19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025

نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۱ تا ۱۳ آذر ۱۴۰۴

مدیریت جامع‌نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management
دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

روشی نوین برای اصلاح خاکهای شور و سدیمی و غیر قابل کشت در کانون های گرد و غبار

حسن روحی پور[1*]، احمد لندی[2]، حیدر غفاری[3]

[1*] بخش تحقیقات بیابان موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع parviz.rouhi@yahoo.com.au
۲- گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز landi@scu.ac.ir
۳- گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز h.ghafari@scu.ac.ir

چکیده

وقوع طوفانهای گرد و غبار ناشی از فرسایش بادی در مناطق خشک و نیمه خشک یکی از مهمترین بحرانهای زیست محیطی است که آسیب های متنوعی را به زیستمندان وارد می کند. شوری و سدیمی شدن خاک یکی از ویژگیهای پویای خاک مناطق خشک و نیمه خشک است که در اثر کمبود نزولات آسمانی؛ بالا بودن سطح آب زیر زمینی و تشکلیات زمین شناختی ایجاد می شود.. شوری و قلیائیت بسیار بالای خاک؛ این نوع اراضی را فاقد پوشش گیاهی نموده که آنها را مستعد فرسایش بادی و تولید گرد وغبارمی نماید. استفاده از فیلتر سنگریزه ای در اندازه های مختلف در این پژوهش جایگزین امیدوارکننده ای برای کاشت گیاه در خاکهای بسیار شور و سدیمی است که در شرایط متعارف امکان کشت وجود ندارد. این روش به ویژه برای بازیابی خاک‌هائی که منبع اصلی شوری انها آب‌های زیرزمینی است کاربرد موفقیت امیزی داشته است. در طراحی این پژوهش از دو نوع ساز و کار فیزیکی خیزش موئینه ای **(Capillary rise)** - و مکش خاک نسبت به آب **(Soil suction)** استفاده شد. در محل پژوهش با حفر گودال وجایگذاری دو لوله متحد المرکز با قطر یک متر و ۷/. متر محل برای جایگذاری فیلتر سنگریزه ای و خاک مناسب جهت کشت مهیا گردید. نتایج بدست امده از چهار سال متوالی ازمایش نشان از موفقیت این روش برای رویش گونه های کاشته شده با زنده مانی بسیار زیاد تا ۹۲ درصد بود.

واژگان کلیدی: خاک های شور و سدیک؛ فیلتر سنگریزه ای؛ بادشکن زنده؛ فرسایش بادی؛ تثبیت کانون گرد و غبار .

مقدمه

به طور کلی طوفانهای گرد و غبار **Dust storm** و یا طوفانهای ماسه ای **Sand storm** یکی از پدیده های هواشناسی است که از نظر ترمینولوژی با هم دارای تفاوت هائی هستند. این طوفانها معمولا در مناطق خشک و نیمه خشک و در مواقعی رخ می دهند که تند بادی با سرعت بیش از آستانه فرسایش بوزد **(Asian Development Bank, 2005)**.

یکی دیگر از عوامل بیابان زائی و تولید گرد و غبار، شوری بیش از حد اولیه و شوری ثانویه خاک در اثر آبیاریهای بی رویه سالیان طولانی و یا نفوذ اب شور زیرزمینی به لابه های سطحی خاک است. شوری و سدیمی شدن خاک یکی از ویژگی‌های پویای خاک مناطق خشک و نیمه خشک است که به سبب کمبود نزولات آسمانی؛ تغییرات آب و هوائی؛ سنگ مادر و بالا بودن سطح آب زیر زمینی ایجاد می شود و مشکلات عمده ای برای کشت و کار ایجاد می نماید. در حالت شوری بسیار بالا؛ اراضی اساسا فاقد پوشش گیاهی می شود که خود عاملی برای مستعد ساختن آن برای فرسایش بادی و تولید گرد وغبار است (روحی پور، ۱۳۷۹).

شوری خاک یکی از مهمترین مسائل جهانی در مناطق خشک و نیمه خشک است که بر امنیت غذایی، تولید کشاورزی و پایداری زیست محیطی تأثیر می گذارد **(Haj-Amor, et al., 2022)**. تقریباً در حدود ۹۵۲ میلیون هکتار خاک در مقیاس جهانی متاثر از شوری است که حدود ۳۳ درصد از پتانسیل زمین های قابل کشت را تحت تاثیر قرارداده **(Aydoğdu et al.,2020)**. بر اساس

آخرین اطلاعات موجود، مساحت اراضی دارای خاکهای با درجات مختلف شوری در ایران ۵۵/۶ میلیون هکتار (حدود ۳۴ درصد مساحت کل کشور) برآورد می شود که اکثر آنها در دشتهای ساحلی جنوب، فلات مرکزی و دشت خوزستان پراکنده شده اند (**Roozitalab et al., 2018**). از کل ۱۸ میلیون هکتار اراضی تحت کشت کشور، درحدود ۷ میلیون هکتار با درجات مختلف متاثر از شوری و یا بیشتر شور و قلیائی می باشند (**Moameni, 2011).**. در شرایط تنش شوری رشد گیاه به دلیل پدیده اسمزی ناشی از غلظت بالای نمک های محلول ؛ سمیت یونی و بسیاری از عوامل دیگر که لازم نیست در این مقوله ذکر شود کاهش می یابد. بر خلاف گسترش زیاد خاکهای شور در کشور، اطلاعات زیادی در مورد خاکهای شورسدیمی و خاکهای سدیمی در دسترس نیست. (**Abrol et al., 1988**). به همین دلیل عموما شوری و سدیمی بودن خاک در مقایسه با سدیمی بودن مشکل مهمتری در نظر گرفته میشود. بسیاری از کانون های گرد و غبار در خوزستان به ویژه در ناحیه شرق و جنوب اهواز دارای خاک های شور و سدیمی هستند. این سری از خاک ها به علت عدم پوشش گیاهی و پراکندگی ذرات؛ یکی از منابع مهم تولید گرد و غبار در اثر رخداد طوفان های بیش از استانه فرسایش به شمار می روند. عرصه هائی که دارای این نوع خاک هستند به سبب شوری و سدیمی بسیار زیاد غیر قابل کشت بوده و تثبیت انها با روشهای متعارف امکان پذیر نیست. برای بهبود کیفیت خاک‌های شور و قلیایی در روشهای سنتی از عملیات آبیاری و زهکشی، عملیات زراعی اصلاح خاک و روش‌های بیولوژیکی بهره می برند. این روش ها در مقیاس جنگلکاری برای عرصه های منابع طبیعی و مهار فرسایش بادی به سبب هزینه های گزاف و نبودن آب کافی امکان پذیر نمی باشد.. بررسی تاثیر اندازه فیلترهای شنی و سنگریزه ای در جلوگیری از نفوذ شوری از محیط اطراف به بستر کاشت از هدف های دیگر این پژوهش بوده است. بستر کاشت نهال ها از منابع خاک شیرین مناطق قرضه حاشیه رودخانه کارون انتخاب گردید.

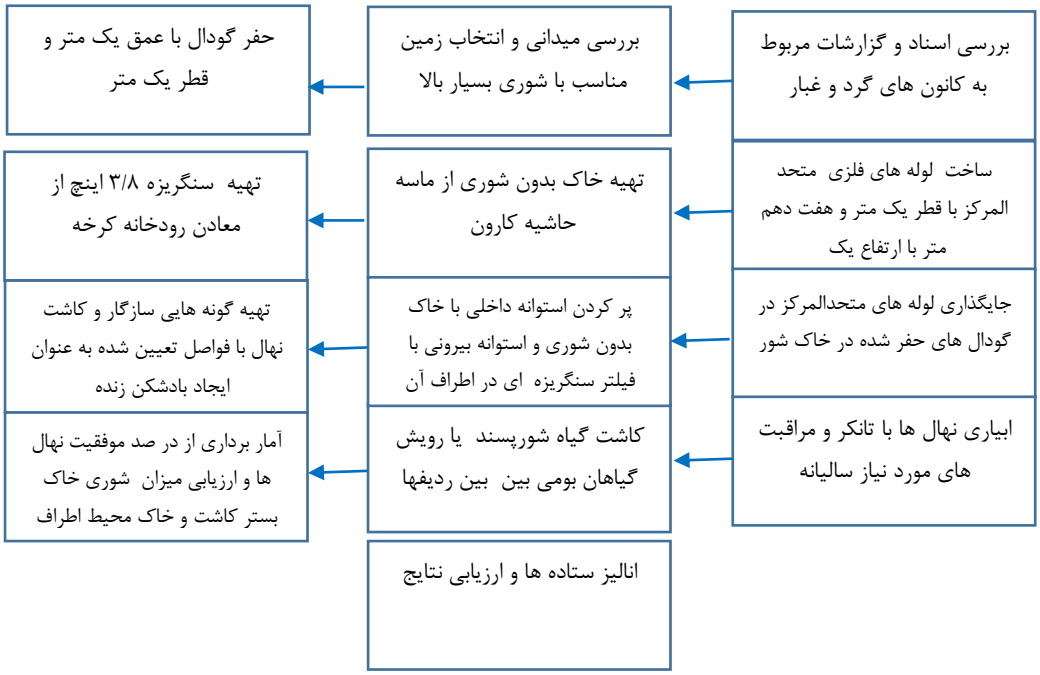
مواد و روش‌ها

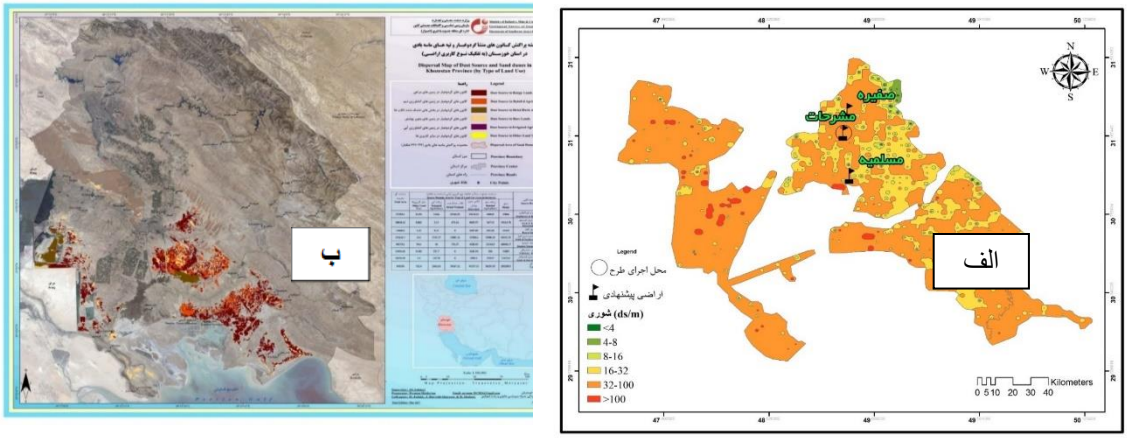
در طراحی این پژوهش برای جلوگیری و یا محدود نمودن نفوذ شوری از محیط اطراف خاک شور به محل استقرار نهال از دو نوع ساز و کار که در فیزیک خاک اهمیت زیادی دارد و در چکیده از ان نام برده شد استفاده شده است: الف - محدود نمودن خیزش موئینه ای (**Capillary rise**) برای جلوگیری از نفوذ آب شور زیر زمینی به ناحیه ریزوسفر گیاه با قرار دادن فیلتر سنگریزه با اندازه های محاسبه شده در کف گودال و ب- استفاده از مکش خاک نسبت به آب (**Soil Suction**) که در خاک های با بافت متفاوت میزان آن تغییر می نماید. مراحل انجام کار که در یک طرح پایلوت ۲ هکتاری در منطقه مشرحات اهواز اجرا شد در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- مراحل گام به گام اجرای پژوهش

انتخاب زمین مناسب برای اجرای طرح

شکل۱(ب) نشاندهنده کلیه کانون های گرد و غبار خوزستان در انواع کاربری های مختلف شامل اراضی مرتعی؛ اراضی دیم؛ اراضی بدون پوشش و رها شده است. شکل ۱ (الف). نشان دهنده خاکهای شور خوزستان است که قسمت اعظم انها را خاک های شور و شور سدیمی تشکیل می دهد. از سه ناحیه مطلوب برای این طرح که شامل اراضی صفیره، مشرحات و مسلمیه در جنوب شرق اهواز بود ناحیه مشرحات مشرحات به سبب نزدیکی به جاده اسفالته جهت اجرای طرح انتخاب شد (شکل ۱ الف). این ناحیه دارای مشکل شوری و سدیمی شدیدی است و فاقد پوشش گیاهی بود نمونه های خاک تهیه شده از آن نشان





میانگین ۷۰شوری dS/m و نسبت جذب سدیم در حدود ۴۰ محاسبه شد که در کلاس شوری و قلیائیت شدید طبقه بندی می شوند

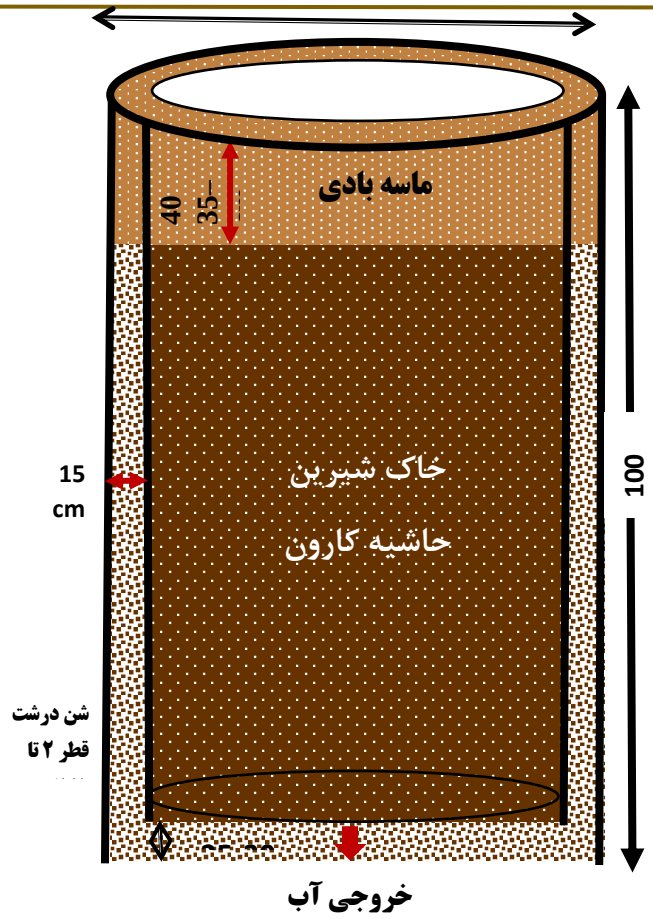
شکل ۱- (الف) نقشه پراکنش کانون های گرد و غبار و تپه های ماسه بادی (منبع سازمان زمین شناسی کشور) و (ب) نقشه خاک های شور خوزستان و محل انتخاب ناحیه مشرحات برای اجرای طرح

برای براورد اندازه ذرات سنگریزه ای که دارای کمترین صعود کاپیلاری برای ایجاد فیلتر در اطراف محل کاشت نهال مناسب باشد علاوه بر ازمایش هائی که توسط Rouhipour, and Kashki, (2013) و روحی پور ؛ ۱۳۷۲ روی انواع ذرات ماسه بادی انجام گرفته بود؛ از جدول ۲ که توسط Fetter, 1994 تهیه شده استفاده شد.

جدول ۲- ارتفاع خیز مویینه ای در ذرات با قطر های مختلف (Fetter, 1994)

Sediment	Uniform Grain Diameter (cm)	Pore Radius (cm)	Capillary Rise (cm)
Fine silt	0.0008	0.0002	750
Coarse silt	0.0025	0.0005	300
Very fine sand	0.0075	0.0015	100
Fine sand	0.0150	0.003	50
Medium sand	0.0	0.006	25
Coarse sand	0.0	0.010	15
Very coarse sand	0.2	0.040	4
Fine gravel	0.5	0.100	1.5

همان گونه که در جدول۲ مشاهده می شود شن درشت با قطر ۰/۲ سانتیمتر و سنگریزه های با قطر ۰/۵ سانتیمتر دارای صعود کاپیلاری به ترتیب ۴ و ۱/۵ سانتیمتر هستند که برای تعبیه فیلتر سنگریزه ای و جلوگیری یا محدود ساختن نفوذ اب شور زیر



زمینی به بستر کاشت گیاه استفاده شد. در این طرح برای بالا بردن درجه اطمینان بیشتر؛ عمق فیلتر سنگریزه ای در کف گودال کشت ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد.

شکل ۲- طراحی اولیه چاله و لوله های تعبیه شده برای پر کردن خاک شیرین و شن درشت یا سنگریزه (Fine gravel)

شکل ۳- (الف) نصب فیلتر سنگریزه ای و لوله استوانه ای در عرصه (ب) نصب اولیه شبیه سازی فیزیکی بدون کاشت در ازمایشگاه

نتایج و بحث

نتایج آزمایشگاهی از تعداد ۴ نمونه که ازخاک منطقه منتخب برداشت شد نشان داد که این خاکها در گروه خاکهای شور و سدیمی طبقه بندی می شوند (جدول۳). از نظر بافت، خاک منطقه در کلاس لوم رسی(clay loam) قرار دارد. همان گونه که در جدول۳ مشاهده می شود شوری خاکها بین ۷۵ تا ۱۴۷ دسی زیمنس بر متر (dS/m) متغیر بوده که از نظر طبقه بندی شوری بسیار زیاد است. به طور معمول بر اساس طبقه بندی کلاسیک اغلب گیاهان زراعی تا شوری ۴ را تحمل می کنند. در حالی که تحت شرایط شوری زیاد اغلب این اراضی یا بدون پوشش گیاهی هستند و یا پس از بارندگی و کاهش نسبی شوری بعضی اوقات تنها گیاهانی خاصی (شورپسند) مانند گز، سالیکورنیا، هالکنموم، آتریپلکس، اشنان توان رویش محدودی دارند. از نظر سدیمی نیز، مقدار شاخص SAR بیش از ۱۵ است که نشان دهنده سدیم بالا در این خاکهاست.

جدول ۳- برخی از خصوصیات مورد نیاز این پژوهش در ناحیه مشرحات در شرق اهواز

شماره نمونه	عمق(سانتیمتر)	مقدار رس %	مقدار سیلت %	مقدار شن %	EC (dS/m)	pH	SAR
۱	۰-۵۰	۳۴	۴۱	۲۵	۸۳	۷/۶۵	۳۱
	۵۰-۱۰۰	۴۱	۳۹	۲۰	۷۵	۷/۸۵	۲۴
۲	۰-۵۰	۳۸	۳۴	۲۸	۱۴۷	۷/۳۴	۳۶
	۵۰-۱۰۰	۳۶	۳۵	۲۹	۷۵	۷/۴۹	۱۹
۳	۰-۵۰	۳۵	۴۲	۲۳	۱۳۶	۷/۵۲	۲۸
	۵۰-۱۰۰	۳۷	۳۹	۲۴	۸۴	۷/۷۵	۱۴
۴	۰-۵۰	۴۴	۴۱	۱۵	۱۱۷	۷/۶۳	۳۸
	۵۰-۱۰۰	۳۳	۳۸	۲۹	۸۲	۷/۷۲	۲۷

برخی خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک قرضه آبرفتی برای بستر کاشت نهال

خاک قرضه مورد استفاده برای بستر رشد نهالها از معادن استخراج رسوبات آبرفتی رود کارون تهیه شد که در کلاس شن لومی قرار دارد و کلاس شوری آن کم تا متوسط و از نظر سدیمی در کلاس مناسب قراردارد (جدول۴). مقدار شن در حدود ۸۵ درصد و میزان رس و سیلت به ترتیب ۷ و ۸ درصد است.را شامل میشود. خاک مذکور از نظر کلاس بافتی سبک محسوب می شود و برای بستر کاشت درخت در جنگلکاری و یا پر کردن کیسه های پلاستیکی تهیه نهال در منابع طبیعی برای کاشت در اراضی افتاده و تثبیت بستر برا ی مقابله با بیابانزائی استفاده می شود.

جدول۴ - بافت خاک قرضه مورد استفاده از حاشیه کارون برای بستر رشد نهال ها

٪ رس	٪ سیلت	٪ماسه	EC- dS/m	pH	SAR
۸	۷	۸۵	۲/۷	۷/۴۷	۳

پایش شوری و سدیمی بودن خاک بستر کشت

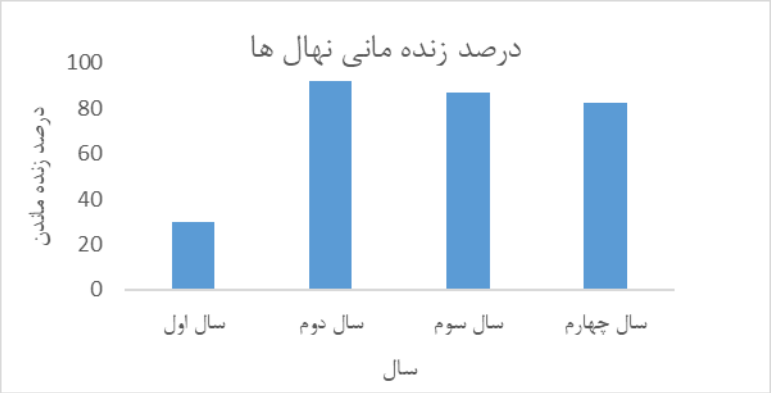
سالانه در دو نوبت از خاک داخل چاله ها (محیط رشد ریشه) یکی در ابتدای فصل رشد و دیگری درطول فصل رشد، نمونه برداری صورت گرفته تا وضعیت شوری و سدیمی بودن آن بررسی شود. نتایج نشان داد که مقدار شوری و سدیم در خاک داخل چاله ها در وضعیت قابل قبول و مناسبی قرار دارند (جدول ۵) و محدودیتی برای رشد گیاه ایجاد نمیکند. علت پایین بودن شوری و سدیم در خاک داخل چاله ها به دلیل وجود فیلتر شنی در اطراف (اختلاف مکش) و قسمت پایین چاله ها، به سبب جلوگیری از صعود مویینه آبهای شور سفره زیرزمینی بوده. بهر حال وجود بارش زمستانه و ابیاری در فصل خشک که نمک های اضافی را شستشو می دهد در کاهش شوری موثر بوده است (جدول۵) .

جدول۵ - مقدار شوری و سدیم خاک بستر رشد گیاه در طول سالهای اجرای طرح

سال	عمق(سانتیمتر)	EC (dS/m)	pH	SAR
۱۴۰۰	۰-۳۰	۲/۰۸	۷/۷۶	۴
	۳۰-۶۰	۱/۶۹	۷/۴۶	۵/۵
۱۴۰۱	۰-۳۰	۱/۵۱	۶/۹۵	۳/۸
	۳۰-۶۰	۱/۰۱	۷/۳۷	۴/۶
۱۴۰۲	۰-۳۰	۱/۷۸	۷/۶۴	۵/۲
	۳۰-۶۰	۲/۲۱	۷/۵۹	۴/۸
۱۴۰۳	۰-۳۰	۳۴,۱	۷/۱۶	۵/۱
	۳۰-۶۰	۲/۲۵	۷/۸۳	۴/۳

زنده ماندنی نهال‌ها در طول سالهای اجرای طرح

درصد زنده ماندنی نهال ها و وضعیت پژمردگی در انتهای هر سال مورد بررسی قرار می گرفت (جدول ۵). درصد زنده ماندنی در سال اول به علت دیر رسیدن اعتبار و تاخیر در کاشت نابهنگام فصلی بسیار کم بود (حدود ۳۰ درصد) زیرا بهترین زمان کشت نهال در منطقه مورد مطالعه از اوایل آذر ماه تا دی ماه است. در سال دوم، درصد زنده ماندنی در حدود ۹۲ درصد بود و در سال سوم و چهارم به ترتیب ۸۷ و ۸۲ درصد امار برداری شد. به طور کلی از ۱۴۴ اصله نهال کاشته شده در ابتدای سال ۱۴۰۳ تعداد ۱۱۸ نهال کاملا زنده و سبز بودند. از نظر نوع گونه گیاه، از تعداد ۸۰ نهال آکاسیا تعداد ۷۵ اصله؛ با درصد زنده ماندنی۹۳ درصد به رشد ادامه دادند. از ۵۰ اصله نهال کهور تعداد ۴۱ عدد در باقی ماند (درصد زنده ماندنی۸۲ درصد). از گونه کنکوکارپوس که از مانگروها بوده و در ده اخیر در منطقه کشت می شود از ۱۴ اصله تنها دو نهال باقی ماند که نشانه عدم موفقیت این گونه در شرایط کم ابی در این ناحیه بود (درصد زنده ماندنی ۱۴ درصد).



شکل۴- در صد کل زنده مانی نهال های کاشته شده (همه گونه ها) در سال های اجرای طرح

نتیجه‌گیری

استفاده از فیلتر سنگریزه ای در اطراف بستر کاشت و زیر ناحیه ریزوسفر درختان کاشته شده؛ از شور شدن مجدد خاک پس ازچهار سال متوالی نشان از موفقیت روش ابداعی در محدود نمودن نفوذ صعود کاپیلاری از ابهای شور زیر زمینی و همچنین از محیط شوراطراف به سبب اختلاف مکش در حالت غیر اشباع داشت. از میان چندین گونه درختان کشت شده؛ گونه اکاسیا از نوع Acacia sclerosperma و کهور Prosopis spicigera نسبت به دو گونه دیگر موفقیت بیشتری داشتند. شکل های زیر برای اطلاعات بیشتر از روش ابداعی:

خاک شور و سدیمی بدون پوشش قبل از کاشت

ایجاد پوشش با استفاده از فیلتر سنگریزه ای

بازدیداز عرصه کاشت در هیجدهمین کنگره خاک

ردیف کاشت اکاسیا اسکلروسپرما

تشکر و قدردانی

نویسنده اول و دوم از ستاد توسعه اقتصاد دانش بنیان؛ آب، اقلیم و محیط زیست فناوری های ریاست جمهوری که پشتیبان مالی این پروژه را به عهده داشتند صمیمانه تشکر می شود.

منابع

روحی‌پور، حسن (۱۳۷۳). تعیین ارتفاع بحرانی تپه های شنی خوزستان.بر اساس موسانات رطوبت در فصول مختلف سال. نشریه شماره۱۱۲ ؛ انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

Abrol, I. P., Yadav, J. S. P., & Massoud, F. I. (1988). Salt-affected soils and their management. Food & Agriculture Org.FAO soils bulletin. - No 39. Soil resources, management and conservation service. FAO land and water development division.

Asian Development Bank (ADB. (2005). Regional master plan for the prevention and control of dust and sand storm in Northeast Asia.

Aydoğdu, M.H.; Sevinç, M.R.; Cançelik, M.; Doğan, H.P.; Şahin, Z. (2020). Determination of Farmers' Willingness to Pay for Sustainable Agricultural Land Use in the GAP-Harran Plain of Turkey. Land, 9, 261.

Haj-Amor, Z.; Araya, T.; Kim, D.-G.; Bouri, S.; Lee, J.; Ghiloufi, W.; Yang, Y.; Kang, H.; Jhariya, M.K.

Fetter, C.W. (1994). Applied Hydrogeology. 3rd Edition, Macmillan College Publishing Company, New York.

Moameni, A. (2011). Geographical distribution and salinity levels of soil resources of Iran. Iranian Journal of Soil Research (formerly Soil and Water Sciences), 24(3 (special issues)), 203-215. (In Farsi) Roozitalab, M. H., Siadat, H., & Farshad, A. (Eds.). (2018). The soils of Iran. Spr

nger.

Moameni, A. (2011). Geographical distribution and salinity levels of soil resources of Iran. Iranian Journal of Soil Research (formerly Soil and Water Sciences), 24(3 (special issues)), 203-215. (In Farsi)

Roozitalab, M. H., Siadat, H., & Farshad, A. (Eds.). (2018). The soils of Iran. Springer.

Rouhipour, H. and Kashki M.T., (2013). Sand moisture content and water balance change in bare and vegetated dune systems of Iran. The 2nd WASWAC World Conference; THE threats to land and water resources in the 21st century: prevention, mitigation and restoration. Thailand

A novel method for the rehabilitation of highly saline and sodic soil in the uncultivable lands at the source of the dust storm

Rouhipour[1], Hassan , Landy, Ahmad[2] Ghafari, Haydar[3]
1-Research Institute of forests and Rangelands- desert Division
2- University of Shahid Chamran
3- University of Shahid Chamran

Abstract

The process of dust and sand storms due to wind erosion in arid and semi-arid regions is one of the most important environmental crises, creating various damages to ecosystems. Soil salinity and sodicity are dynamic characteristics of soils in these regions, resulting from low precipitation, high groundwater levels, and geological formations. The high salinity and alkalinity leave these lands without any vegetation cover, making them susceptible to wind erosion and dust storm production. The application of a gravel filter is a promising alternative to recover salt-degraded soils. However, in areas where the main source of salinity comes from the groundwater, it is also necessary to restrict the capillary rise of salts by means of a barrier. We know that conventional direct planting of trees or shrubs in highly saline and sodic soil is not feasible. This novel method has proven particularly successful in rehabilitating soils where the primary source of salinity is groundwater. The design of this study is based on two important physical mechanisms: capillary rise and soil suction. In the project area, a series of pits were excavated, and two concentric pipes having diameters of one meter and 0.7 meters were installed to create space for the gravel filter and non-saline soil for the main planting. The results from four consecutive years of experimentation indicate the success of this method. In terms of planting different species, a very high survival rate of up to 92% is achieved using this method.

Keywords: Saline and sodic soils; gravel filter; living windbreak; wind erosion; dust source stabilization