گزارش کوتاه علمی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و هفتم، شماره سوم، ۱۳۹۹
۲۴۵-۲۴۹
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2020.17147.3263

تأثیر استفاده از ترکیبات نانوسیلیس و آهک بر شاخص‌های پایداری ساختمان خاک

سید جمال میرنیازی[۱]، *آیدین پارساخو[۲]، واحدبردی شیخ[۳] و هاشم حبشی[۴]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۰۷

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به سطح ویژه و واکنش‌پذیری بالا در حجم کم نانوذرات، می‌توان از آن‌ها به‌عنوان مکمل آهک جهت حفاظت از خاک استفاده کرد. بنابراین در این پژوهش از نانوسیلیس به‌دلیل اقتصادی و کارآمد بودن در مقادیر ناچیز، در ترکیب با آهک برای پایدار ساختن و حفاظت از شیب‌ها استفاده شد.

مواد و روش‌ها: بدین‌منظور، با توجه به پژوهش‌های پیشین تیمارهای شاهد (بدون افزودنی) و ترکیب نانوسیلیس و آهک با نسبت‌های وزنی ۰/۰۵ درصد نانو+۲ درصد آهک، ۰/۱ درصد نانو+٤ درصد آهک، ۰/٦ درصد نانو+٦ درصد آهک، ۰/٤ درصد نانو+۸ درصد آهک، ۰/۸ درصد نانو+۱۰ درصد آهک، ۲ درصد آهک، ٦ درصد آهک، ۱۰ درصد آهک، ۰/۰۵ درصد نانو و ۰/۱ درصد نانو روی قطعات ۰/۲۵ مترمربعی شیروانی‌های خاک‌برداری جاده‌های طرح جنگل‌داری بهرام‌نیا پاشیده شد. بعد از پایان دوره‌های عمل‌آوری ۷ و ۲۸ روز، از قطعات تیمار شده نمونه خاک تهیه و جهت اندازه‌گیری شاخص‌های پایداری ساختمان خاک به روش الک تر و خشک به آزمایشگاه منتقل گردید.

یافته‌ها: بیش‌ترین مقدار MWD_{wet} و MWD_{dry} و AS مربوط به تیمار ۳ (۰/٦ درصد نانو+٦ درصد آهک) و زمان عمل‌آوری ۲۸ روز بود که به‌ترتیب نسبت به تیمار شاهد ٦٦/۲٤، ۵۱/۰۱ و ۷۲/۹۸ درصد افزایش نشان داد. کم‌ترین مقدار AS نیز مربوط به تیمار ۸ (۱۰ درصد آهک) بود که نسبت به شاهد ۸۲/۳٦ درصد کاهش نشان داد. همه تیمارهای آزمایشی به‌جز تیمارهای ۱ (۰/۰۵ درصد نانو) و ۸ باعث کاهش شاخص DI نسبت به شاهد شدند. کم‌ترین مقدار DI مربوط به تیمار ۳ بود که نسبت به تیمار شاهد ۲۵۷/٦۱ درصد کاهش داشت.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان‌دهنده تأثیر مثبت عامل زمان و استفاده ترکیبی از آهک و نانوسیلیس بر بهبود پایداری ساختمان خاک می‌باشد و ۰/٦درصد نانو در کنار ٦ درصد آهک از نظر کاهش درصد تخریب خاکدانه‌ها نسبت به سایر ترکیب‌ها تأثیر بهتری داشت.

واژه‌های کلیدی: الک تر، جاده جنگلی، حفاظت از خاک، دوره عمل‌آوری، میانگین وزنی قطر خاکدانه

* مسئول مکاتبه: parsakhoo@gau.ac.ir

مقدمه

فرسایش آبی مهم‌ترین عامل تخریب ساختمان جاده‌های جنگلی است و این خود از ناپایداری ساختمان خاک نشأت می‌گیرد (۱). بنابراین در جاده‌سازی، به‌نحوی باید از طریق اصلاح دانه‌بندی و تثبیت خاک با مواد اصلاح‌کننده آلی و معدنی از انواع خاک هرچند نامناسب بهره جست (٦ و ۷). بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که در شرایط مرطوب و دمای پایین واکنش‌پذیری آهک و رس به‌خوبی انجام نمی‌پذیرد، ضمن آن‌که افزودن آهک به‌تنهایی باعث تردشدگی و کاهش مقاومت خاک می‌شود. بنابراین جهت بهینه کردن عملکرد آهک لازم است آن را با دیگر افزودنی‌ها ترکیب نمود (۲ و ٤). نانوذرات مانند نانوذره سیلیس به‌دلیل بزرگ بودن سطح ویژه، بارهای سطحی و گاهی اوقات نانوحفرات آن‌ها می‌تواند به‌عنوان مکمل آهک تأثیرات اساسی روی رفتار فیزیکی، شیمیایی و خواص مکانیکی خاک بگذارد (۳، ۸ و ۹).

ایسوارامورتی و همکاران (۲۰۱۷) از ترکیب نانوسیلیس (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) و آهک (۲، ٦ و ۱۰ درصد) برای پایدارسازی ساختمان خاک جاده‌های کشور کنیا استفاده کردند. پس از دوره عمل‌آوری هفت‌روزه مشخص شد که افزودن ۵ درصد نانوسیلیس به همراه ۱۰ درصد آهک اثر فراوانی بر افزایش پایداری خاکدانه‌ها داشت (۵). علی‌رغم اهمیت زیاد مسأله فرسایش خاک در کشور، تاکنون نسبت به کاربرد ترکیبات نوین فعالیت چندانی صورت نگرفته است. بنابراین در این پژوهش برای نخستین بار تأثیر ترکیبی و مجزا نانوسیلیس و آهک بر شاخص‌های پایداری ساختمان خاک ترانشه‌های خاک‌برداری جاده‌های جنگلی بررسی و مقایسه شد.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه موردمطالعه: سری یک طرح جنگل‌داری بهرام‌نیا بین مختصات عرض جغرافیایی ″۲۷′۴۳°۳٦ تا ″٦′۴۸°۳٦ شمالی و طول جغرافیایی ″۲٦′۲۱°۵٤ تا ″۵۷′۲٤°۵٤ شرقی و در جنوب غربی شهرستان گرگان قرار گرفته است. متوسط بارندگی سالانه منطقه ٦۸٦ میلی‌متر است و تیپ غالب پوشش گیاهی این رویشگاه راش – ممرز است. شیروانی‌های خاک‌برداری در بخشی از شبکه جاده‌های طرح دارای شیب ۱۰۰ درصد، بافت خاک لومی رسی، درصد آهک ۸ و درصد کربن آلی ٤ بوده و به شدت مستعد فرسایش می‌باشد.

روش تحقیق: روی شیروانی‌های خاک‌برداری مستعد فرسایش، قطعاتی چسبیده به هم به ابعاد ۰/۵ در ۰/۵ متر و عمق ۱۰ سانتی‌متر (با توجه به حداکثر عمق نفوذ محلول‌ها در خاک) انتخاب شد. سپس تیمارهای موردنظر شامل شاهد (بدون افزودن نانوسیلیس و آهک) و نانوسیلیس (خلوص ۹۸ درصد، اندازه ۳۳-۲۱ نانومتر و مساحت ویژه ۷۸۵-٦۰۰ مترمربع در گرم) و آهک با نسبت‌های وزنی مختلف (۰/۰۵ درصد نانو+۲ درصد آهک، ۰/۱ درصد نانو+ ٤ درصد آهک، ۰/٦ درصد نانو+٦ درصد آهک، ۰/٤ درصد نانو+۸ درصد آهک، ۰/۸ درصد نانو+۱۰ درصد آهک، ۲ درصد آهک، ٦ درصد آهک، ۱۰ درصد آهک، ۰/۰۵ درصد نانو و ۰/۱ درصد نانو با کد ۱۰) هر یک به حالت محلول در ۳ لیتر آب در سه تکرار روی خاک پاشیده شد. براساس پژوهش‌های پیشین، بعد از پایان دوره‌های عمل‌آوری ۷ و ۲۸ روز، از قطعات تیمار شده درمجموع ۳٦ نمونه خاک تهیه و جهت اندازه‌گیری شاخص‌های پایداری ساختمان خاک به آزمایشگاه منتقل گردید. برای اندازه‌گیری میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در هر دو حالت تر (MWD_{wet}) و خشک (MWD_{dry}) از روش الک تر

و خشک و سری الک‌های ٤، ٢، ١، ٠/٥ و ٠/٢٥ میلی‌متر استفاده شد (٧). سپس شاخص پایداری خاکدانه‌ها (AS) و درصد تخریب خاکدانه‌ها (DI) موردمحاسبه قرار گرفت. در این پژوهش آزمون تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال ٩٥ درصد با نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد (جدول ١) که کم‌ترین مقدار MWD_{wet} و MWD_{dry} مربوط به تیمار شاهد و بیش‌ترین آن مربوط به تیمار ٣ (٠/٦ درصد نانو+ ٦ درصد آهک) و زمان عمل‌آوری ٢٨ روز بود. دلیل افزایش MWD در اثر افزودن آهک و نانوسیلیس به خاک، بروز واکنش شیمیایی و ایجاد پیوند بین افزودنی‌ها و ذرات خاک است (٨ و ٩). در اثر افزودن آهک به خاک واکنش‌های تبادل کاتیونی، کربوناسیون و پوزولانی اتفاق می‌افتد که باعث نزدیک شدن ریزدانه‌ها و بالا رفتن پایداری می‌شود. نانوسیلیس نیز با افزایش چسبندگی و قطر خاکدانه‌ها و کاهش ویسکوزیته سبب بهبود ویژگی‌های خاک می‌گردد (١ و ٧). علیزاده (٢٠١١) نشان داد که افزودن ٥ درصد میکروسیلیس به مخلوط خاک و آهک در زمان عمل‌آوری ٢٨ روز سبب افزایش ٣٢ درصدی AS می‌گردد (١). بیش‌ترین مقدار AS و کم‌ترین مقدار DI مربوط به تیمار ٣ و زمان عمل‌آوری ٢٨ روز و کم‌ترین مقدار AS مربوط به تیمار ٨ (١٠ درصد آهک) بود.

جدول ١- تغییرات میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های تر در تیمارها و زمان‌های عمل‌آوری مختلف.

Table 1. Variations in mean weight diameter of wet aggregates in different treatments and curing times.

٢٨ روز 28 days				٧ روز 7 days				کد تیمار code
DI	AS	MWD_{dry}	MWD_{wet}	DI	AS	MWD_{dry}	MWD_{wet}	
12.81 [b]	49.33 [d]	2.47 [j]	2.37 [e]	12.81 [a]	49.33 [c]	2.47 [k]	2.37 [d]	شاهد Control
14.14 [b]	77.61 [b]	3.55 [d]	3.24 [cd]	1.93 [b]	50.77 [c]	2.83 [j]	3.60 [ab]	1
11.22 [c]	65.33 [c]	3.61 [b]	3.41 [bc]	3.21 [b]	49.56 [c]	3.50 [d]	3.39 [abc]	2
-2.06 [g]	85.33 [a]	3.73 [a]	3.94 [a]	-21.91 [d]	74.85 [a]	3.44 [e]	3.70 [a]	3
1.04 [f]	50.00 [d]	3.05 [i]	3.58 [b]	3.61 [b]	55.36 [bc]	2.96 [i]	3.36 [abc]	4
-1.05 [g]	71.43 [b]	3.13 [h]	3.46 [bc]	2.98 [b]	52.30 [c]	3.03 [h]	3.45 [abc]	5
3.13 [e]	36.36 [e]	3.61 [b]	3.59 [b]	1.76 [b]	69.76 [abc]	3.69 [a]	3.62 [ab]	6
10.20 [c]	14.29 [f]	3.58 [c]	3.46 [bc]	-14.02 [c]	78.31 [ab]	3.58 [c]	3.47 [abc]	7
16.84 [a]	8.70 [g]	3.36 [f]	3.12 [d]	0.99 [b]	52.62 [c]	3.29 [f]	3.14 [c]	8
7.07 [d]	38.46 [e]	3.32 [g]	3.48 [bc]	9.58 [a]	43.97 [c]	3.65 [b]	3.23 [bc]	9
3.09 [e]	40.00 [e]	3.53 [e]	3.60 [b]	1.47 [b]	52.30 [c]	3.26 [g]	3.08 [c]	10

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح معناداری ٥ درصد می‌باشد.

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

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس یافته‌ها، تیمار ۳ بهترین تیمار جهت بهبود شاخص‌های پایداری ساختمان خاک در منطقه موردمطالعه بود. درحالی‌که تیمار ۸ با بیش‌ترین مقدار DI برای ساختمان خاک مخرب بوده و باید از به‌کارگیری آن برای اصلاح خاک پرهیز کرد.

منابع

1. Alizadeh, M. 2011. Effect of micro-silica on strength and swelling of soil stabilized by lime. MSc thesis, Tabriz University, 85p. (In Persian)
2. Anandha Kumar, S., and Manikandan, R. 2016. Influence of nano-sized additives on the improvement of clay soil. Inter. J. Adv. Sci. Engin. Res. 1: 1. 23-30.
3. Bahmani, S.H., Huat, B.K., Asadi, A., and Farzadnia, N. 2014. Stabilization of residual soil using SiO_2 Nano particles and cement. Construction and Building Materials, 64: 350-359.
4. Bell, F.G. 1996. Lime stabilization of clay minerals and soil. J. Engin. Geol. 42: 223-237.
5. Eswaramoorthi, P., Senthil Kumar, V., Sachin Prabhu, P., Prabu, T., and Lavanya, S. 2017. Influence of nano-sized silica and lime particles on the behavior of soil. Inter. J. Civil Engin. Technol. 8: 9. 353-360.
6. Karimi, H., Soufi, M., Haghnia, Gh., and Khorasani, R. 2007. Investigation of the aggregate stability and erision potential of loam and sand clay loam soil: case study in Lamard plain in Fars province. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14: 6. 87-94.
7. Kemper, W.D., and Rosenau, R.C. 1986. Size distribution of aggregates. P 425-442, In: A. Klute (Ed.), Methods of Soil Analysis Part 1, second ed., Agron. Monogr. 9. ASA-SSSA. Madison, WI. 154p.
8. Moradi, N., Emami, H., Astaraei, A.R., Fotovat, A., and Ghahraman, B. 2017. The effect of nano particles of Aluminum oxide and Silicon oxide on soil structural stability indices. J. Water Soil Cons. 23: 5. 253-265. (In Persian)
9. Moradi, S., Limaei Mohammadi, S., Khanmohammadi, M., Lohmender, P. 2015. Estimating the erosion and sediment production by EPM in Zamkan watershed using GIS. J. Environ. Eros. Res. 17: 1. 13-26. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 27(3), 2020
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2020.17147.3263

Short Technical Report

Effect of nano-silica & lime on soil structure stability indices

S.J. Mirniazi[1], *A. Parsakhoo[2], V.B. Sheikh[3] and H. Habashi[4]

[1]M.Sc. Student, Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,
[2]Assistant Prof., Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,
[3]Associate Prof., Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,
[4]Associate Prof., Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 09.16.2019; Accepted: 12.28.2019

Abstract

Background and Objectives: Nano-particles can be used for the soil conservation practices due to high specific area and high efficiency in low volume. So, in this study nano-SiO_2 in combination of lime was used for slope stabilization.

Materials and Methods: For this purpose, according to previous studies, control treatment (without additional) and different combinations of nano-SiO_2 and lime including 0.05% nano + 2% lime, 0.1% nano + 4% lime, 0.6% nano + 6% lime, 0.4% nano + 8% lime, 0.8% nano + 10% lime, 2% lime, 6% lime, 10% lime, 0.05% nano and 0.1% nano were sprayed on 0.25 m^{-2} plots. Treatments were conducted in three replications on cutslopes in Bahramnia forest roads. After the curing times of 7 and 28 days, soil samples were collected to measure the stability indices using wet and dry sieving.

Results: Maximum values of MWD_{wet}, MWDdry and AS was detected in treatment 3 (0.6% nano + 6% lime) in curing time of 28 days which was 66.24%, 51.01% and 72.98% higher when compared with control. Minimum rate of AS was observed in treatment 8 (10% lime) which was 82.36% lower when compared with control. All of the treatments cause to decrease DI except for treatments 1 (0.05% nano) and 8. Minimum DI was observed for treatment 3, which was 257.61% higher than control.

Conclusion: Overall, results of this study showed the positive effect of time and combined use of lime and nano-SiO_2 on stability of soil structure. 0.6% nano+6% lime had better influence on reduction of aggregate destruction percentage than other compounds.

Keywords: Aggregate mean weight diameter, Curing time, Forest road, Soil conservation, Wet sieving

* Corresponding Author; Email: parsakhoo@gau.ac.ir