Mohammadi, M., Rahnama, M., and Haghdoost, M. 2003. Measurement of salinity and amount of main ions of water at the south east of Caspian Sea, J. Marine Sci. Tech. 2: 3. 21-27. (In Persian)
5. Bergeson, K.L., and Brocka, S.G. 1996. Bentonite treatment for fugitive dust control. In: 1996 semi-sesquicentennial transportation conference proceedings. Ames, IA: Iowa Department of Transportation; Iowa State University, Center for Transportation Research and Education, 30p.
6. Bolander, P., and Yamada, A. 1999. Dust palliative selection and application guide. Project Report 9977 1207-SDTDC. San Dimas, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, San Dimas Technology and Development Center, 20p.
7. Brown, D.A., and Elton, D.J. 1994. Guidelines for dust control on unsurfaced roads in Alabama. Final report, IR-94-02, Highway Research Center, Harbert Engineering Center, Auburn University, 20p.
8. Ding, X., Xu, G., Kizil, M., Zhou, W., and Guo, X. 2018. Lignosulfonate Treating Bauxite Residue Dust Pollution: Enhancement of Mechanical Properties and Wind Erosion Behavior, Water, Air, & Soil Pollution. 229: 7. 205-214.
9. Guo, X.Y. 2018. Assessing the effectiveness of eco-friendly dust suppressants used to abate dust emission from mine haul roads. Thesis of Master of Philosophy of Curtin University, 88p.
10. Gotosa, J., Nyamadzawo, G., Mtetwa, T., Kanda, A., and Dudu, V.P. 2015. Comparative road dust suppression capacity of molasses stillage and water on gravel road in Zimbabwe, Advances in Res. 3: 2. 198-208.

11. Gebhart, D.L., Hale, T.A., and Michaels-Busch, K. 1996. Dust control material performance on unsurfaced roadways and tank trails. USAEC/USACERL Tech. Rep. Champaign, IL: U.S. Army Construction Engineering Research Laboratories, 34p.
12. Gillies, J.A., Etyemezian, V., Kuhns, H., Nikolic, D., and Gillette, D.A. 2005. Effect of vehicle characteristics on unpaved road dust emissions, *Atmospheric Environ.* 39: 13. 2341-2347.
13. Jones, D. 1999. Holistic approach to research into dust and dust control on unsealed roads, *Trans. Res. Rec.* 1652: 2. 3-9.
14. Kirchner, H.W. 1988. Road dust suppressants compared, *Public Works*, 119: 13. 27-28.
15. Kuhns, H., Etyemezian, V., Landwehr, D., McDougall, C., Pitchford, M., and Green, M. 2001. Testing Re-entrained Aerosol Kinetic Emissions from Roads: a new approach to infer silt loadings on roadways, *Atmospheric Environ.* 35: 16. 2815-2825.
16. Morgan, R.J., Schaefer, V.R., and Sharma, R.S. 2005. Determination and evaluation of alternative methods for managing and controlling highway-related dust: Phase II- demonstration project. IHRB Project TR-506. Iowa Highway Research Board. Ames, IA: Iowa State University: Department of Civil, Construction, and Environmental Engineering, 107p.
17. MNdegwa, J.K. 2011. The effect of cane molasses on strength of expansive clay soil, *J. Emer. Trend. Eng. Appl. Sci.* 2: 6. 1034-1041.
18. Monlux, S., and Mitchell, M. 2007. Chloride stabilization of unpaved road aggregate surfacing, *Transportation Research Record, J. Trans. Res. Board.* 1989: 2. 50-58.
19. Nourmoradi, H., Omodi Khaniabadi, Y., Goudarzi, G., Jourvand, M., and Nikmehr, K. 2016. Investigation on the dust dispersion (PM10 and PM2.5) by Doroud cement plant and study of its individual exposure rates, *J. Ilam Univ. Med. Sci.* 24: 1. 64-75. (In Persian)
20. Omane, D., Liu, W.V., and Pourrahimian, Y. 2018. Comparison of chemical suppressants under different atmospheric temperatures for the control of fugitive dust emission on mine hauls roads, *Atmospheric Pollution Res.* 9: 561-568.
21. Ravi, E., Sharma, A., Manikandan, A.T., Karthick, G., and Abdul Jameel, A. 2015. Study on effect of molasses on strength of soil, *Int. J. Adv. Res. Trend. Eng. Tech.* 2: 2. 57-61.
22. Sheikholmali, R. 2003. Sugar technology. Mehrgan press, 360p. (In Persian)
23. Succarieh, M. 1992. Final report: control of dust emissions from unpaved roads. Report No. INE/TRC/QRP-92.05. Prepared for: Alaska Cooperative Transportation and Public Facilities Research Program. Fairbanks, AK: University of Alaska Fairbanks, School of Engineering, Institute of Northern Engineering, Transportation Research Center, 54p.
24. Turkoz, M.H., SavasAcacaz, A., and Tosun, H. 2014. The effect of magnesium chloride solution on the engineering properties of clay soil with expansive and dispersive characteristics, *Appl. Clay Sci.* 101: 1-9.
25. Watson, J.G. 1996. Final study plan for: Effectiveness demonstration of fugitive dust control methods for public unpaved roads and unpaved shoulders on paved roads, DRI Doc. No. 685-5200.1F2. Prepared for: San Joaquin Valley Unified Air Pollution Control District. Reno, NV: Desert Research Institute, Energy and Environmental Engineering Center, 246p.
26. Zhou, Q., Qin, B., Wang, J., Wang, H., and Wang, F. 2018. Effects of preparation parameters on the wetting features of surfactant-magnetized water for dust control in Luwa mine, China, *Powder Tech.* 326: 7-15.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 27(4), 2020
<http://jwsc.gau.ac.ir>
DOI: 10.22069/jwsc.2020.17410.3286

Research Full Paper

Investigating the efficiency of sea water and sugar beet molasses on reduction of dust from the forest roads (Case study: Koohmian Forest, Azadshahr)

H. Sasani¹, *A. Parsakhoo² and J. Mohamadi²

¹M.Sc. Graduate, Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran,

²Assistant Prof., Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 12.03.2019; Accepted: 04.28.2020

Abstract

Background and Objectives: The main problem of gravel forest roads is production of dust especially in summer. Dust leads to decrease sight distance and make trouble for tourists as well as the decline of road pavement and vegetation cover at edge of road. In this study the efficiency of anti-dust agents including different dosage of sugar beet molasses and sea water on reduction of dust from a road in Koohmian forest in Azadshahr of Golestan province was assessed.

Materials and Methods: At first, a 500 meters road was separated into 8 equal size, 60 meter length, segments. Then molasses (Including Sucrose, Potassium, Carbon with nitrogen, Thiamine and other organic compounds) and sea water (Including Chloride, Sodium, Sulfate, Magnesium and others) treatments with dosages of 10, 20 and 30% and control were separately performed on interested segments. Spray system was used to establish treatments and Dustometer HAZ-DUST EPAM-5000 used to measure dust concentration. Dustometer is a stationary devise which is used to measure dust concentrations with particles diameter less or equal to 10 μm .

Results: After the 3, 9 and 27 days from the implementation of treatments, results showed that emitted dust from the treated roads by different dosages of sugar beet molasses and sea water increased with time. Moreover, in each of times amount of emitted dust decreased with increasing of molasses and sea water dosages. After 27 days, molasses 20% and molasses 30% could only retain the dosage of PM10 in allowable range of 0-50 $\mu\text{g m}^{-3}$. Minimum amount of road dust was observed for molasses 30%.

Conclusion: Sea water didn't influence on dust suppression to allowable amount of 50 μg due to the very low concentrations of sea water treatments. Minimum amount of road dust was observed for molasses 30% with amount of 21 $\mu\text{g m}^{-3}$. Recent treatment can be selected as suitable case that farther researches is necessary for determining their longevity.

Keywords: Anti-dust treatments, Electronic dustometer, Gravel roads, Soluble spraying system

* Corresponding Author; Email: aidinparsakhoo@yahoo.com