

## تغییرات واکنش و هدایت الکتریکی خاک بسترهای خشک شده دریاچهی ارومیه با تلقیح باکتری و سیانوباکترها

حسین خیرفام<sup>\*۱</sup>

۱ و \*-نویسنده مسئول، استادیار، دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری- حفاظت آب و خاک، گروه علوم محیط زیست، پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه، دانشگاه ارومیه، (h.kheirfam@urmia.ac.ir)

### چکیده

شوری و واکنش خاک (pH) بسترهای خشک شدهی پیرامون دریاچهی ارومیه از عوامل مهم در پایداری خاک این مناطق در برابر برداشت توسط نیروی باد بوده که مقادیر بالای هدایت الکتریکی و pH قلیایی منجر به کاهش پایداری ذرات خاک شده است. لذا به سبب ضرورت بهینه سازی مقادیر این مؤلفه ها، پژوهش حاضر با هدف تحلیل رفتار pH و هدایت الکتریکی خاک مناطق خشک شدهی پیرامون دریاچه ارومیه تحت تلقیح سطحی باکتری و سیانوباکترهای بومی این مناطق به عنوان راهکاری نوین برنامه ریزی شد. در این راستا، باکتری (*Bacillus subtilis*) و سیانوباکترهای بومی (*Nostoc sp.* و *Oscillatoria sp.*) یکی از کانون های تولید ریزگرد دریاچهی ارومیه استخراج شده و از تکثیر در حجم زیاد روی خاک برداشت شده از این منطقه به صورت جداگانه و ترکیبی تلقیح سطحی شدند. آزمایش حاضر در شرایط آزمایشگاهی و مقیاس سینی های فرسایشی کوچک و در چهار تیمار و با سه تکرار در مدت ۱۲۰ روز انجام شد. نتایج نشان داد که مقدار هدایت الکتریکی و pH خاک منطقه مورد مطالعه (تیمار شاهد) به ترتیب  $1/43 \pm 0/087$  دسی زیمنس بر متر و  $8/47 \pm 0/025$  بوده که تلقیح باکتری هدایت الکتریکی را تا ۶۵ درصد افزایش داده و اثر معنی داری روی pH نداشت. با این حال تلقیح سیانوباکترها pH و هدایت الکتریکی خاک را به ترتیب  $0/14$  واحد و ۵۰ درصد کاهش داد. از این رو، تلقیح سیانوباکترها به عنوان راهکاری نوین در کاهش شوری و قلیائیت خاک بسترهای خشک شدهی دریاچهی ارومیه تأیید شده که در نهایت منجر به تثبیت پذیری کانون های ریزگرد در این مناطق خواهد شد.

واژگان کلیدی: تثبیت خاک، تلقیح ریزموجودات خاکزی، شوری خاک، قلیائیت خاک، فرسایش بادی

### ۱- مقدمه

امروزه خشکی بخش زیادی از پیرامون دریاچهی ارومیه باعث بروز تبعات محیط زیستی و انسانی گسترده ای شده که بر اساس پیش بینی ها سایر اثرات سوء شدید آن نیز در طولانی مدت نمود بیش تری خواهد داشت (Hassanzadeh و همکاران، ۲۰۱۲). از جمله پیامدهای خشکی دریاچه ارومیه نمایان شدن بسترهای حاشیه ای بوده که متشکل از رسوبات ریز ته نشین شده رودخانه ای و نمک های چسبیده به آنها در طی قرن ها می باشد. در برخی از مناطق حاشیه های خشک شدهی دریاچهی ارومیه پهنه هایی از کفه های شور ۵۰ تا ۶۰ سانتی متری مرکب از نمک و رسوبات ریزدانه وجود داشته که در فصول خشک، خاک این مناطق به سبب خاصیت از هم پاشندگی نمک ها، پیوستگی و پایداری بسیار ضعیفی داشته که به عنوان مناطق با



چهاردهمین  
همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران  
آبخیزداری و مدیریت جامع منابع آب و خاک  
۲۵ و ۲۶ تیرماه ۱۳۹۸ - دانشگاه ارومیه



14<sup>th</sup> National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran  
Watershed Management and Integrated Management of Water and Soil Resources

پتانسیل کانون برداشت ریزگرد شناخته می‌شوند (Dahlawi و همکاران، ۲۰۱۸). از این رو حد آستانه برداشت رسوبات سطحی توسط نیروی باد (فرسایش بادی) در این کانون‌ها بسیار پایین می‌باشد (Dang و همکاران، ۲۰۱۸). پدیده فرسایش بادی و برداشت و انتقال ریزگردهای خاک و نمک بی‌شک تهدید جدی برای جوامع انسانی، بوم‌سازگان‌های کشاورزی، منابع طبیعی و گونه‌های گیاهی و جانوری مناطق پیرامونی بوده و یقیناً تشدید هم خواهد شد. بر اساس گزارش‌های Hoseinpour و همکاران (۲۰۱۰) بسته به شرایط فصلی، اقلیمی، زمانی و محیطی، ذرات خاک و نمک متصل به آن‌ها و برداشت شده از کانون‌های ریزگرد ناشی از مجموعه فرآیندهای فرسایش بادی (شامل جدایش، برداشت، انتقال و رسوب‌گذار) قابلیت پراکنش مکانی بین ۳۰۰ تا ۸۰۰ کیلومتر را دارد. از این رو، به‌صورت بالقوه در شرایط کنونی و بالفعل در آینده‌ای نزدیک، سلامت زیستی بیش از ۱۴۰ هزار کیلومترمربع از مناطق سرزمینی شمال غرب کشور، بیش از ۲۰ میلیون جمعیت انسانی و بیش از ۶۰۰ گونه‌ی گیاهی و جانوری به‌شدت تهدید می‌شود. در این بین، مقادیر بالای هدایت الکتریکی (شوری) خاک و pH (واکنش خاک) خاک از عوامل مهم در ناپایداری ذرات خاک در برابر نیروی باد بوده که حساسیت و پتانسیل حاشیه‌های خشک‌شده‌ی دریاچه‌ی ارومیه برای تولید ریزگرد را افزایش می‌دهند. بر این اساس، مدیریت و مهار چالش انتقال ذرات نمک، گرد و غبار و همچنین ماسه‌های روان از کانون‌های حساس به فرسایش حاشیه‌های دریاچه‌ی ارومیه و حفاظت از بوم‌سازگان‌های تحت تنش‌های ناشی از ذرات خاک و نمک ضروری می‌باشد. روند توجه پژوهش‌گران در استفاده از رویکردهای بوم‌سازگان محور و زیستی در بهبود ویژگی‌های مؤثر خاک در تثبیت‌پذیری و چایداری خاک امروزه منجر به پیدایش رویکرد بهره‌گیری از قابلیت جامعه میکروبی خاک در حفظ و احیاء پایدار بوم‌سازگان‌ها شده است. به‌گونه‌ای که اخیراً امکان بهره‌گیری از قابلیت ریزموجودات خاک‌زی به‌ویژه باکتری‌ها و سیانوباکترها به‌عنوان مهندسان بوم‌سازگان (Bowker و همکاران، ۲۰۰۵) در حفاظت خاک و تثبیت ذرات ریز خاک از طریق بهبود ویژگی‌های خاک به‌ویژه به‌صورت تلقیح گسترده‌ی سطحی مورد توجه قرار گرفته و نقش مثبت آن‌ها در این خصوص تأیید شده است (Kheirfam و همکاران، ۲۰۱۷ الف و ب). بر اساس یافته‌های پژوهش‌های مذکور، قابلیت باکتری‌ها و سیانوباکترهای موجود در پوسته‌های غنی زیستی خاک یا احیاء شده در بهبود برخی ویژگی‌های خاک مؤثر در بهبود پایداری خاک‌دانه‌ها و تثبیت‌پذیری خاک‌های تحت شوری و قلیابیت بالا و حساس به فرسایش بادی تأیید شده است. به‌سبب اهمیت موضوع و ضرورت تثبیت و افزایش آستانه‌ی برداشت ذرات خاک و نمک تحت تأثیر شوری و قلیابیت بالای کانون‌های ریزگرد حاشیه‌های دریاچه‌ی ارومیه توسط باد، افزایش مصنوعی جمعیت میکروبی پوسته‌های زیستی حاشیه‌های خشک‌شده‌ی دریاچه از طریق تلقیح مستقیم باکتری و سیانوباکترها به‌عنوان راه‌کاری نوین، زیستی، اجراپذیر، با صرفه‌ی اقتصادی و در عین حال اثربخشی زیاد در کوتاه‌مدت می‌تواند راه‌کاری مناسب در اسجاد شرایط محیطی مناسب در راستای دستیابی به اهداف تثبیت ذرات نمک و گرد و غبار سطوح خشک‌شده‌ی دریاچه‌ی ارومیه باشد؛ راه‌کاری که قبل از اجرا در مقیاس کلان باید در مقیاس خرد و در شرایط آزمایشگاهی امکان‌سنجی و ارزیابی گردد. هدف از این پژوهش، کاهش هدایت الکتریکی (شوری) و قلیابیت (pH) خاک بسترهای حاشیه‌های خشک‌شده‌ی دریاچه‌ی ارومیه در راستای تثبیت ذرات نمک و خاک از طریق تلقیح باکتری و سیانوباکترهای بومی در مقیاس سینی‌های فرسایشی کوچک آزمایشگاهی می‌باشد.

## ۲- مواد و روش کار

### ۲-۱- استخراج و تکثیر باکتری و سیانوباکترها

برای انجام پژوهش حاضر، نمونه‌هایی از سطح صفر تا دو سانتی‌متری بسترهای خشک‌شده در دریاچه در منطقه جبل‌کندی ارومیه با بافت شنی برداشت شد. سپس باکتری و سیانوباکترهای بومی به ترتیب با استفاده از محیط کشت‌های عمومی Chu10 (Andersen, ۲۰۰۵) و (MacFaddin, Nutrient Agar, ۲۰۰۰) استخراج شده و سپس بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی ذکر شده در راهنماهای باکتری‌شناسی Bergey شناسایی شدند (Garrity و همکاران، ۲۰۰۱). در ریزموجود بانک خاک منطقه جنس‌های سیانوباکتر *Nostoc sp.* و *Oscillatoria sp.* و باکتری *Bacillus subtilis* با بیش‌ترین غالبیت شناسایی شده و در نهایت مطابق با روش پیشنهادی Kheirfam و همکاران (۲۰۱۷ الف و ب) تا دستیابی به حجم و زی‌توده مورد نظر تکثیر شدند.

### ۲-۲- آماده‌سازی سینی‌های فرسایش کوچک و اجرای آزمایش

آزمایش حاضر در مقیاس سینی‌های استاندارد فرسایشی (با ابعاد طول، عرض و عمق ۵۰ در ۳۰ در ۱۰ سانتی‌متر) و در محیط آزمایشگاه با حداکثر تشابه با شرایط طبیعی انجام شد. برای انجام این پژوهش، اقدام به برداشت نمونه‌های حجمی از خاک (ماسه‌ای) سطحی (عمق صفر تا پنج سانتی‌متری) به صورت تصادفی از منطقه جبل‌کندی ارومیه شد. نمونه‌های برداشت شده به آزمایشگاه منتقل و پس از هواخشک کردن و با رعایت جرم ویژه ظاهری بستر طبیعی در سینی‌های استاندارد فرسایشی ریخته و کوبیده شد. سپس باکتری و سیانوباکترهای تکثیر شده به صورت محلول در آب و با وزن زیست‌توده تقریبی ۲/۵ گرم در لیتر از طریق روش آب-تلقیحی و به مقدار یک لیتر بر مترمربع روی سطح سینی‌های کوچک فرسایشی با سه تکرار افزوده شده و ۱۲۰ روز نگهداری شد (Kheirfam و همکاران، ۲۰۱۷ الف). در انتهای آزمایش، نمونه‌هایی از سطح خاک برداشت شده سپس مقادیر pH و هدایت الکتریکی پس از انحلال خاک با نسبت ۱:۲/۵ در آب مقطر و قرائت توسط دستگاه Multi meter HI 9811-5 اندازه‌گیری شد.

## ۳- نتایج و بحث

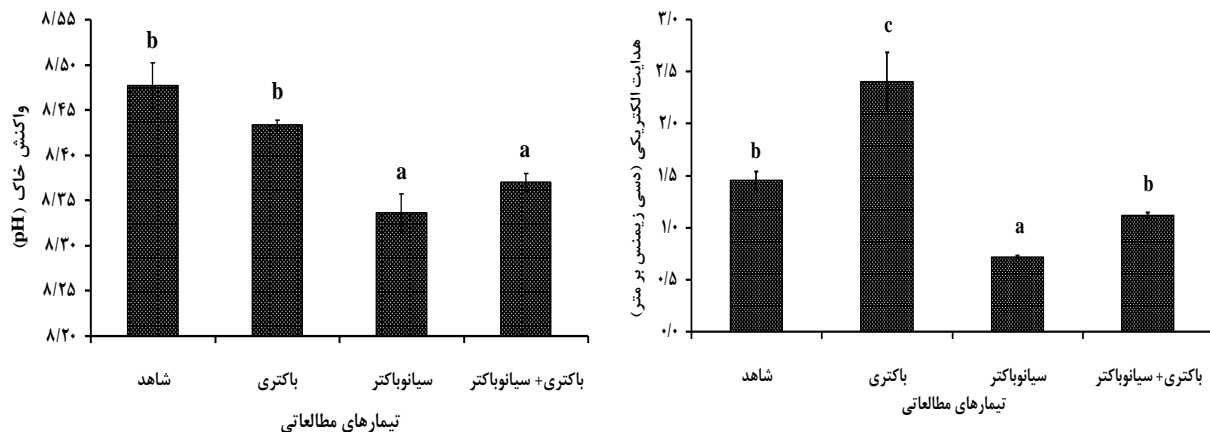
هدایت الکتریکی خاک نمایان‌گر میزان نمک‌های موجود در محیط خاک بوده که مقادیر بالای این متغیر حاکی از غلظت بالای نمک در خاک می‌باشد. در خاک‌های با مقادیر بالای هدایت الکتریکی، ساختمان خاک دچار فروپاشی شده و تخریب خاکدانه‌ها اتفاق افتاده و در نهایت آستانه‌ی پایداری خاک در برابر عوامل فرساینده (نیروی آب یا باد) کاهش می‌یابد (Nocco و همکاران، ۲۰۱۹). تحلیل مقادیر هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شده در تیمارهای مطالعاتی (جدول ۱ و شکل ۱) نشان داد که مقدار این مؤلفه در تیمار شاهد  $1/43 \pm 0/087$  دسی‌زیمنس بر متر بوده که اعمال تیمارهای مطالعاتی منجر به تغییرات معنی‌دار ( $p < 0/01$ ) در این مؤلفه شد. به‌گونه‌ای که تلقیح باکتری منجر به افزایش معنی‌دار و ۶۵ درصدی آن شده و تلقیح سیانوباکترها به صورت جداگانه و ترکیبی با باکتری مقادیر هدایت الکتریکی را به ترتیب ۵۰ و ۲۳ درصد کاهش داد. باکتری تلقیح شده در پژوهش حاضر (*Bacillus subtilis*) قابلیت بالایی در ترشح پلی‌ساکارید داشته (Marvasi و همکاران، ۲۰۱۰) و این ترشحات پلی‌ساکاریدی در محیط خاک منجر به هم‌آوری کاتیون‌ها و آنیون‌ها شده و قابلیت دسترسی آن‌ها را کاهش می‌دهند (Geddie و Sutherland, ۱۹۹۳). از طرفی، در شرایط تنش‌های محیطی از قبیل تنش خشکی (همانند شرایط آزمایش در پژوهش حاضر و با حداقل رطوبت‌دهی)، افزون بر افزایش مقدار ترشحات، نسبت ترکیبات مونوساکاریدی

14<sup>th</sup> National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran  
Watershed Management and Integrated Management of Water and Soil Resources

تشکیل دهنده‌ی پلی‌ساکاریدهای باکتریایی تغییر کرده (Ali و Sandhya, ۲۰۱۵) و در نهایت جذب کاتیون‌ها و آنیون‌های افزایش پیدا می‌کند. با این حال، به سبب شرایط خشکی طولانی‌مدت خاک بر آزمایش، پلی‌ساکاریدها تخریب و تجزیه شده و سپس برخی از یون‌ها به‌ویژه سدیم آزاد و در نهایت منجر به افزایش هدایت الکتریکی شدند. در حالی‌که، سیانوباکترها و پلی‌ساکاریدهای ترشح شده و چسبیده به سلول‌ها و رشته‌های آن‌ها همانند ترشحات باکتریایی، یون‌های نمک در محیط خاک را جذب و هم‌آوری کرده و به دلیل خاصیت جذب حداکثری رطوبت توسط سیانوباکترها از جو (Román و همکاران، ۲۰۱۸)، ترشحات و قابلیت چسبناکی سیانوباکترها پایدار مانده و لذا هدایت الکتریکی کاهش محسوسی داشت. از این‌رو، کاهش مقادیر هدایت الکتریکی به‌ویژه با تلقیح سیانوباکتر شرایط برای پایداری خاک‌دانه‌ها و در نتیجه پتانسیل برداشت و حرکت ذرات نمونه خاک بستر خشک‌شده‌ی دریاچه‌ی ارومیه را کاهش داد.

جدول (۱) نتایج تجزیه واریانس یک طرفه برای تشخیص اثرات یک‌جانبه تیمار باکتری و سیانوباکتر بر مؤلفه‌های هدایت الکتریکی و واکنش خاک تیمارهای مطالعاتی

مؤلفه‌ی مورد بررسی	منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
هدایت الکتریکی	بین گروهی	۳	۱/۵۴۸	۶۹/۹۹۲	۰/۰۰۰
	درون گروهی	۸	۰/۰۲۲		
	کل	۱۱			
واکنش خاک (pH)	بین گروهی	۳	۰/۱۲	۳۹/۴۳۵	۰/۰۰۰
	درون گروهی	۸	۰/۰۰۰		
	کل	۱۱			



شکل (۱) نمودار مقایسه‌ای مقدار متوسط هدایت الکتریکی (راست) و pH (چپ) خاک تیمارهای مطالعاتی

افزون بر هدایت الکتریکی، pH خاک ویژگی مهم دیگر خاک بوده که تغییرات آن منجر به تغییر در ویژگی‌های پایداری خاک و خاک‌دانه‌ها می‌شود. مقدار pH خاک در تیمار شاهد  $8/47 \pm 0/25$  بوده (شکل ۱) که نشان‌دهنده‌ی خاک قلیایی می‌باشد. در خاک‌های قلیایی کاتیون‌های قابل دسترس و آزاد کاهش یافته و لذا ارتباط بین ذرات کلئوئیدی آلی و رس کاهش یافته و در نتیجه پایداری خاک کاهش می‌یابد (Muñoz-Rojas و همکاران، ۲۰۱۶). با این حال، اعمال تیمارهای تلقیحی منجر به ایجاد تغییرات معنی‌دار ( $p < 0/01$ ) در مقادیر pH شده (جدول ۱) که در این میان تلقیح جداگانه باکتری اثر معنی‌داری در



14<sup>th</sup> National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran  
Watershed Management and Integrated Management of Water and Soil Resources

تغییرات pH خاک نداشته و در حالی که، تلقیح سیانوباکترها این مؤلفه در خاک را تقریباً ۰/۱۴ واحد کاهش دادند. هرچند pH خاک مطالعاتی در محدوده‌ی خاک قلیایی باقی ماند. در این راستا، Singh و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که گسترش سیانوباکترها در سطح خاک منجر به کاهش هدررفت محتوای رطوبت، کربن، نیتروژن و فسفر از خاک شده و همچنین سیانوباکترها قابلیت تبدیل  $Na^+$  به  $Ca^{2+}$  را دارند. اتصال ذرات کلوئیدی و ریز خاک توسط رشته‌های تارنکبوتی و ترشحات پلی‌ساکاریدی (Kheirfam و همکاران، ۲۰۱۷ ب)، تثبیت نیتروژن و ترسیب کربن در خاک (Kheirfam و همکاران، ۲۰۱۷ الف) و در نهایت تجزیه و انحلال مواد مغزی از گره‌های کربنات‌های غیرقابل حل در خاک از طریق ترشح اسید اگزالیک (Singh، ۱۹۶۱) از اثرات دیگر سیانوباکترها در خاک‌های قلیایی بوده که منجر به کاهش قلیائیت خاک و در نهایت افزایش پایداری خاک‌دانه‌های می‌شوند.

#### ۴- نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش نشان داد که تلقیح باکتری و سیانوباکترها در مقیاس آزمایشگاهی با هدف کاهش شوری و قلیائیت خاک به‌عنوان عوامل مؤثر در کاهش پایداری و تثبیت‌پذیری بستر کانون‌های ریزگرد پیرامون خشک‌شده‌ی دریاچه‌ی ارومیه نقش متفاوتی داشتند. سیانوباکترهای تلقیح شده هدایت الکتری (شوری) و pH (واکنش) را به‌صورت معنی‌داری کاهش داده و لذا امکان تثبیت‌پذیری کانون‌های ریزگرد و ماسه‌های روان منطقه‌ی مورد مطالعه از طریق تلقیح گسترده سیانوباکترها فراهم خواهد شد. در حالی که تلقیح باکتری نه تنها قلیائیت خاک را کاهش نداد، بلکه مقدار شوری خاک را افزایش داد. در نهایت، انجام پژوهش تکمیلی در مقیاس آزمایشگاهی و پایلوت‌های صحرایی و با اندازه‌گیری رسوبات بادی انتقالی امکان افزایش آگاهی‌ها در این زمینه و اجراپذیری آن در مقیاس بزرگ را فراهم خواهد آورد.

#### منابع مورد استفاده

1. Andersen, R.A. 2005. Algal culturing techniques, Elsevier Academic Press, London, 578 p.
2. Bowker, M.A., Belnap, J., Davidson, D.W., Phillips, S.L., 2005. Evidence for micronutrient limitation of biological soil crusts: importance to arid-lands restoration. *Ecological Applications*, 15: 1941-1951.
3. Dahlawi, S., Naeem, A., Rengel, Z., Naidu, R., 2018. Biochar application for the remediation of salt-affected soils: Challenges and opportunities. *Science of The Total Environment*, 625: 320-335.
4. Dang, A., Bennett, J.M., Marchuk, A., Biggs, A., Raine, S.R., 2018. Quantifying the aggregation-dispersion boundary condition in terms of saturated hydraulic conductivity reduction and the threshold electrolyte concentration. *Agricultural Water Management*, 203: 172-178.
5. Garrity, G.M., Boone, D.R., Castenholz, R.W., 2001. *Bergey's manual of systematic bacteriology*. (2nd ed.). New York, USA. 1: 173 p. Harvey, R. A. 2007. *Microbiology*. Lippincott Williams & Wilkins, 395 p.
6. Geddie, J.L., Sutherland, I.W., 1993. Uptake of metals by bacterial polysaccharides, *Journal of Applied Microbiology*, 74: 467-472.
7. Hassanzadeh, E., Zarghami, M. and Hassanzadeh, Y., 2012. Determining the main factors in declining the Urmia Lake level by using system dynamics modeling. *Water Resources Management*, 26(1): 129-145.
8. Hoseinpour, M., FakheriFard, A., Naghili, R., 2010. Death of Urmia Lake, a silent disaster investigating causes, results and solutions of Urmia Lake drying. 1st International Applied Geological Congress, Department of Geology, Islamic Azad University, Islamic Azad University-Mashad Branch, Iran; 2010.
9. Kheirfam, H., Sadeghi, S.H.R., Homae, M., ZareiDarki, B., 2017a. Quality improvement of an erosion-prone soil through microbial enrichment. *Soil and Tillage Research*, 165: 230-238.
10. Kheirfam, H., Sadeghi, S.H.R., ZareiDarki, B., Homae, M., 2017b. Controlling rainfall-induced soil loss from small experimental containers through inoculation of bacteria and cyanobacteria. *Catena*, 152: 40-46.



14<sup>th</sup> National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran  
Watershed Management and Integrated Management of Water and Soil Resources

11. MacFaddin, J.F., 2000. Biochemical tests for identification of medical bacteria, (3rd ed.), Lippincott, Williams and Wilkins, Baltimore. 912 p.
12. Marvasi, M., Visscher, P.T., Casillas, Martinez, L., 2010. Exopolymeric substances (EPS) from *Bacillus subtilis*: polymers and genes encoding their synthesis. *FEMS Microbiology Letters*, 313(1): 1-9.
13. Muñoz-Rojas, M., Erickson, T.E., Dixon, K.W., Merritt, D.J., 2016. Soil quality indicators to assess functionality of restored soils in degraded semiarid ecosystems. *Restoration Ecology*, 24: S43-S52.
14. Nocco, M.A., Ruark, M.D., Kucharik, C.J., 2019. Apparent electrical conductivity predicts physical properties of coarse soils. *Geoderma*, 335: 1-11.
15. Román, J.R., Roncero-Ramos, B., Chamizo, S., Rodríguez-Caballero, E., Cantón, Y., 2018. Restoring soil functions by means of cyanobacteria inoculation: importance of soil conditions and species selection. *Land Degradation and Development*, 29(9): 3184-3193.
16. Sandhya, V., Ali, S.Z., 2015. The production of exopolysaccharide by *Pseudomonas putida* GAP-P45 under various abiotic stress conditions and its role in soil aggregation. *Microbiology*, 84(4): 512-519.
17. Singh, J.S., Kumar, A., Rai, A.N., Singh, D.P. 2016. Cyanobacteria: a precious bio-resource in agriculture, ecosystem, and environmental sustainability. *Frontiers in Microbiology*, 7: 529.
18. Singh, R.N., 1961. Role of blue-green algae in nitrogen economy of Indian agriculture. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research.

## The soil pH and electrical conductivity variation in the dried-out around of Urmia Lake under bacteria and cyanobacteria inoculation

### Abstract

Soil salinity and pH of the dried-out around the Urmia Lake are the main factors that influence on soil stability of these areas against the wind. High levels of electrical conductivity (EC) and alkaline pH have led to a reduction in the stability of soil particles. Therefore, due to the necessity to optimize the values of these components, this study was conducted to analyze the pH and EC behavior of the dried-out around the Urmia Lake under bacteria and cyanobacteria inoculation as a novel strategy. To this end, the native extracted and proliferated *Bacillus subtilis* bacteria and *Nostoc sp.* and *Oscillatoria sp.* cyanobacteria from study region were inoculated on this region soil as separately and combined form. The experiment was conducted in lab condition, erosion trays scale, and in four treatments with three repeaters for 120 days. The results showed that the EC and pH of the studied area (control treatment) were  $1.43 \pm 0.087$  dS and  $8.47 \pm 0.225$ , respectively. Inoculation of bacteria increased the EC by 65% and did not have a significant effect on pH. Unlike this, inoculation of cyanobacteria reduced the soil pH and EC by 0.14 units and 50%, respectively. Therefore, inoculation of cyanobacteria was confirmed as a novel solution in decreasing the salinity and alkalinity of soil in the dried-out around the Urmia Lake that these processes lead to stabilize the hotspots of these regions.

**Keywords:** Soil alkalinity; Soil microorganism's inoculation; Soil salinity; Soil stabilization; Wind erosion.