مجله علمی‌پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان

دورهٔ ۱۲، شمارهٔ ۴ (پیاپی ۴۱)، زمستان ۱۴۰۲، صفحه ۴۹ـ۵۸

مقاله پژوهشی

ارزیابی پروژه‌های مدیریتی و احیایی بیابان‌زدایی در دشت یزد–اردکان

ناصر راشکی،[۱] حسن خسروی،[۲*] غلامرضا زهتابیان،[۳] اسماعیل حیدری علمدارلو[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۸ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۸**

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر پروژه‌های مدیریتی و احیایی بیابان‌زدایی در بهبود برخی شاخص‌های پایداری خاک و ویژگی‌های پوشش گیاهی است. این مطالعه در ۴ سایت واقع در دشت یزد–اردکان شامل سایت نهال‌کاری، سایت مدیریت هرزآب، سایت مالچ‌پاشی‌شده و سایت قرق انجام شد. در هریک از سایت‌ها شاخص‌های گیاهی مانند درصد تاج‌پوشش، تراکم، زادآوری و شادابی گونهٔ سیاه‌تاغ (*Haloxylon aphyllum*) اندازه‌گیری شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Spss تحلیل آماری انجام شد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از آزمون t مستقل نشان داد که در تمام سایت‌های مطالعاتی ازنظر درصد پوشش گیاهی و تراکم ازنظر آماری در سطح خطای ۱٪ دارای اختلاف معنادارند. همچنین مقایسهٔ میانگین بین تیمارها (سایت‌ها) به روش آزمون دانکن نشان داد که میانگین درصد پوشش گیاهی (۵/۷۲)، تراکم گیاهی (۴/۷۵)، زادآوری (۰/۵۴۲) و شادابی (۶۱/۳۳) به‌عنوان بیشترین میانگین و مربوط به تیمار هرزآب، و میانگین درصد پوشش گیاهی (۱/۶۸)، تراکم گیاهی (۲)، زادآوری (۰/۱۱۱) و شادابی (۱۲/۲۴) به‌عنوان کمترین میانگین و مربوط به تیمار قرق بود. در سایت مدیریت هرزآب به‌دلیل فراهم شدن نفوذپذیری آب و در دسترس قرار گرفتن رطوبت مورد نیاز برای استقرار و توسعهٔ پوشش گیاهی باعث افزایش درصد پوشش و تراکم پوشش گیاهی آن می‌گردد. با توجه به نتایج تحقیق پیشنهاد می‌شود که در پروژه‌های مدیریتی و احیایی بیابان‌زدایی در دشت یزد–اردکان بهترین روش‌ها به‌ترتیب تیمارهای مدیریت هرزآب، مالچ‌پاشی، نهال‌کاری و قرق مد نظر قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: آزمون t، پایداری، پلات، تراکم، قرق، نهال‌کاری.

۱. دانشجو دکتری رشتهٔ مدیریت و کنترل بیابان، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲. استاد، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران؛ hakhosravi@ut.ac.ir

۳. استاد، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۴. محقق پسادکتری، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

DOI: 10.22052/DEEJ.2024.255234.1067

مقدمه

کشور ایران بر روی کمربند خشک جغرافیایی جهان واقع شده، به‌طوری‌که بخش قابل توجهی از مساحت کشور را کویرها و اراضی بیابانی در بر می‌گیرند (زهتابیان و همکاران، ۲۰۰۸). تغییرات اقلیمی و پدیدهٔ خشکسالی در سالیان اخیر نقش مؤثری در افزایش سطح مناطق بیابانی کشور با منشأ داخلی و خارجی داشته است، به‌طوری‌که ۳۰ میلیون هکتار از عرصه‌های طبیعی ایران تحت‌تأثیر فرسایش بادی قرار دارند. کمبود اعتبار برای اجرای طرح های اصلاحی احیایی و توانمندسازی ساکنان مراتع در معرض بیابانی شدن برای مشارکت در اجرای طرح‌ها و مسئولیت‌پذیری در حفاظت از آن‌ها، تغییر کاربری اراضی از چالش‌های منجر به بیابان‌زایی است. ازآنجاکه پدیدهٔ بیابان‌زایی از پیچیدگی بالایی برخوردار است، بررسی روند و تعیین مراحل وقوع آن به‌منظور دستیابی به روش‌های پیشگیری و کنترل و درنهایت مدیریت پایدار مناطق بیابانی‌شده ضروری است (ذوالفقاری و همکاران، ۲۰۲۲). بنابراین امروزه پرداختن به مسئلهٔ بیابان‌زایی و جلوگیری از توسعهٔ آن در حوزهٔ بین‌المللی و ملی به‌عنوان پیش‌زمینهٔ دستیابی به توسعهٔ پایدار مطرح است. در این زمینه ولی و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی ارزیابی طرح بیابان‌زدایی منطقهٔ آران و بیدگل براساس معیار پوشش گیاهی به این نتیجه رسیدند که بهترین قلمرو گسترش و توسعهٔ پروژه‌های تاغ‌کاری در محدودهٔ تپه‌های ماسه‌ای هستند؛ به‌طوری‌که نتایج پایش تغییرات حاکی از افزایش ۹/۶۴ درصدی پوشش گیاهی در منطقهٔ آب‌شیرین‌کن، ۲/۷۳ درصدی در منطقهٔ جادهٔ آران، ۶۲/۲۴ در منطقهٔ فخره و ۴۳/۰۸ درصدی در منطقهٔ ریجن به‌دلیل اجرای طرح بیابان‌زدایی است.

زارع و همکاران (۲۰۲۰) در مهار بیابان‌زایی، عملیات ریپینگ توأم با تاغ‌کاری و تأثیر آن بر ویژگی‌های پوشش گیاهی و خاک منطقهٔ اشنیز میبد بررسی کردند و دریافتند که تأثیر ریپینگ بر تاج‌پوشش، تراکم درختچهٔ تاغ و درصد پوشش گیاهی منطقه در سطح ۱٪ معنی‌دار و بر رطوبت خاک در سطح ۵٪ معنی‌دار است. اجرای عملیات ریپینگ توأم با کاشت تاغ با تراکم ۲۵۰ اصله در هکتار باعث افزایش پوشش گیاهی منطقه به‌میزان ۸۷/۱٪، درصد تاج‌پوشش تاغ به‌میزان ۶۸/۱٪، تراکم تاغ به میزان ۸۳ اصله در هکتار شده است.

سوزا[1] و همکاران (۲۰۲۴) طی تحقیقی در جنگل‌های برزیل برزیل در مورد باززایی پوشش گیاهی بیان داشتند که میزان سطح کربن و نیتروژن و همچنین تنوع و زیست‌تودهٔ لایهٔ احیاکننده، رابطهٔ مثبت و معناداری با پدیدهٔ بیابان‌زایی دارد.

لیو[2] و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی اقدامات کنترل بیابان‌زدایی در چین به این نتیجه رسیدند که با انجام اقدامات بیابان‌زدایی روند رو به گسترش بیابانی شدن وارونه شد، ولی مداخلهٔ مثبت انسان ازجمله جنگل‌کاری، و احیای زمین شنی متحرک، و صرفه‌جویی در مصرف آب، بازگشت اکوسیستم‌های خشک و نیمه‌خشک را به وضعیت متعادل‌تر تسهیل کرده است.

استان یزد با ۱۳ کانون بحرانی فرسایش به وسعت تقریبی ۵۳۲ هزار هکتار و ۱۴ منطقه تحت‌تأثیر فرسایش بادی به وسعت ۱۱۴۴۳۱۱هکتار به‌ترتیب ازنظر وسعت کانون بحرانی در رتبهٔ پنجم بین استان‌های کشور و ازنظر وسعت مناطق تحت‌تأثیر در رتبهٔ سوم قرار دارد. بنابراین به‌منظور تقویت مدیریت در بخش منابع طبیعی و به‌ویژه فعالیت‌های بیابان‌زدایی، ضروری است که تمام پروژه‌های بیابان‌زدایی که دولت برنامه‌ریزی و عملیاتی می‌کند، از جنبه‌های مختلف تجزیه و تحلیل گردد. اجرای پروژه‌های مدیریتی و احیایی بیابان‌زدایی با توجه به وضعیت اکولوژی هر منطقه نه‌تنها باعث بهبود وضعیت پوشش گیاهی می‌گردد، بلکه موجب می‌شود پایداری خاک نیز تقویت شده و از خطرات فرسایش آبی و بادی حفظ گردد. در این خصوص می‌توان از پروژه‌های نهال‌کاری، حفاظت و قرق، مالچ‌پاشی مدیریت هرزآب و مدیریت رواناب نام برد.

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر پروژه‌های مدیریتی و احیایی بیابان‌زدایی در بهبود برخی شاخص‌های پایداری خاک و ویژگی‌های پوشش گیاهی است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

در این مطالعه، ۴ سایت واقع در دشت یزد–اردکان شامل سایت نهال کاری و سایت مدیریت هرز آب در کریدور کانال باد میبد،

1. Souza
2. Lyu

سایت مالچ‌پاشی‌شده در بالادست شهرستان اشکذر و سایت قرق در بالادست شهرستان میبد انتخاب شد.

۱. سایت نهال‌کاری و سایت مدیریت هرز آب در کریدور کانال باد میبد

در این سایت متوسط بارندگی سالیانه در حدود ۶۰ میلی‌متر است. قسمت اعظم محدودهٔ مورد نظر را رسوبات متوسط تا ریزدانهٔ سنگریزه‌دار تشکیل می‌دهد که در سطح رویی آن‌ها به‌دلیل فرسایش مواد ریزدانه توسط آب و باد، یک لایه سنگریزه متوسط تا ریزدانه با قطر کمتر از ۱cm تشکیل شده است. معمولاً به‌دلیل تمرکز و تجمع انواع نمک‌ها در لایه‌های زیرسطحی سنگفرش‌های بیابانی، سخت‌لایهٔ نمکی در عمق‌های ۳۰ تا ۵۰cm به وجود آمده است که مانع از استقرار و رشد گیاهان می‌شود. شبکهٔ نیمه‌متراکمی از آبراهه‌های موازی یا خشکه‌رودها (اوئد) در سطح آن قابل مشاهده است. در داخل بستر خشکه‌رودها که از وضعیت مطلوب‌تری ازنظر زهکشی و آبشویی برخوردار بوده‌اند، می‌توان تنوعی از پوشش گیاهی را مشاهده کرد (اختصاصی و همکاران، ۲۰۱۰).

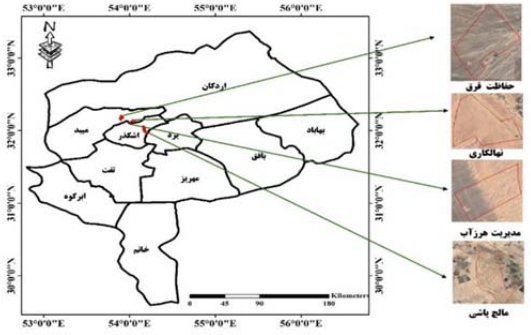
۲. سایت مالچ‌پاشی‌شده در بالادست شهرستان اشکذر

در این سایت متوسط بارندگی سالیانه در حدود ۶۵ میلی‌متر است. دشت اشکذر از دو واحد شمالی و جنوبی تشکیل شده است: واحد شمالی از تشکیلات نئوژن و رسوبات کواترنر تشکیل شده که منطقهٔ فرسایش شدید بادی و آبی است، واحد جنوبی در سمت جنوبی تپه‌های نئوژن از رسوبات دانه‌ریز آبرفتی کواترنر تا رسوبات سیلابی دانه‌درشت و ماسه‌های بادی پر شده است. در این بخش جنوبی، لایه‌های رسوبی رسی و سیلتی تشکیل شده است که نقش معنی‌داری در افت شدید سفرهٔ آب زیرزمینی دارد.

۳. سایت قرق در بالادست شهرستان میبد

این سایت حوزهٔ آبخیز خضرآباد را در بر می‌گیرد. متوسط بارندگی سالانه این منطقه ۷۴ میلی‌متر است. منطقه جزء فلات‌ها و تراس‌های فوقانی با پستی و بلندی کم و بر روی مواد مادری Qt2 تراس‌های کوتاه و جوان و مخروط‌افکنه بوده، و دارای رخسارهٔ ژئومورفولوژی رگ است.

دشت یزد- اردکان هرساله محل برداشت، حمل و رسوب‌گذاری حجم زیادی رسوبات بادی است که خسارات زیادی را به مناطق پایین‌دست در بخش‌های مختلف وارد می‌کند. در این راستا ۴ سایت به‌عنوان ۴ تیمار مختلف برای ارزیابی پروژه‌های مدیریتی و احیایی بیابان در این مناطق مورد بررسی قرار گرفت. پوشش اصلی در هریک از این سایت‌ها گونهٔ سیاه‌تاغ است؛ که در سایت اول نهال‌کاری با این گونه انجام شده و در سایت هرزآب داخل چاله‌های هلالی این گونه کشت شده است. همچنین در سایت مالچ‌پاشی‌شده و سایت قرق نیز این گونه حضور دارد.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی سایت‌های مورد مطالعه

Figure (1): Geographical location of the study sites

روش تحقیق

در هریک از سایت‌ها ۴ ترانسکت به فواصل منظم به‌طوری‌که در مناطق مسطح ترانسکت‌ها به‌صورت موازی و در مناطق شیب‌دار به‌صورت عمود بر هم مستقر شدند، طول ترانسکت‌ها براساس وضعیت منطقهٔ کاشت و وسعت آن تعیین شد. اولین ترانسکت به‌صورت تصادفی و بقیه به موازات یا عمود بر آن براساس وضعیت توپوگرافی منطقه مستقر شدند. تعداد پلات بر روی هر ترانسکت ۱۵ عدد منظور شد (باغستانی میبدی و دشتکیان، ۲۰۱۵). سطح پلات‌ها $10m^2$ منظور شد (محمودی مقدم و همکاران، ۲۰۱۵)) و استقرار پلات‌ها در نقاط تصادفی به این ترتیب بود که طول پلات عمود بر ترانسکت بوده و ترانسکت از وسط پلات عبور کرده است. در هریک از پلات‌ها شاخص‌های گیاهی مانند درصد تاج‌پوشش گونهٔ سیاه‌تاغ، تراکم، زادآوری و شادابی آن‌ها اندازه‌گیری شد. در کنار هریک از سایت‌های اصلی سایتی که هیچ‌گونه عملیات بیولوژیکی در

آن‌ها انجام نشده است، به‌عنوان سایت شاهد در نظر گرفته شد و تمام شاخص‌های گیاهی در آن‌ها به‌تفکیک اندازه‌گیری شد.

نتایج

پس از جمع‌آوری داده‌های پوشش گیاهی برای بررسی وجود اختلاف آماری هریک از شاخص‌های پوشش گیاهی (درصد تاج‌پوشش گیاهی، تراکم، زادآوری و شادابی) در هر سایت با شاهد خود آن سایت از آزمون t مستقل استفاده شد. درنهایت برای بررسی مقایسهٔ میانگین بین سایت‌ها (نهال‌کاری، هرزآب، مالچ‌پاشی‌شده و قرق) ازنظر شاخص‌های گیاهی از روش تجزیهٔ واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن با استفاده از نرم‌افزار Spss استفاده شد (زارع چاهوکی و بی‌همتا، ۲۰۱۵).

نتایج جدول (۱) در مورد درصد پوشش گیاهی در تیمار نهال‌کاری‌شده با تیمار شاهد نشان داد که با توجه به مقدار معناداری برای آزمون لیون که ۰/۴۶ (بزرگ‌تر از ۰/۰۵) است؛ بنابراین واریانس دو گروه باهم برابرند و باید از بخش برابری مقدار معناداری آزمون t تعیین کرد که ۰/۰۰۲ بوده و کمتر از ۰/۰۱ است. ازاین‌رو نتیجه می‌شود که بین درصد پوشش گیاهی دو گروه در سطح معنی‌دار ۱٪ اختلاف وجود دارد و در سایت که نهال‌کاری انجام شده، درصد پوشش بیشتر است.

همچنین در مورد تراکم نیز نتایج نشان داد که بین تراکم گیاهی دو گروه در سطح معنی‌دار ۱٪ اختلاف وجود دارد و در سایت که نهال‌کاری انجام شده، تراکم گیاهی بیشتر است. در مورد صفت زادآوری بین دو گروه اختلاف معنی‌دار وجود دارد، ولی در مورد شادابی نیز بین دو گروه در سطح معنی‌دار ۱٪ اختلاف وجود ندارد. نتایج دربارهٔ درصد پوشش گیاهی در سایت که مدیریت هرزآب (هلالی آبگیر) اجرا شده با سایت شاهد نشان داد که با توجه به مقدار معناداری برای آزمون لیون که ۰/۱۲ (بزرگ‌تر از ۰/۰۵) است؛ بنابراین واریانس دو گروه باهم برابرند و باید از بخش برابری مقدار معناداری آزمون t تعیین کرد که ۰/۰۰۴ بوده و کمتر از ۰/۰۱ است. ازاین‌رو نتیجه می‌شود که بین درصد پوشش گیاهی دو گروه در سطح معنی‌دار ۱ درصد اختلاف وجود دارد و در سایت که هلالی آبگیر اجرا شده، درصد پوشش بیشتر است.

همچنین در مورد تراکم نیز نتایج نشان داد که بین تراکم گیاهی دو گروه در سطح معنادار ۱٪ اختلاف وجود دارد و در سایت که هلالی آبگیر اجرا شده، تراکم گیاهی بیشتر است. در مورد صفت‌های زادآوری و شادابی نیز بین دو گروه اختلاف معنی‌دار وجود دارد و در سایت که هلالی آبگیر اجرا شده، بیشترند.

نتایج دربارهٔ درصد پوشش گیاهی در سایت مالچ‌پاشی‌شده با سایت شاهد نشان داد که با توجه به مقدار معناداری برای آزمون لیون که ۰/۷۸ (بزرگ‌تر از ۰/۰۵) است؛ بنابراین واریانس دو گروه باهم برابرند و باید از بخش برابری مقدار معناداری آزمون t تعیین کرد که ۰/۰۰۰ بوده و کمتر از ۰/۰۱ است. ازاین‌رو نتیجه می‌شود که بین درصد پوشش گیاهی دو گروه در سطح معنی‌دار ۱٪ اختلاف وجود دارد و در سایت که مالچ‌پاشی‌شده درصد پوشش بیشتر است.

همچنین در مورد تراکم نیز نتایج نشان داد که بین تراکم گیاهی دو گروه در سطح معنی‌دار ۱٪ اختلاف وجود دارد و در سایت که مالچ پاشی شده، تراکم گیاهی بیشتر است. در مورد صفت زادآوری و شادابی نیز بین دو گروه اختلاف معنی‌دار وجود دارد. نتایج دربارهٔ درصد پوشش گیاهی در سایت قرق‌شده با سایت شاهد (غیرقرق) نشان داد که با توجه به مقدار معناداری برای آزمون لیون که ۰/۰۰۳ (کوچک‌تر از ۰/۰۵) است؛ بنابراین واریانس دو گروه باهم برابر نیستند و باید از بخش نابرابری مقدار معناداری آزمون t تعیین کرد که ۰/۰۰۸ بوده و کمتر از ۰/۰۱ است. ازاین‌رو نتیجه می‌شود که بین درصد پوشش گیاهی دو گروه در سطح معنی‌دار ۱٪ اختلاف وجود دارد و در سایت که قرق انجام شده، درصد پوشش بیشتر است.

همچنین در مورد تراکم نیز نتایج نشان داد که بین تراکم گیاهی دو گروه در سطح معنی‌دار ۱٪ اختلاف وجود دارد و در سایت که قرق انجام شده، تراکم گیاهی بیشتر است. در مورد صفت زادآوری بین دو گروه اختلاف معنی‌دار وجود ندارد، ولی در مورد شادابی نیز بین دو گروه در سطح معنی‌دار ۱٪ اختلاف وجود دارد و در سایت که قرق انجام شده، شادابی بیشتر است.

جدول (۱): نتایج آزمون t مستقل در تیمارهای مختلف و شاهد

Table (1): Results of independent t test in different treatments and control

تیمار	صفات گیاهی	Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
نهال‌کاری	درصد پوشش	واریانس‌ها	F	sig	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
		برابری	۰/۶۱	۰/۴۶	۵/۰۰۴	۶	۰/۰۰۲	۳/۲۲	۰/۶۵	۱/۶۸	۴/۹۰
		نابرابری			۵/۰۰۴	۵/۹	۰/۰۰۲	۳/۲۲	۰/۶۵	۱/۶۸	۴/۹۰
	تراکم	برابری	۰	۱	۵/۶۵	۶	۰/۰۰۱	۲	۰/۳۵	۱/۱۳	۲/۸۶
		نابرابری			۵/۶۵	۶	۰/۰۰۱	۲	۰/۳۵	۱/۱۳	۲/۸۶
	زادآوری	برابری	۲/۴۵	۰/۱۶	۰/۹۲	۶	۰/۰۰۹	۰/۵	۰/۵۴	-۰/۸۲	۰/۳۶
		نابرابری			۰/۹۲	۴/۵	۰/۴۰	۰/۵	۰/۵۴	-۰/۹۳	۱/۸۲
	شادابی	برابری	۶/۴۲	۰/۰۴۴	۰/۷۱	۶	۰/۵۰	۶/۶	۹/۱۹	-۱۵/۹	۲۹/۱۰
		نابرابری			۰/۷۱	۳/۰۷	۰/۵۲	۶/۶	۹/۱۹	-۲۲/۲	۳۵/۴۷
تیمار	صفات گیاهی	Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
هرزآب	درصد پوشش	واریانس‌ها	F	sig	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
		برابری	۳/۱۵	۰/۱۲	۴/۶۲	۶	۰/۰۰۴	۴/۴۲	۰/۹۵	۲/۰۷	۶/۷۶
		نابرابری			۴/۶۲	۳/۶	۰/۰۱۲	۴/۴۲	۰/۹۵	۱/۶۶	۷/۱۷
	تراکم	برابری	۷/۰۴	۰/۱۷	۵/۴۱	۶	۰/۰۰۲	۳/۷۵	۰/۶۹	۲/۰۵	۵/۴۴
		نابرابری			۵/۴۱	۵/۹	۰/۰۰۲	۳/۷۵	۰/۶۹	۲/۰۵	۵/۴۴
	زادآوری	برابری	۱۳/۳۶	۰/۱۱	۱/۸۹	۶	۰/۰۰۷	۱/۵	۰/۷۹	-۰/۴۳	۳/۴۳
		نابرابری			۱/۸۹	۳/۶	۰/۱۳۷	۱/۵	۰/۷۹	-۰/۷۷	۳/۷۷
	شادابی	برابری	۸/۰۶	۰/۰۹	۳/۸۸	۶	۰/۰۸	۴۷/۷۸	۱۲/۵۶	۱۸/۰۳	۷۹/۵۲
		نابرابری			۳/۸۸	۳/۰۱	۰/۰۳	۴۷/۷۸	۱۲/۵۶	۸/۸۸	۸۸/۶۷
تیمار	صفات گیاهی	Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
مالچ پاشی	درصد پوشش	واریانس‌ها	F	sig	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
		برابری	۰/۰۸	۰/۷۸	۱۳/۳۶	۶	۰	۵/۴۱	۰/۴۰	۴/۴۲	۶/۴۰
		نابرابری			۱۳/۳۶	۵/۹	۰	۵/۴۱	۰/۴۰	۴/۴۲	۶/۴۰
	تراکم	برابری	۰/۱۵	۰/۷۰	۵/۷۴	۶	۰/۰۰۱	۲/۷۵	۰/۴۷	۱/۵۷	۳/۹۲
		نابرابری			۵/۷۴	۴/۹	۰/۰۰۲	۲/۷۵	۰/۴۷	۱/۵۱	۳/۹۸
	زادآوری	برابری	۰/۰۱	۰/۹۰	۰	۶	۰/۰۰۴	۰	۰/۳۵	-۰/۸۶	۰/۸۶
		نابرابری			۰	۶	۰/۰۰۶	۰	۰/۳۵	-۰/۸۶	۰/۸۶
	شادابی	برابری	۵/۴۴	۰/۰۵	۲۰/۲۴	۶	۰	۲۰/۶۴	۱/۰۱	۱۸/۱۵	۲۳/۱۴
		نابرابری			۲۰/۲۴	۳/۱۴	۰	۲۰/۶۴	۱/۰۱	۱۷/۴۸	۲۳/۸۰
تیمار	صفات گیاهی	Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
قرق	درصد پوشش	واریانس‌ها	F	sig	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
		برابری	۲۲/۹۸	۰/۰۰۳	۶/۲۱	۶	۰/۰۰۱	۱/۶۸	۰/۲۷	۱/۰۲	۲/۳۵
		نابرابری			۶/۲۱	۳	۰/۰۰۸	۱/۶۸	۰/۲۷	۰/۸۲	۲/۵۵
	تراکم	برابری	۱۲	۰/۰۱۳	۵/۴۲	۶	۰/۰۰۲	۳/۵	۰/۶۴	۱/۹۲	۵/۰۷
		نابرابری			۵/۴۲	۳	۰/۰۱۲	۳/۵	۰/۶۴	۱/۴۴	۵/۵۵
	زادآوری	برابری	۹	۰/۰۲۴	-۱	۶	۰/۳۵	-۲/۵	۰/۲۵	-۰/۸۶	۰/۳۶
		نابرابری			-۱	۳	۰/۳۹	-۲/۵	۰/۲۵	-۱/۰۴	۰/۵۴
	شادابی	برابری	۹	۰/۰۲۴	۱۹۹	۶	۰	۳۹/۸	۰/۲۰	۳۹/۳	۴۰/۲
		نابرابری			۱۹۹	۳	۰	۳۹/۸	۰/۲۰	۳۹/۱	۴۰/۴

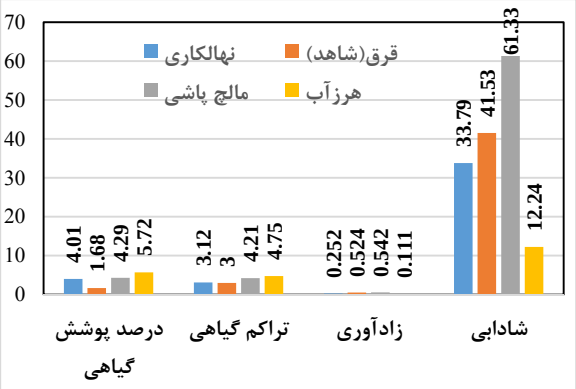
نتایج جدول (۲) و شکل (۲) مقایسهٔ میانگین به روش آزمون دانکن در تیمارهای مختلف را نشان داده است که ازنظر درصد پوشش گیاهی تیمار هرزآب، مالچ‌پاشی نسبت به هم ازنظر آماری فاقد اختلاف معنادار بود ($p>0.05$) ولی تیمار نهال‌کاری، هرزآب، مالچ‌پاشی نسبت به شاهد دارای اختلاف معنادار بود ($P\leq0.05$). بیشترین میانگین درصد پوشش گیاهی مربوط به تیمار هرزآب و کمترین میانگین مربوط به تیمار شاهد بود.

همچنین ازنظر میزان تراکم گیاهی تیمار مالچ‌پاشی، هرزآب نسبت به هم ازنظر آماری فاقد اختلاف معنادار بود ($p>0.05$) ولی تیمار مالچ‌پاشی، هرزآب، نسبت به شاهد دارای اختلاف معنادار بود ($P\leq0.05$). بیشترین میانگین تراکم گیاهی مربوط به تیمار هرزآب و کمترین میانگین مربوط به تیمار شاهد بود. ازنظر زادآوری تیمار هرزآب، مالچ‌پاشی نسبت به هم ازنظر آماری فاقد اختلاف معنادار بود ($p>0.05$)؛ ولی تمام تیمارها نسبت به شاهد دارای اختلاف معنادار بودند ($P\leq0.05$). بیشترین میانگین مربوط به تیمار هرزآب و کمترین میانگین مربوط به تیمار شاهد بود. ازنظر شادابی تمام تیمار نسبت به هم ازنظر آماری دارای اختلاف معنادار بود ($P\leq0.05$). بیشترین میانگین مربوط به تیمار هرزآب و کمترین میانگین مربوط به تیمار شاهد بود.

جدول (۲): مقایسهٔ میانگین صفات پوشش گیاهی در تیمارهای مختلف

Table (2): Comparison of average vegetation features in different treatments

تیمارها	درصد پوشش گیاهی	تراکم گیاهی	زادآوری	شادابی
نهال‌کاری	۴/۰۱^{b}	۳/۱۲^{b}	۰/۲۵۲^{b}	۳۳/۷۹^{c}
قرق(شاهد)	۱/۶۸^{c}	۳^{b}	۰/۵۲۴^{a}	۴۱/۵۳^{b}
مالچ پاشی	۴/۲۹^{a}	۴/۲۱^{a}	۰/۵۴۲^{a}	۶۱/۳۳^{a}
هرزآب	۵/۷۲^{a}	۴/۷۵^{a}	۰/۱۱۱^{c}	۱۲/۲۴^{d}



شکل (۲): نمودار مقایسهٔ میانگین صفات پوشش گیاهی منطقه در تیمارهای مختلف

Figure (2): Comparison of average vegetation features in different treatments

بحث

در سایت نهال‌کاری‌شده به‌دلیل اینکه اصولاً پروژهٔ نهال‌کاری بر آبیاری نهال‌ها استوار است و این آبیاری در سال کشت معمولاً هشت مرحله دارد و در سال‌های بعد از کشت برای مراقبت و آبیاری سه تا پنج‌ساله که به‌طور متوسط سال اول شش مرحلهٔ آبیاری، سال دوم پنج مرحلهٔ آبیاری، سال سوم چهار مرحلهٔ آبیاری، سال چهارم سه مرحلهٔ آبیاری و سال پنجم دو مرحلهٔ آبیاری خواهد بود، رطوبت، درصد پوشش گیاهی و همچنین تراکم منطقه اجرایی سایت نسبت به منطقه شاهد معنی‌دار خواهد بود؛ ولی زادآوری بین دو منطقه اختلاف معنی‌داری نداشته است که دلیل آن کمبود نزولات جوّی در فصل استقرار بذور و نبود شرایط مناسب برای استقرار بذرها است. در مورد شادابی پوشش گیاهی دو منطقهٔ اجرایی و شاهد می‌توان گفت که پوشش گیاهی منطقهٔ شاهد به‌دلیل عدم حمایت عملیات آبیاری، برای استقرار با ریشه‌دوانی و دسترسی به سفره‌های آب زیرزمینی، خلأ ناشی از کمبود آب را جبران نموده است. ازطرفی پایداری و ثبات این پایه‌ها در برابر بحران‌های ناشی از خشکسالی به‌مراتب بیشتر از منطقهٔ اجرایی نهال‌کاری است؛ لذا پوشش گیاهی منطقه شاهد خلأ کمبود رطوبت مورد نیاز برای دستیابی به شادابی منطقهٔ اجرایی را با ریشه‌دوانی جبران نموده و بدین‌ترتیب اختلاف معنی‌داری درخصوص پوشش گیاهی دو منطقهٔ شاهد و اجرایی در این سایت مشاهده نمی‌شود. این موارد با نتایج محمودی مقدم و

همکاران (۲۰۱۵) نیز مطابقت دارد، بدین گونه که آب قابل دسترس یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ساختار و عملکرد اکوسیستم است، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک که فعالیت‌های بیوفیزیکی، ارتباط تنگاتنگی با آب قابل دسترس دارد.

در سایت مدیریت هرزآب افزایش پوشش گیاهی و همچنین فراهم شدن نفوذپذیری آب و در دسترس قرار گرفتن رطوبت مورد نیاز برای استقرار و توسعهٔ پوشش گیاهی است که این شرایط باعث افزایش رطوبت، تراکم پوشش گیاهی و شادابی آن می‌گردد (رجایی و همکاران، ۲۰۱۳). ازطرفی هرزآب‌های جاری‌شده از بالادست دارای هوموس، بذور گیاهان و خاک غنی از مواد غذایی بوده که براثر فرسایش آبی حمل نموده و در سازه‌های احداث‌شده ته‌نشین می‌نماید؛ بدین‌ترتیب شرایط مناسبی برای استقرار بذرها نسبت به نواحی همجوار فراهم شده و احتمال تلفات و از بین رفتن بذور کاهش می‌یابد. بنابراین به‌لحاظ رطوبت و مواد غذایی در سازه‌های احداث‌شده شرایط مهیا شده و محیطی برای استقرار، رشد، احیا و توسعهٔ پوشش گیاهی فراهم آورده که می‌توان آن را به‌عنوان عملکرد مثبت سایت مدیریت هرزآب به شمار آورد. اگرچه گاهی محدودیت‌های نفوذ آب در سازه‌های احداث‌شده به‌علت لایه‌های رس نفوذناپذیر ناشی از حمل و ته‌نشین شدن رسوبات مشاهده می‌شود، معمولاً وجود هوموس همراه با این نوع رسوبات میزان نفوذپذیری را به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داده و جنبه‌های مثبت اثرات آن بیشتر از جنبه‌های منفی آن است. نتایج این تحقیق با نتایج جعفریان و میرجلیلی (۲۰۱۷) و شهریور و خزایی (۲۰۱۷) که بیان می‌دارند با استفاده از روش‌های ذخیرهٔ نزولات در خاک در مراتع بیابانی، میزان نفوذ آب در خاک بیشتر شده و خصوصیات پوشش گیاهی توسعه یافته‌اند، مطابقت دارد. گرچه میزان نفوذپذیری خاک در سایت هلالی نسبت به سایت شاهد کاهش یافته، هر دو در طبقهٔ نفوذپذیری کمی سریع قرار می‌گیرند (مصداقی، ۱۹۹۸). کاهش نفوذپذیری به‌دلیل رسوب رس در کف فاروهاست که باعث کاهش نفوذپذیری و افزایش تبخیر می‌گردد. مطالعهٔ زارع مهرجردی و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان داد میزان نفوذپذیری آب در منطقهٔ عملیات اصلاحی در سال دوم نسبت به سال اول کمتر شده که مهم‌ترین علت آن، کاهش نفوذپذیری تجمع رسوبات در سطح خاک است.

در سایت مالچ‌پاشی‌شده میزان رطوبت، درصد پوشش، تراکم، شادابی و زادآوری پوشش گیاهی نسبت به منطقهٔ شاهد بیشتر بوده و دلیل آن وجود لایهٔ رطوبتی است که در زیر لایهٔ مالچ‌پاشی در اختیار گیاه یا بذور قرار گرفته و امکان استقرار و رشد آن را فراهم می‌نماید، زیرا میزان ماندگاری رطوبت مورد نظر در زیر لایهٔ مالچ‌پاشی‌شده قابل ملاحظه است. پس از اتمام عملیات مالچ‌پاشی ازطریق شکستن مالچ با کج‌بیل در بخش‌هایی از عرصه، شرایط نفوذ بارش فراهم می‌گردد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات غلامی طبسی و همکاران (۲۰۱۴) که بیان می‌کنند مالچ نفتی ضمن نداشتن اثر سوء بر گیاهان موجب بازگشت طبیعی گونه‌های بومی و بهبود وضعیت پوشش گیاهی و خاک می‌گردد و همچنین نتایج تحقیقات جعفری و همکاران (۲۰۱۸) با موضوع تأثیرگذاری گون‌های دست‌کاشت، تاغ و اسکنبیل بر پوشش گیاهی بومی منطقه، که درصد پوشش بومی در ناحیهٔ مورد تثبیت (مالچ‌پاشی) بیشتر از منطقهٔ شاهد (بدون مالچ) بوده است، همخوانی دارد.

در سایت قرق به‌دلیل اینکه این مناطق هدف کمتر دستخوش تغییرات انسانی قرار می‌گیرد، میزان فرسایش خاک و تخریب اکوسیستم در تمامی ابعاد کمتر است؛ بنابراین رطوبت، تراکم، شادابی و درصد پوشش گیاهی نسبت به منطقه بیشتر خواهد بود و همین افزایش پوشش گیاهی نقش مؤثری در تمرکز و نفوذ رواناب به سفره‌های آب زیر زمینی می‌گردد. ازاین‌رو میزان رطوبت خاک در چنین شرایطی نسبت به منطقهٔ شاهد بیشتر است. نتایج این تحقیق با تحقیقات احمدخانی و همکاران (۲۰۲۰) در مراتع حاشیهٔ دریاچهٔ ارومیه در مورد تأثیر قرق بر شاخص‌های پوشش گیاهی نشان دادند که اعمال قرق باعث افزایش در تراکم و تاج‌پوشش فرم‌های رویشی موجود در منطقه گردیده است، مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

بیابان و بیابان زایی یکی از چالش‌های پیش روی جوامع بشری بوده که در راستای مقابله با آن، پروژه‌های متفاوتی حسب

شرایط و استعداد منطقه عملیاتی می‌گردد. بر این اساس استقرار و توسعه پوشش گیاهی با روش‌های مختلف، ازجمله اقداماتی است که در دهه‌های اخیر برای مقابله با بیابان‌زایی و کاهش خسارت‌های طوفان، در مناطق خشک صورت گرفته است. ازطرفی، بزرگ‌ترین محدودیت موجود در مسیر رشد و توسعهٔ پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، محدودیت دسترسی به آب است. در این مناطق بارندگی، کافی نبوده و اغلب توزیع مناسبی نیز ندارد؛ لذا دستیابی به رطوبت با روش‌های کم‌هزینه نظر به هزینه‌بر بودن پروژه‌های بیابان‌زدایی امری مهم تلقی می‌گردد که لازم است در زمان اجرای پروژه‌ها به‌طور جدی در دستور کار قرار گیرد. بنابراین الگو گرفتن از طبیعت و همسو با آن همراه با انتخاب گونه‌های بومی و سازگار با منطقه از روش‌های مؤثر برای دستیابی به اهداف مذکور است. پروژهٔ مالچ‌پاشی و پروژهٔ نهال‌کاری اگرچه پوشش گیاهی مطلوب و قابل قبولی ایجاد می‌نماید، در پروژهٔ نهال‌کاری، بخش زیادی از هزینه‌های اجرای آن مربوط به خرید آب و حمل آب ازطریق ادوات مکانیکی به محل اجرای پروژه است؛ بنابراین اعتبار اجرایی قابل توجهی مورد نیاز است. پروژهٔ مالچ‌پاشی نیز با توجه به هزینه‌های خرید مالچ و حمل آن از پالایشگاه به محل و هزینهٔ پاشش آن نیز به‌مراتب از پروژهٔ نهال‌کاری بالاتر بوده؛ اگرچه تأثیر این دو پروژه در وضعیت پوشش گیاهی تقریباً مشابه است.

پروژهٔ مدیریت هرزآب یکی از کم‌هزینه‌ترین پروژه‌های اجرایی بوده که در آن از سازه‌های کوچک همچون چاله‌های فلسی‌شکل در امتداد اوئدها در مناطق بیابانی استفاده شده و ضمن جمع‌آوری نزولات آسمانی و تزریق آن به سفرهٔ آب زیرزمینی و جلوگیری از فرایند فرسایش و حمل رسوبات به پایین‌دست و قرار دادن آن در فرایند فرسایش بادی باعث ایجاد پوشش گیاهی مورد نظر و در حد شرایط مناطق بیابانی بوده و به‌نوعی همسو با طبیعت و توان اکولوژیکی طبیعی منطقه است؛ لذا شرایط آسان‌تری برای دستیابی به پوشش گیاهی مورد نظر خواهیم داشت.

پروژهٔ حفاظت و قرق نیز از دیگر پروژه‌ها کم‌هزینه‌تر بوده است. اگرچه پوشش گیاهی ایجادشده کمتر از سه پروژهٔ دیگر بوده، با توجه به هزینه‌هایی که برای اجرای این پروژه عملیاتی می‌گردد، پوشش گیاهی ایجادشده درخور توجه و مناسب است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که در پروژه‌های مدیریتی و احیایی بیابان‌زدایی در دشت یزد–اردکان بهترین روش‌ها به‌ترتیب مدیریت هرزآب، مالچ‌پاشی، نهال‌کاری و قرق باشد.

منابع

1. Ahmadkhani, R. R., Moameri, & Samadi Khaneghae, S. (2020). Structural and Functional Investigation of the vegetation cover of two fields under grazing and under grazing on the edge of Lake Urmia. *Journal of Rangeland*, *14*(2), 299-312. (In Persian).
2. Baghestani Meybodi,N., & Dashtekian, K. (2015). *The plan to recognize the ecological regions of the country, plant types of Yazd province*, Publication number: 455.
3. Ekhtesasi, M., Feiznia, S., & Detlef. B. (2010). Wind erosion, facies and its damages in Yazd-Ardakan plain. *Journal of Natural Resources of Iran* (57), 581-567. (In Persian).
4. Gholami Tabbasi, J.M., Jafari, H., & Azarnivand, Sarparast, M. (2014). Investigating the effect of oil mulching on the vegetation and soil of sand dunes (Samadabad Sarkhes). *Journal of Desert Management*, (4). (In Persian).
5. Jafari, M., Ebrahimi, M., Azarnivand, H., & Madahi, A. (2018). Investigating the impact of various pasture improvement operations on some factors of soil and vegetation (a case study of Sirjan pastures). *Journal of Rangeland*, *3*(3), 371-384. (In Persian).
6. Jafarian, Z., & Mirjalili, A.B. (2017). The effect of furrow meter and pitting in increasing the vegetation cover of pastures (case study of Bulbul pasture in Yazd province). *Journal of Ecohydrology*, *4*(2), 369-377. (In Persian).
7. Lyu, Y., Shi, P., Han, G., Liu, L., Guo, L., Hu, X., & Zhang, G. (2020). Desertification Control Practices in China. *Sustainability*, 12(8), 3258. https://doi.org/10.3390/su12083258.
8. Mahmoodi Moghadam, G.M., Saghari, M., Rostampoor, M., & Chakoshi, B. (2015). The effect of building a crescent-water catchment system on the production of pasture plants and some soil characteristics in dry areas (case study: Steppe pastures of Sarbisheh city). *Journal of Rangeland*, *9*(1), 66-75. (In Persian).
9. Mesdaghi, M. (1998). *Ranemanagement in Iran*. third edition. Tehran University Press, 215 pp.

10. Rajaei, S.H., Esmaeli, K., Abbasi., A., & Zeaei, A., 2013. Investigating changes in soil surface permeability in flood distribution networks. *Iran Irrigation and Drainage Journal*, 1(7), 121-114. (In Persian).
11. Souza, S., Ramos, M., Maciel, M., Cunha, S., Souza, J., & Lopes, S. (2024). Vegetation cover and regeneration as predictors of desertification process in dry forest in Brazil. *Land Degradation & Development*, https://doi: 10.22541/au.171283098.89154372/v1.
12. Shahrivar, A., & Khazaei, M. (2017). Evaluation of the integration of mechanical and biological methods in reducing runoff, sedimentation, increasing humidity and vegetation (case study: Margon region of Kohgiluyeh and Boyer Ahmad provinces). *Journal of Rangeland*, *11*(1), 16-26. (In Persian).
13. Valli, A., Musavi, S.H., & Zarepour, M. (2018). Evaluation of the desertification plan of Aran and Bidgol region based on vegetation criteria. *Scientific Research Journal of Desert Ecosystem Engineering, Kashan University*, *7*(19), 63. (In Persian).
14. Zare Chahooki, M., & Bihamta, M. (2015). *Principles of Statistics in Natural Resources Sciences*. University of Tehran.
15. Zare Mehrjerdi, M., Mahdian, M., & Barkhordari, J. (2012). Investigating the effect of flood spreading on soil permeability in Sarchahan flood spreading station, Hormozgan province. *Journal of Iran watershed science and engineering*, *7*(20), 8-1. (In Persian).
16. Zare, A., Hakimzadeh, M., & Karimean. A. (2020). Evaluation of ripping operation with tagging and its effect on vegetation and soil characteristics of Ashniz Meybod region. *Desert Ecosystem Engineering Journal*, *9*(28), 45-30. (In Persian).
17. Zehtabian, Gh., Ahmadi, H., & Azadnia, F. (2008). Investigation of water and soil criteria in the desertification of Ainkhosh region of Dehlran (Aboghavir plain). *Journal of Pejouhesh and Sazandegi* (81). (In Persian).
18. Zehtabian, Gh., Khosravi, H., & Masoudi, M. (2013). *Desertification assessment models (Criteria and Indicators)*. First volume. Tehran University Press.
19. Zolfaghari, F., Azarnivand, H., Khosravi, H., Zehtabian, GH., & Khalighi Sigaroudi, SH. (2022). Monitoring the severity of degradation and desertification by remote sensing (case study: Hamoun International Wetland). *Frontiers in Environmental Science*. https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.902687.

Investigating Desertification Management and Rehabilitation Projects in Yazd-Ardakan Plain

Naser Rashki,[1] Hassan Khosravi,[2*] Gholamreza Zehtabian,[3] Esmail Heydari Alamdarloo[4]

Received: 29/07/2024 Accepted: 13/08/2024

Extended Abstract

Introduction: The phenomenon of desertification has always been considered as one of the most important challenges facing Iran, which has been aggravated by human and climatic factors in recent years. Therefore, it is necessary to implement anti-desertification plans and projects set through the Development planning to curb desertification and restore and improve degraded lands. In this regard, the severity of the phenomenon can be decreased by applying appropriate management solutions and methods and preventing its expansion and progress. Implementing anti-desertification management and rehabilitation projects according to the ecological conditions of each region improves the condition of the vegetation, strengthens the soil stability, and protects the soil from the risks of water and wind erosion. Therefore, analyzing different aspects of the anti-desertification projects which are planned and carried out by the government is required for improving management in the natural resources sector. One such measure can be the restoration of desert pastures with regard to unfavorable climatic conditions. Thus, this study set out to investigate the influence of anti-desertification management and restoration projects in improving soil stability indicators and vegetation characteristics.

Materials and methods: This study was conducted in four sites located in the Yazd-Ardakan plain, including the seedling site, the water weed management site, the mulched site, and the enclosure site. The main species investigated in each of these sites was *Haloxylon aphyllum*. To this end, four transects were placed in the site at regular intervals. It should be noted that the transects were placed parallel and perpendicular to each other in flat and sloping areas, respectively. The number of plots on each transect was 15 and the area of the plots was 210 cm. Moreover, the index Plant characteristics such as canopy percentage, density, reproduction, and freshness of *Haloxylon aphyllum* species were measured. Finally, after collecting the required data, statistical analysis was performed using the SPSS software.

Results: According to the results of statistical analysis performed via independent t-test, a statistically significant difference was found in the percentage of vegetation and density at the error level of 1% in all investigated sites. Duncan's multiple range test revealed significant differences in mean values among treatments. The treatment associated with herbaz exhibited the highest mean values for vegetation cover (72.5%), plant density (75.4), regeneration (542.0), and vigor (33.61). Conversely, the treatment subjected to enclosure showed the lowest mean values for vegetation cover (68.1%), plant density (2.0), regeneration (111.0), and vigor (24.12).

Conclusion: Compared to the control area, the percentage of vegetation and density of the effective area was significant in the seedling site (where the seedling project is based on seedling irrigation), which is due to the lack of suitable conditions and rainfall in the seed establishment. The wastewater management site demonstrated increased vegetation cover and density due to enhanced water infiltration and readily available moisture, which facilitated plant establishment and growth. Similarly, the mulched site exhibited higher vegetation cover and density compared to the control, attributable to the creation of a subsurface moisture layer beneath the mulch, providing a favorable environment for seed germination and plant development In the enclosure site which is less affected by human changes, the amount of soil erosion and ecosystem destruction is lower than other sites in all dimensions, leading to the higher percentage of vegetation and plant density. The establishment and expansion of vegetation cover through various methods have been implemented in recent decades as a means to combat desertification and mitigate the damages caused by dust storms in arid regions. However, water scarcity poses a significant constraint. Consequently, it is recommended that, in the context of desertification management and rehabilitation projects in the Yazd-Ardakan plain, the most effective approaches be prioritized as follows: runoff water management, mulching, afforestation, and enclosure.

Keywords: Density, Enclosure, Plot, Seedling, Stability, T-test.

1. Ph.D. Student in Desert Management and Control, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Corressponding Author: Professor, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, University of Tehran, Tehran, Iran; EmaiL: hakhosravi@ut.ac.ir
3. Professor, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, University of Tehran, Tehran, Iran
4. Postdoctoral Researcher, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, University of Tehran, Tehran, Iran

DOI: 10.22052/DEEJ.2024.255234.1067