مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران | شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijrdr.2022.128066
جلد ۲۹ شماره ۴، صفحه ۵۹۵-۵۷۹، (۱۴۰۱) | شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350875.1401.29.4.2.9

بررسی نیاز رویشگاهی برخی گیاهان مرتعی رویش یافته بر روی خاک‌های حاصل از فرسایش سازند مارنی گورپی (مطالعه موردی: استان چهارمحال‌وبختیاری)

سیدنعیم امامی[۱] * و حمزه‌علی شیرمردی[۲]

۱-* نویسنده مسئول، دانشیار، بخش تحقیقات آبخیزداری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال‌وبختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران، پست‌الکترونیک: emami1348@yahoo.com

۲- محقق بخش تحقیقات منابع طبیعی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال‌وبختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۲

چکیده

به دلیل ویژگی‌های کانی‌شناختی مارن‌ها و تمرکز کانی‌های رسی نفوذناپذیر در پیکره این نوع سنگ‌ها و رسوبات حاصل، معمولاً استقرار و رویش پوشش گیاهی در اراضی مارنی موضوعی دشوار به نظر می‌رسد. این پژوهش با هدف بررسی سیستماتیک گونه‌های گیاهی نسبتاً انبوه رویش یافته و تعیین نیاز رویشگاهی و نیز نقش حفاظتی آن‌ها در خاک‌های حاصل از فرسایش سازند مارنی با بستری از سازند تماماً مارنی گورپی متعلق به دوره کرتاسه با ضخامت بیش از ۱۰۰ متر در دو منطقه وستگان و دوراهان در شهرستان بروجن استان چهارمحال‌وبختیاری اجرا شد. بدین منظور ۶۵ نمونه خاک مارنی برداشت و بر روی ۳۱ نمونه آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی انجام گردید. بررسی‌های گیاه‌شناسی نیز با استفاده از بازدیدهای مکرر صحرایی و ارزیابی فاکتورهای مختلف پوشش گیاهی در ۱۸۰ پلات یک مترمربعی به روش تصادفی-سیستماتیک انجام شد و نمونه‌های گیاهی پس از انتقال به هرباریوم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، شناسایی شدند. به‌طورکلی از بین بیش از ۴۰۰ گونه گیاهی موجود رویش یافته در سطح منطقه و بر روی سازندهای مختلف یک مجموعه و کلنی از گونه‌های مرتعی *Astragalus brachycalyx-Daphne mucronata-Cirsium bracteosum* با تراکم بالای ۵۰ درصد می‌تواند در اراضی حاصل از فرسایش سازندهای مارنی خنثی (PH=۷-۸) با میزان آهک متوسط و حضور حداقلی Na^{+} و Cl^{-} استقرار یابد. از سوی دیگر، یک مجموعه و کلنی از گونه‌های مرتعی با ترکیب *Astragalus susianus-Daphne mucronata-Amygdalus elaeagnifolia* می‌تواند در خاک‌های مارنی قلیایی (PH≥۸) با غلبه جزء آهکی در سنگ و رسوب در حضور مقادیر Cl^{-} بسیار بالا استقراریافته و به‌عنوان راهکار زیستی مهار فرسایش آبی در خاک‌های متأثر از فرسایش مارن‌های قلیایی ارائه گردد.

واژه‌های کلیدی: راهکارزیستی، رسوب، فرسایش، ویژگی‌های خاک.

مقدمه

سازندهای مارنی در حوزه‌های آبخیز همواره مشکل‌ساز بوده و یکی از مهم‌ترین منابع تولید کننده رسوب محسوب می‌شوند. در مورد میزان فرسایش و رسوب‌زایی سازندهای مارنی، پژوهش‌هایی مبتنی بر اندازه‌گیری‌های صحرایی انجام شده است (Moosdorf *et al*., 2018; Gourfi *et al*., 2018; Rey and Buryilo, 2014; Bamiki *et al*., 2020). مارن‌ها در نواحی با اقلیم‌های مختلف، به عنوان نهشته‌هایی

با فرسایش‌پذیری زیاد و منشأ تولید رسوبات به حساب می‌آیند. در این مناطق فرایندهای فرسایشی در مارن‌ها به دلیل ناچیزبودن نفوذپذیری و نبود پوشش گیاهی به‌ویژه در تپه‌های مارنی، بسیار فعال هستند. به‌هرحال اشکال مختلف فرسایش به‌ویژه فرسایش هزاردره‌ای، یکی از خصوصیات بارز در عرصه‌های مارنی در نواحی خشک است (Mohamed, 2000).

مارن (آهک رس) به مخلوطی از رس و کربنات‌کلسیم که میزان کربنات آن بین ۳۵ تا ۶۵ درصد باشد اطلاق می‌شود که پس از فرایند دیاژنز و سخت‌شدن تبدیل به سنگ مارن می‌گردد (Feiznia *et al*., 2003). واژه مارن بیانگر نوع خاصی از سنگ‌ها و رسوبات حاصل بوده که اجزای اصلی آن عبارت از کربنات کلسیم یا آهک رس‌دار که متشکل از مقادیر متغیر رس، کلسیت و آراگونیت است (Russell and Kelts, 2003). امروزه طبقه‌بندی مارن‌ها به عنوان سنگ‌های نرم و خاک‌های سخت شاید مناسب‌ترین روش برای شناخت آن‌ها باشد (Cardoso and Alonso, 2009). پژوهش‌هایی که در داخل و خارج کشور در مورد رسوب‌دهی حوزه‌های آبخیز انجام شده، نقش اساسی سازندهای مارنی را در تولید رسوب مشخص کرده است (Esmailpour,1996). تشکیلات مارنی در استان چهارمحال وبختیاری با مساحت ۱۰۷۴ کیلومتر مربع که برابر ۶/۵ درصد مساحت استان چهارمحال‌وبختیاری است، در مرکز، غرب و جنوب این استان گسترش دارد. سازندهای دارای پیکره غالب مارنی تماماً در زون‌زمین‌ساختی زاگرس مرتفع و زاگرس چین‌خورده رخنمون یافته و شامل سازندهای هرمز، گورپی، پابده، میشان و رازک هستند (Emami, 2013). انواع مختلفی از فرسایش (سطحی، شیاری و خندقی) در اراضی مارنی استان چهارمحال‌وبختیاری مشاهده می‌شود. در این بین، سازند گورپی با وسعت قابل ملاحظه یکی از عوامل اصلی تولید رسوب در سطح استان و به‌طورکلی در قلمرو کمربند چین‌خورده فعال زاگرس است (Emami and Peyrowan,2021).

از دیرباز این تصور وجود داشته است که در اراضی مارنی به لحاظ ویژگی‌های ذاتی به‌ویژه نفوذناپذیری مارن‌ها، امکان رویش هیچ نوع گیاهی فراهم نیست و همواره جلوگیری از دستکاری و برهم زدن سطوح فوقانی اراضی مذکور به عنوان تنها راه مقابله با فرسایش این تشکیلات زمین‌شناسی فوق‌حساس معرفی شده است (Emami, 2018). در برخی مناطق مرطوب و نیمه‌مرطوب استان چهارمحال‌وبختیاری گونه‌های مرتعی خاصی بر روی خاک های حاصل از فرسایش سازندهای مارنی مشاهده شد که بررسی‌های صحرایی بر تأثیر مثبت این گونه‌ها بر تثبیت مارن‌ها و کاهش چشمگیر رسوب‌زایی آن‌ها تأکید می‌کند (Emami, 2013). از سوی دیگر Rowley و همکاران (۲۰۲۰) از تأثیر آهک بر فرایندهای خاک‌زایی و کنترل بیولوژیکی خاک‌های مناطق آلپی تأکید کرده‌اند. Salimnezhad و همکاران (۲۰۲۱)، نیز بکارگیری توأم روش‌های بیولوژیکی و مشتقات نفتی در تغییر خواص ژئوتکنیکی خاک‌های رسی به شدت پلاستیک را ذکر نموده‌اند. استفاده از مالچ‌های گیاهی به تنهایی در مقایسه با مالچ‌های نفتی و نیز استفاده ترکیبی از این دو بالاترین کارایی را در کنترل رسوب‌زایی و فرسایش مارن‌ها بهمراه داشته است (Sadeghi *et al*., 2021). بررسی سازگاری و تأثیرات گونه‌های گیاهی مستقر بر روی اراضی مارنی در منطقه سبزوار نشان‌دهنده تأثیرات مثبت گونه‌های مرتعی مانند Salsola aucheri در کنترل رسوب‌زایی اراضی مارنی می‌باشد (Bagherian *et al*., 2007). Zobiri و همکاران (۲۰۱۸)، نقش پوشش گیاهی در حفظ تعادل آب و خاک را برای کنترل مقدار فرسایش مثبت ارزیابی کرده‌اند. Duran و Rodr´iguez (۲۰۰۸)، در بررسی نقش اجزاء مختلف گونه های گیاهی بر کنترل فرسایش اراضی مارنی، بر تأثیرات شگرف تاج پوشش و عمق ریشه در پایداری خاک‌های مارنی تأکید کردند. Salimnezhad و همکاران (۲۰۲۱) دریافتند که عملیات اصلاح و ترمیم زیستی باعث بهبود ویژگی‌های ژئوتکنیکی خاک‌های رسی به‌شدت پلاستیک (شکل‌پذیر) می‌شود، به‌عبارتی فقط ویژگی‌های فیزیکی خاص بهبود می‌یابد. از سوی دیگر، Masoumi (۲۰۰۵) و

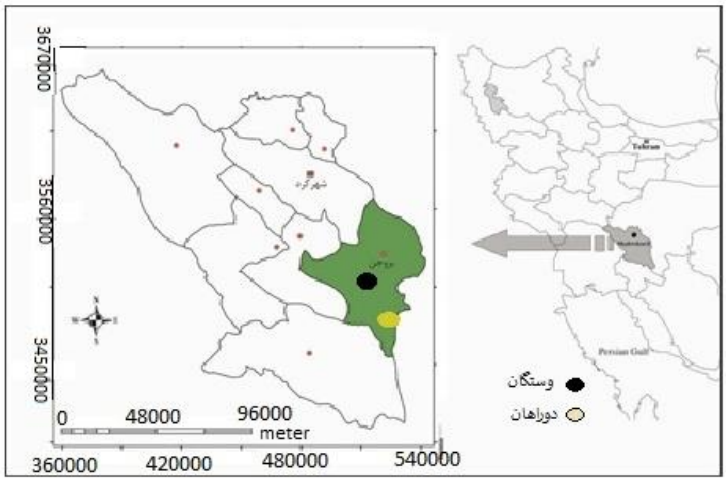
Mozaffari (۱۹۹۶) بر نقش گونه‌های مرتعی مانند انواع گون‌ها بر تثبیت خاک اراضی فرسایش‌پذیر تأکید کرده‌اند. بااین‌حال، در منابع موجود بر نقش گونه‌های معرفی شده در این تحقیق بر تثبیت مارن‌ها اشاره نشده است. Rowley و همکاران (۲۰۲۰)، بر تأثیر مثبت کربنات کلسیم بر بیوژئوشیمی و تشدید فرایند خاک‌زایی تأکید کردند.

بر این اساس و با توجه به مزایای بی‌شمار روش‌های زیستی در کنترل فرسایش و رسوب، پژوهشی با هدف شناسایی دقیق و سیستماتیک این گونه‌های گیاهی و تعیین نیاز رویشگاهی شامل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مارن‌های واقع در بستر رویشی و همچنین نقش حفاظتی آن‌ها انجام شد تا نتایج آن برای کشت این گونه‌های مرتعی در مناطق با اقلیم‌ها و زمین‌شناسی مشابه به‌کار رود.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی

این پژوهش در شهرستان بروجن واقع در استان چهارمحال‌وبختیاری انجام شده است. شهرستان بروجن با مساحت ۲۲۵۱ کیلومتر مربع، ۱۴ درصد از مساحت استان را شامل می‌شود (Emami and Peyrowan, 2021). در این شهرستان، مارن‌های سازند گورپی در دو منطقه وستگان و دوراهان رخنمون یافته‌اند. بررسی‌های زمین‌شناختی، پوشش گیاهی و نمونه‌برداری در منطقه وستگان با مختصات جغرافیایی "۳۴ '۰۴ °۵۱ طول شرقی و "۲۵ '۴۵ °۳۱ عرض شمالی و ارتفاع متوسط ۲۵۸۹ متر و منطقه دوراهان در "۲۳ '۱۱ °۵۱ طول شرقی و "۰۸ '۳۷ ° ۳۱ با ارتفاع متوسط ۲۲۳۴ متر انجام شده است. در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی شهرستان بروجن و مناطق مورد مطالعه در کشور و استان نشان داده شده است. از لحاظ اقلیمی، مناطق یادشده دارای شرایط نیمه‌مرطوب با تابستان معتدل و زمستان بسیار سرد می‌باشد. کمینه مطلق دما در همین دوره به ۲۷- درجه می‌رسد و بیشینه مطلق دمای مشاهده شده نیز ۳۶/۶ درجه سانتی‌گراد ثبت شده است. بارش سالانه به‌طور متوسط ۲۴۳ میلی‌متر است.



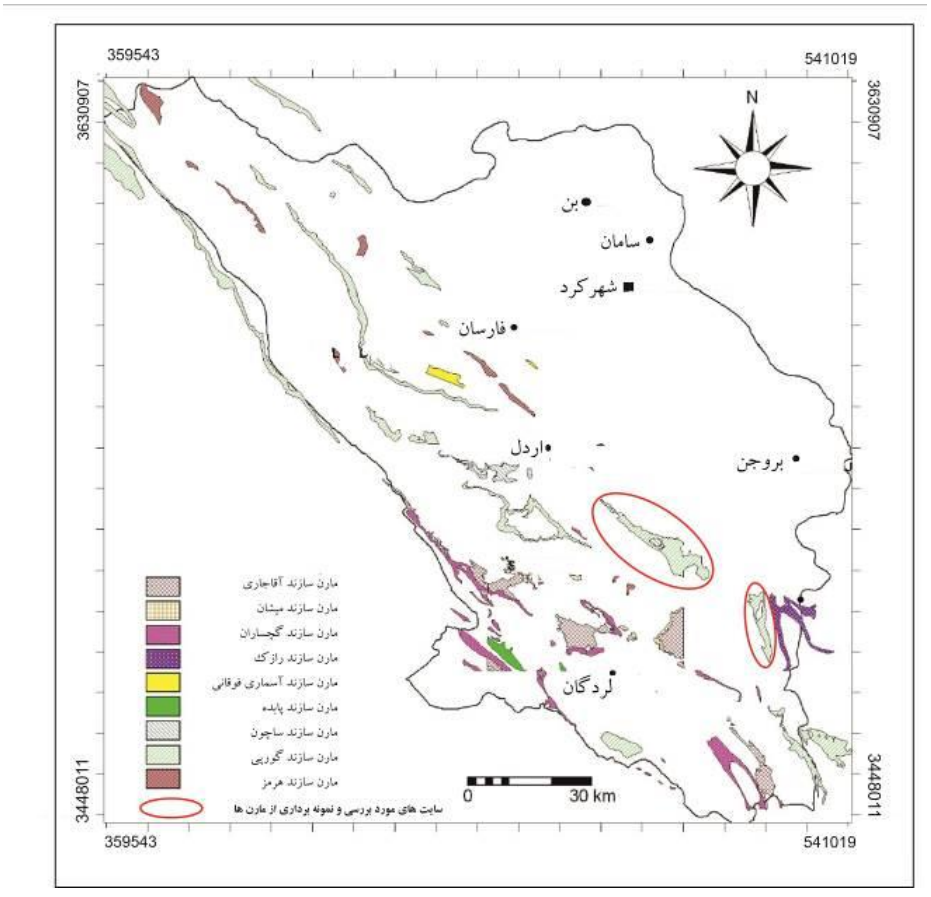
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان چهارمحال‌وبختیاری و شهرستان بروجن

Figure 1- Geographical location of Chaharmahal and Bakhtiari province and Borujen Township

زمین‌شناسی مارن‌ها

بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی استان در مقیاس‌های

۱/۲۵۰۰۰۰ شهرکرد و ۱/۱۰۰۰۰۰ اردل، بروجن و چنگ نشان از وجود واحدهای متنوع مارنی در استان دارد (Emami, 2013). تشکیلات مارنی در استان چهارمحال وبختیاری با مساحت ۱۰۷۴ کیلومترمربع که برابر ۶/۵ درصد مساحت استان چهارمحال‌وبختیاری است، در مرکز، غرب و جنوب این استان گسترش دارند. سازندهای مارنی – رسی رخنمون یافته در قلمرو زمین‌ساختی زاگرس بلند و چین‌خورده از عوامل عمده تولید رسوب محسوب می‌شوند. مارن‌های رخنمون یافته در شهرستان بروجن به‌طور کامل از رخنمون‌های سازند گورپی هستند و در واقع به دوران کرتاسه اختصاص دارند. در مناطق مورد بررسی مانند بیشتر نواحی زاگرس، سازند گورپی شامل مارن و شیل‌های خاکستری مایل به آبی است که به‌صورت فرعی شامل لایه های نازک آهک رسی می‌باشد. سازند گورپی در هر دو منطقه وستگان و دوراهان با یک ناهمسازی فرسایشی جزئی بر روی سازند ایلام قرار می‌گیرد. این حد با یک منطقه هوادیده حاوی ترکیبات آهن نیز همراه است. سن این سازند در ارتفاعات زاگرس از روی روزنبران پلانکتون سانتونین تا ماستریشتین است (Motiei, 1993; Aghanabati, 2006).



شکل ۲– نقشه پراکنش سازندهای مارنی استان چهارمحال‌وبختیاری

Figure 2- Distribution map of marly formations in Chaharmahal and Bakhtiary province

سازند گورپی با وسعت قابل ملاحظه یکی از عوامل اصلی تولید رسوب در سطح استان و به‌طورکلی در قلمرو

کمربند چین‌خورده فعال زاگرس است. مارن‌های متعلق به این سازند با مساحتی برابر ۶۷۸/۳ کیلومترمربع حدود ۴/۱۵ درصد از وسعت استان را به خود اختصاص داده، بنابراین دربردارنده بیش از ۶۴ درصد از کل رخنمون‌های مارنی استان هستند. رخنمون‌های این سازند را می‌توان در مناطق مرکزی (وستگان) و جنوبی (دوراهان) استان مشاهده کرد (شکل ۲).

روش پژوهش

پس از جمع‌آوری آمار و اطلاعات موجود، مطالعات و تحقیقات انجام شده پیشین، مطالعات زمین‌شناسی صحرایی به منظور افزایش دقت نقشه‌های موجود انجام شد و محدوده‌های گسترش سازندهای مارنی در شهرستان بروجن شناسایی گردید. در ادامه تیپ‌های گیاهی در مناطق مورد مطالعه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی منطقه به مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ و ۱/۵۰۰۰۰ و عکس‌های هوایی منطقه با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰ تفکیک شدند. سپس با توجه به شرایط مختلف توپوگرافی، در هر تیپ گیاهی ۳ منطقه معرف شناسایی و انتخاب گردید. در پایان فصل بهار و همزمان با مرحله اوج دوره رویشی گیاهان، در هر منطقه معرف ۳ ترانسکت ۵۰۰ متری (دو ترانسکت در جهت شیب و یک ترانسکت عمود بر جهت شیب) به روش تصادفی مستقر و بر روی هر ترانسکت ۱۰ پلات یک مترمربعی با فاصله ۵۰ متر از یکدیگر انداخته شد. در مجموع ۱۸۰ پلات در مناطق معرف هر تیپ گیاهی مستقر گردید. در هر پلات درصد تاج پوشش تمام گونه‌های گیاهی موجود در آن برآورد و تراکم آن‌ها با روش مستقیم (شمارش پایه‌ها) اندازه‌گیری شد. همزمان با اینکار، کلیه ویژگی‌های ریخت‌شناسی گونه‌های گیاهی (از قبیل وجود ریزوم، پیاز یا غده، ریشه سطحی و عمیق، یکساله یا چند ساله بودن، فرم رویشی و ...) و سازوکار تأثیر آن‌ها بر تثبیت مارن‌ها نیز یادداشت گردید. گونه‌های گیاهی موجود در مناطق مورد مطالعه با استفاده از فلور ایرانیکا (Rechinger, 2010)، فلور ترکیه (Davis, 1988)، فلور ایران (Asadi *et al*., 2010)، فلور رنگی ایران (Ghahreman, 2003)، گون‌های ایران (Masoumi, 2005) و فرهنگ نام‌های گیاهان ایران (Mozaffari, 1996) شناسایی شدند. از سوی دیگر، با هدف تعیین نیاز رویشگاهی گونه‌های گیاهی موجود، نمونه‌های خاک مارنی از عمق ۲۰ سانتی‌متری رسوبات بلافصل حاصل از فرسایش سنگ‌های مارنی در شیب‌های بین ۲۰ تا ۳۰ درصد و دامنه‌های شمالی برداشت گردید. به‌عبارتی نمونه‌برداری ازیک کلاس شیب و از عمقی یکسان و از رسوبات حاصل از هوازدگی بخش سنگی مارن ها انجام شد.آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی شامل تعیین جرم مخصوص ظاهری و حقیقی ، PH و گل اشباع، SP (درصد رطوبت اشباع)، EC (قابلیت هدایت الکتریکی) در عصاره گل اشباع، میزان موادآلی، ودرصد مواد خنثی شونده (TNV) برروی ۱۶ نمونه مارن دوراهان و ۱۵ نمونه مارن وستگان توسط نویسندگان مقاله در آزمایشگاه خاک‌شناسی مرکزتحقیقات وآموزش کشاورزی ومنابع طبیعی استان چهار محال و بختیاری بااستفاده از دستورالعمل استاندارد Aliehyaei، انجام شد. برای تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش‌های خاک از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد.

نتایج

همان‌گونه که در روش تحقیق بیان شد تعداد ۱۶نمونه ازخاک‌های مارن‌های منطقه دوراهان و ۱۵ نمونه از ناحیه وستگان آزمایش شدند که نتایج آن‌ها در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- تجزیه فیزیکی و شیمیایی مارن‌های منطقه دوراهان

Table1- Physical and chemical analysis of marls in Dorahan area

ردیف	شماره نمونه	مختصات جغرافیایی Geographical coordinates		کلر Cl^- meq/l	سدیم Na^+ meq/l	بافت Texture	رس Clay %	سیلت Silt %	ماسه Sand %	گل اشباع SP %	گچ $CaSO_4$ %	دانسیته ظاهری B.D $g.cm^{-3}$	دانسیته حقیقی P.D $g.cm^{-3}$	مواد خنثی شونده T.N.V. %	اسیدیته PH. of paste	هدایت الکتریکی E.C. dS.m-1
		عرض Lat	طول Lon													
1	D4	3500275	519721	6.99	2.04	Silty Clay loam	39	45.5	15.5	45	0	1.25	2.55	26.5	7.99	0.43
2	D6	3500120	519642	5.96	1.39	Clay	43	32	25	48	0	1.21	2.66	15.5	7.93	0.53
3	D8	3499827	519666	6.47	1.63	Clay loam	32.5	40	27.5	43	0	1.27	2.59	49	8.05	0.45
4	D21	34983	519650	7.01	1.41	Clay	43	33.5	23.5	49	0	1.21	2.66	22.5	7.95	0.45
5	D29	3497166	519659	6.49	1.99	Clay	41.5	33.5	25	52	0	1.22	2.65	23	7.96	0.42
6	D39	3496166	518797	7	1.53	Clay loam	39	32	29	47	0	1.25	2.64	18	7.98	0.56
7	DM1	3500151	518296	7.02	1.93	Sandy clay loam	33	16.5	50.5	28	0	1.31	2.53	30.5	8.02	0.43
8	DM2	3500131	518220	7.01	1.783	Sandy clay loam	27.5	14	58.5	28	0	1.34	2.51	35.5	8.06	0.36
9	Rock	3500120	518290	5.99	2.28	-	10.5	6	83.5	26	0	1.26	2.54	38	7.89	1.82
10	D41	3495512	518877	6.5	1.76	Clay	41	28	31	39	0	1.22	2.65	29.5	8.01	0.42
11	D45	3495651	519200	6.99	1.7	Sandy clay loam	33	16.5	50.5	27	0	1.32	2.52	36	9.05	0.43
12	D61	3494021	520244	6.01	1.58	Clay	45	24	31	48	0	1.2	2.67	50.5	8.09	0.43
13	D62	3493904	520229	5.98	1.48	Clay	49	23.5	27.5	38	0	1.19	2.68	41	7.93	0.48
14	D64	3493668	520216	6.01	1.9	Sandy clay loam	33.5	20	46.5	32	0	1.33	2.54	39	8.07	0.43
15	D65	3493600	520339	5.99	1.73	Clay loam	37	24	39	48	0	1.26	2.61	50.5	8.24	0.40
16	D67	3493460	520431	7.5	1.45	Clay	41	32	27	41	0	1.21	2.65	37	8.03	0.46

جدول ۲- تجزیه فیزیکی و شیمیایی مارن‌های منطقه وستگان

Table 2- Physical and chemical analysis of Marls of vastegan region

ردیف	شماره نمونه	موقعیت جغرافیایی Geographical coordinates		کلر Cl^- meq/l	سدیم Na^+ meq/l	بافت Texture	رس Clay %	سیلت Silt %	ماسه Sand %	گل اشباع SP %	گچ $CaSO_4$ %	دانسیته ظاهری B.D $g.cm^{-3}$	دانسیته حقیقی P.D $g.cm^{-3}$	مواد خنثی شونده T.N.V. %	اسیدیته PH. of past	هدایت الکتریکی E.C. $dS.m^{-1}$
		عرض Lat	طول Lon													
1	S114	507388	3513003	1.07	1.12	Clay	47	37	16	47	0	1.29	2.59	15	7.82	0.41
2	S129	502713	351559	1.06	1.38	Clay	41.5	37	21.5	36	0	1.28	2.57	45	7.85	0.47
3	S131	500945	350902	1.23	1.33	Clay loam	37	35	28	41	0	1.33	2.5	42	7.88	0.45
4	S134	500875	350924	1.02	1.38	Clay	43	31	26	39	0	1.32	2.51	41	7.76	0.47
5	S139-1	498047	350894	0.86	1.15	Clay	47	32.5	20.5	48	0	1.27	2.57	31.5	7.73	0.40
6	S144	496229	351296	1.62	1.92	Clay	49	29.5	21.5	55	0	1.3	2.54	10.5	7.71	0.33
7	S170	495822	351356	0.99	1.23	Clay	43.5	33	23.5	44	0	1.29	2.53	20.5	7.79	0.44
8	S75-1	494484	351724	1.28	1.35	Clay	41	37.5	21.5	46	0	1.32	2.56	32.5	7.95	0.47
9	S75-2	494480	351725	0.76	1.98	Clay	47	36.5	16.5	42	0	1.27	2.6	26	7.88	0.34
10	S181	496078	351610	0.91	1.02	Silty clay	49	41	10	48	0	1.26	2.61	3	7.37	0.35
11	S182	499876	351590	1.03	1.11	Clay	47.5	37	15.5	53	0	1.28	.6	1.5	7.37	0.38

جدول ۳- لیست گونه‌های گیاهی، شکل زیستی، طول عمر، فرم رویشی و راهبرد آن‌ها در تثبیت مارن و جلوگیری از فرسایش خاک در مناطق مورد مطالعه

Table 3- List of plant species, biological form, life span, vegetative form and their strategy in stabilizing marl and preventing soil erosion in the studied areas

نام علمی Scientific name	نام فارسی Persian name	زیستی شکل biological form	طول عمر life span	فرم رویشی vegetative form	راهبرد گیاهان در تثبیت مارن و جلوگیری از فرسایش خاک strategy in stabilizing marl and preventing soil erosion in the studied areas
Aceraceae	تیره افرا	-	–	–	–
Acer monspessulanum L.	کیکم	Ph	چندساله	درخت	تاج پوشش گسترده- داشتن ریشه‌های سطحی و عمیق - لاشبرگ
Amaranthaceae	تیره تاج خروس	-	–	–	–
Amaranthus albus L.	تاج خروس سفید	Th	یکساله	فورب یک‌ساله	تاج پوشش - ریشه‌های سطحی- لاشبرگ
Amaranthus retroflexus L.	تاج خروس	Th	یکساله	فورب یک‌ساله	تاج پوشش - ریشه‌های سطحی- لاشبرگ
Amaryllidaceae	تیره نرگس	-	–	–	–
Ixiolirion tataricum (Pall.) Herb.	خیارک	Cr	چندساله	فورب چندساله	تاج پوشش- تراکم زیاد - ریشه غده‌ای و پیازی شکل- لاشبرگ
Anacardiaceae	تیره پسته	-	–	–	–
Pistacia atlantica Desf.	بنه	Ph	چندساله	درخت	تاج پوشش گسترده- داشتن ریشه‌های سطحی و عمیق - لاشبرگ
Araceae	تیره گل شیپوری	-	–	–	–
Arum conophalloides Kotschy. ex Schott.	گل شیپوری سبز	Cr	III	فورب چندساله	تاج پوشش- ریشه غده‌ای و پیازی‌شکل- لاشبرگ
Berberidaceae	تیره زرشک/	-	–	–	–
Berberis integerrima Bunge	زرشک زرافشانی	Ph	چندساله	درختچه	تاج پوشش گسترده - داشتن ریشه‌های سطحی و عمیق - لاشبرگ
Boraginaceae	تیره گل گاوزبان	-	–	–	–
Anchusa italica Retz.	گاو زبان	He	چندساله	فورب چندساله	تاج پوشش - داشتن ریشه‌های سطحی و عمیق - لاشبرگ
Anchusa strigosa Labill	گاوزبان خارک‌دار	He	چندساله	فورب چندساله	تاج پوشش - داشتن ریشه‌های سطحی و عمیق - لاشبرگ
Arnebia euchroma (Royle) I. M. Johnst	گل عسلی رنگین	He	چندساله	فورب چندساله	تاج پوشش - داشتن ریشه‌های سطحی و عمیق - لاشبرگ
Lappula microcarpa (Ledeb.) Gürke	خارلنگری میوه‌ریز	He	چندساله	فورب چندساله	تاج پوشش - داشتن ریشه‌های سطحی و عمیق - لاشبرگ

نام علمی Scientific name	نام فارسی Persian name	زیستی شکل biological form	طول عمر life span	فرم رویشی vegetative form	راهبرد گیاهان در تثبیت مارن و جلوگیری از فرسایش خاک strategy in stabilizing marl and preventing soil erosion in the studied areas
Lithospermum arvense L.	سنگ دانه خودروی	Th	یکساله	فورب یکساله	تاج پوشش- تراکم زیاد - ریشه‌های سطحی- لاشبرگ
Onosma bulbotrichum DC.	زنگوله‌ای تیغالی	He	چندساله	فورب چندساله	تاج پوشش - داشتن ریشه‌های سطحی و عمیق - لاشبرگ
Onosma microcarpum DC	زنگوله‌ای زرد	He	چندساله	فورب چندساله	توسعه ریشه‌های سطحی و عمقی- لاشبرگ
Rochelia disperma (L. f.) C. Koch.	چنگکی دودآن‌های	Th	یکساله	فورب یکساله	تاج پوشش- تراکم زیاد - ریشه‌های سطحی- لاشبرگ
Solenanthus circinnatus Ledeb.	گل عقربی	He	چندساله	فورب چندساله	تاج پوشش - داشتن ریشه‌های سطحی و عمیق - لاشبرگ
Trichodesmaaucheri DC.	فانوس آبی ایرانی	Th	یکساله	فورب یکساله	تاج پوشش- تراکم زیاد - ریشه‌های سطحی- لاشبرگ

علامت اختصاری شکل‌زیستی: Ph: فانروفایت، Ch: کاموفیت، He: همی‌کریپتوفیت، Cr: کریپتوفیت، Th: تروفیت

لیست فلوریستیک نشان می‌دهد که در مناطق مورد مطالعه تعداد ۵۶ تیره گیاهی با ۲۳۱ جنس و ۳۷۳ گونه گیاهی وجود دارد. از نظر اشکال حیاتی یا فرم رویشی در مناطق مورد مطالعه ۸۶ گونه گیاهی گراس و فورب یکساله (۸ گونه گراس یکساله و ۷۸ گونه فورب یکساله)، ۲۲۵ گونه گراس و فورب چند ساله (۱۷ گونه گراس چند ساله و ۲۰۸ گونه فورب چند ساله)، ۳۳ گونه گیاه بوته‌ای، ۲۶ گونه درخت و درختچه و ۳ گونه شبه گراس در منطقه مورد مطالعه پراکنش دارند. از نظر فرم زیستی به روش رانکایر، در منطقه مورد مطالعه ۸۶ گونه تروفیت، ۷۳ گونه کریپتوفیت، ۳۳ گونه کامافیت، ۲۶ گونه فانروفیت و ۱۵۵ گونه همی‌کریپتوفیت وجود دارد. از نظر طول عمر، ۲۸۷ گونه چندساله و ۸۶ گونه یکساله در مناطق مورد مطالعه وجود دارد. درجدول۳تعدادی از گونه‌های گیاهی در لیست فلوریسیتیک به عنوان نمونه ارائه شده است. عمده گیاهان شناسایی شده در مناطق مورد مطالعه متعلق به تیره‌های Asteraceae با ۵۵ گونه، Papilionaceae با ۳۸ گونه، Lamiaceae با ۳۶ گونه، Poaceae با ۲۵ گونه، Liliaceae با ۱۸ گونه، Umbelliferae با ۱۷ گونه، Rosaceae با ۱۵ گونه، Cruciferae با ۱۴ گونه، Caryophyllaceae با ۱۳ گونه، Scrophulariaceae با ۱۱ گونه، Boraginaceae با ۱۰ گونه، Ranaunculaceae با ۱۰ گونه، Rubiaceae با ۱۰ گونه، Polygonaceae با ۹ گونه، Chenopodiaceae با ۸ گونه و Euphorbiaceae با ۸ گونه است.

پس از انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی بر روی خاک‌های مارنی دورویشگاه مورد نظر، تفاوت‌های موجود در این ویژگی‌ها در دو پهنه مورد بررسی آماری قرار گرفته وعواملی که دارای اختلاف معنی‌داری در دو منطقه هستند به عنوان نیاز رویشگاهی اختصاصی برای تیپ گیاهی مستقر در آن پهنه معرفی خواهند شد. در این راستا، ابتدا نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون کولموگرو- اسمیرنوف K-S بررسی شد. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها در ادامه ارائه شده است.

جدول ۴- تجزیه واریانس ویژگی‌های شیمیایی پهنه‌های مارنی

Table 4- Variance analysis of chemical characteristics of marl zones

منبع تغییر VS	درجه آزادی DF	میانگین مربعات (ویژگی‌های شیمیایی) MS(Chemical properties)				
		EC	PH	TNV	Na^+	Cl^-
پهنه مارنی	1	0.008^{ns}	0.522^{**}	536.077^{*}	1.084^{**}	193.3^{**}
خطا	24	0.003	0.019	175.176	0.054	0.177

جدول ۵- تجزیه واریانس ویژگی‌های فیزیکی پهنه‌های مارنی

Table 5- Variance analysis of physical characteristics of marl zones

منبع تغییر VS	درجه آزادی DF	میانگین مربعات (ویژگی‌های فیزیکی) MS(Phisical properties)					
		Sand	Silt	Clay	PD	BD	SP
پهنه مارنی	1	1200.6^{**}	358.4^{*}	247.056^{**}	0.013^{ns}	0.010*	128.3^{ns}
خطا	24	99.3	51.9	25.330	0.003	0.002	56

در پهنه‌های مارنی دوراهان و وستگان با وجود تشابه سازند زمین شناسی، اختلاف معنی‌داری بین پارامترهای شیمیایی شامل مقدار اسیدیته ($P<0.01$)، کربنات کلسیم برابر ($P<0.01$)، سدیم ($P<0.05$) و کلر ($P<0.01$) و پارامترهای فیزیکی شامل مقدار شن ($P<0.01$)، سیلت ($P<0.05$)، رس ($P<0.01$) و جرم مخصوص ظاهری ($P<0.05$) وجود دارد. بین مقدار شوری، جرم مخصوص حقیقی و درصدرطوبت اشباع خاک اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول‌های ۴ و۵).

در جدول ۶ میانگین و پارامترهای توصیفی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در دو پهنه ارائه شده است. مقادیر مربوط به PH-TNV-BD-Sand-Silt-Clay-Na^+-Cl^- در دو پهنه مارنی دوراهان ووستگان دارای اختلاف معنی‌دار بوده‌اند.

جدول ۶- میانگین و پارامترهای توصیفی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در پهنه مارنی دوراهان و وستگان

Table 6- Average and descriptive parameters of physical and chemical characteristics In the Marni region of Dorahan and Vastegan

		تعداد	میانگین	انحراف از معیار	خطای معیار
		N	Mean	SD	SE
EC	دوراهان	15	0.4507 a	0.04922	0.01271
	وستگان	11	0.4148 a	0.05384	0.01623
PH	دوراهان	15	8.024a	0.07854	0.02028
	وستگان	11	7.7373 b	0.19479	0.05873
TNV	دوراهان	15	33.006 a	11.32822	2.92493
	وستگان	11	24.4091b	15.51583	4.67720
PD	دوراهان	15	2.6073 a	0.06123	0.01581
	وستگان	11	2.5618 a	0.03763	0.01135
BD	دوراهان	15	1.2527 b	0.05077	0.01311
	وستگان	11	1.2928 a	0.02316	0.00698
SP	دوراهان	15	40.8667 a	8.51777	2.19928
	وستگان	11	45.3636 a	5.73189	1.72823
Sand	دوراهان	15	33.8000 a	12.29561	3.17460
	وستگان	11	20.0455 b	5.17424	1.56009
Silt	دوراهان	15	27.6667 b	8.9934	2.32362
	وستگان	11	35.1818 a	3.35613	1.01191
Clay	دوراهان	15	38.5333 b	5.73045	1.47960
	وستگان	11	44.7727a	3.84944	1.16065
Na^+	دوراهان	15	1.6833 a	0.21266	0.05491
	وستگان	11	1.2700 b	0.25834	0.07789
Cl^-	دوراهان	15	6.5953 a	0.51324	0.13252
	وستگان	11	1.0777b	0.23415	0.07060

میانگین‌های دارای حروف لاتین مشترک، اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

درجدول ۷ خلاصه‌ای از ویژگی‌های خاک در تیپ‌های گیاهی وستگان و دوراهان ارائه شده است. نتایج آزمون t-test برای مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اختلاف بین میانگین‌های شوری خاک، مقدار آهک و درصد اشباع در تیپ‌های گیاهی مختلف در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبوده است. اختلاف بین میانگین‌های مقدار اسیدیته خاک، مقدار شن، سیلت و رس و همچنین مقدار سدیم و کلر در سطح ۱ درصد معنی‌دار و اختلاف بین جرم مخصوص ظاهری و حقیقی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است.

جدول ۷- ویژگی‌های خاک مناطق وستگان و دوراهان

Table 7- Soil characteristics of Vastagan and Dorahan regions

نوع پوشش گیاهی Vegetation cover type		EC	PH	TNV	PD	BD	SP	SAND	SILT	CLAY	Na	Cl
As.ad-Da.mu وستگان	میانگین Mean	0.41	7.73	24.4	2.56	1.29	45.36	20.04	35.18	44.77	1.27	1.07
	تعداد Number	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	انحراف معیار SD	0.05	0.194	15.51	0.03	0.02	5.73	5.17	3.35	3.84	0.258	0.23
As.su-Da.mu-Am.el دوراهان	میانگین Mean	0.53	8.01	33.87	2.6	1.25	39.93	36.9	26.31	36.78	1.72	6.55
	تعداد Number	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	انحراف معیار SD	0.34	0.08	10.92	0.06	0.04	9.02	17.18	10.24	8.93	0.25	0.51
Total	میانگین Mean	0.48	7.9	30.01	2.58	1.26	42.14	30.03	29.92	40.03	1.53	4.32
	تعداد Number	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	انحراف معیار SD	0.27	0.19	13.59	0.05	0.04	8.18	15.87	9.19	8.22	0.33	2.77

جدول ۸- همبستگی بین نوع پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک

Table 8- Correlation between vegetation type and soil characteristics

		شوری EC	اسیدیته PH	آهک TNV	جرم مخصوص حقیقی PD	جرم مخصوص ظاهری BD	درصد اشباع SP	درصد شن Sand	درصد سیلت Silt	درصد رس CLAY	سدیم Na	کلر Cl^-
نوع پوشش و گیاه	Pearson Correlation	0.22	0.71**	0.34	0.36	-0.34*	-0.33	0.53**	-0.48*	-0.48*	0.66**	0.98**
	Sig. (2-tailed)	0.26	0.00	0.07	0.05	0.02	0.09	0.004	0.01	0.01	0.000	0.000
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27

جدول ۸ همبستگی بین نوع پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک را نشان می‌دهد. نتایج آزمون همبستگی پیرسون بیانگر آن است که بین پوشش گیاهی و برخی ویژگی‌های خاک به ترتیب شامل مقدار کلر، اسیدیته، مقدار سدیم، درصد شن، درصد رس، درصد سیلت و جرم مخصوص ظاهری بیشترین همبستگی وجود دارد.

براساس نتایج آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی انجام شده و تجزیه و تحلیل‌های آماری، نیاز رویشگاهی تیپ‌های گیاهی مستقر بر روی خاک‌های مارنی منطقه وستگان و دوراهان تعیین گردید که می‌توان این نتیجه را برای مناطقی از کشور با زمین‌شناسی و اقلیم مشابه تعمیم‌داد و به عنوان پیشنهاد اجرایی برای تثبیت زیستی مارن‌ها ارائه کرد. Van Driesche وهمکاران (۲۰۱۰) و Sadeghi و همکاران (۲۰۲۰)، نیز استفاده از روش‌های زیستی ازجمله گونه‌های گیاهی سازگار و زغال‌های گیاهی نارس را به‌عنوان روش‌های مؤثر در جلوگیری از هدررفت خاک‌های رسی ومارنی معرفی کردند. بر این اساس در مناطق دارای رخنمون تشکیلات مارنی با ویژگی‌های مشابه با مارن‌های سازند گورپی زاگرس به سن کرتاسه فوقانی و دارای اقلیم مشابه به اقلیم این مناطق، گونه‌ها و تیپ‌های گیاهی به شرح جدول ۹ با توجه به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی متفاوت برای کنترل فرسایش و تثبیت اراضی مارنی پیشنهاد می‌گردد.

جدول ۹- نیاز رویشگاهی تیپ‌های گیاهی مستقر بر روی خاک‌های تشکیل شده بر روی سازندهای مارنی

Table 9- Habitat requirement of plant types established on soils formed on marl formations

تیپ گیاهی	AS.br-Da.mu-Ci.br	As.su-Da.mu-Am.el
پارامترها	وستگان	دوراهان
PH	7.73	8.01
E.C ($dS.m^{-1}$)	0.41	0.53
T.N.V (%)	24.40	33.87
P.D($g.cm^{-3}$)	2.56	2.60
B.D($g.cm^{-3}$)	1.29	1.25
SP (%)	45.36	39.93
Sand (%)	20.04	36.90
Silt (%)	35.18	26.31
Clay (%)	44.77	36.78
Na^{+}(mg/l)	1.27	1.72
Cl^{-}(mg/l)	1.07	6.557

جدول ۱۰- خصوصیات محیطی اختصاصی تیپ‌های گیاهی شناسایی شده در مناطق مورد بررسی

Table 10- specific environmental characteristics of plant types identified in the studied areas

اقلیم	میانگین ضخامت افق Aخاک (Cm)	جهت و میزان شیب	سازند زمین‌شناسی	تیپ گیاهی
مرطوب	20	۱۰ تا ۳۰ درجه شمالی- شرقی	گورپی (مارن)	AS.br-Da.mu-Ci.br
مرطوب	30	۲۰ تا ۳۵ درجه جنوبی- غربی	گورپی (مارن)	As.su-Da.mu-Am.el

در جدول ۱۰ مختصات توپوگرافی واقلیمی هریک از تیپ‌های گیاهی معرفی شده ارائه شده است تا در کنارنیازهای خاک‌شناختی هریک از رویشگاه‌ها، ویژگی‌های محیطی نیز معرفی شوند.

بحث

با توجه به نتایج این تحقیقات و بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده‌های موجود که حاصل انجام آزمایش‌های خاک شناسی بر روی نمونه‌های مارنی منتخب از پهنه مارنی وستگان و دوراهان از یکسو و بررسی‌ها و تیپ‌بندی پوشش گیاهی موجود بر روی پهنه‌های مارنی مذکور از سوی دیگر است، نتایج قابل توجهی حاصل شده است. با وجود اینکه در هر دو پهنه مارنی مورد مطالعه سازند گورپی متعلق به کرتاسه فوقانی رخنمون دارد و قاعدتاً باید ترکیب شیمیایی و حتی فیزیکی رسوبات حاصل از فرسایش سازند مذکور مشابه باشد، نتایج نشان داد که رسوبات این دو پهنه دارای اختلافات معنی‌داری از نظر میزان اسیدیته (PH)، کربنات کلسیم (TNV)، سدیم (Na^+) و کلر (Cl^-) و برخی پارامترهای فیزیکی ازجمله ذرات شن، ماسه و سیلت بوده‌اند. این تفاوت می‌تواند به عنوان یکی از عوامل مؤثر در تنوع و اختلاف پوشش گیاهی رویش‌یافته در دو عرصه مدنظر قرار گیرد. اختلاف موجود در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌تواند به نوسان‌های عمق در محیط رسوبی و فعالیت جانداران محیط دریا در زمان تشکیل و تفاوت در نوع و شدت هوازدگی مارن‌ها در دو منطقه نسبت داده شود (Bouma and Imeson, 2000). به عبارتی تفاوت گونه‌های گیاهی در دو منطقه به دلیل نیاز رویشگاهی متفاوت تیپ‌های گیاهی شناسایی شده بوده که آن‌هم کاملاً متأثر از تفاوت ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های فیزیکی خاک در دو منطقه است. در برخی تحقیقات نوع پوشش گیاهی بر تغییر ترکیب خاک مؤثر دانسته شده است. Kooijman و همکاران (۲۰۱۹)، در تحقیقی برنقش گونه‌های درختی مانند ممرز و راش در تغییر برخی پارامترهای شیمیایی مانند اسیدیته وفیزیکی مانند رطوبت خاک بستر تأکید کرده‌اند. Guidi وهمکاران (۲۰۲۱)، معتقدند که افزودن کربن آلی خاک می‌تواند سبب پایداری خاکدانه‌ها شود، بدون آنکه ترکیب شیمیایی خاک راتغییردهد که این نتیجه منطبق بایافته تحقیق جاری است. بر اساس میزان تراکم گونه‌های مرتعی موجود در مناطق مطالعه شده و فراوانی این گونه‌ها، ۲ تیپ گیاهی متفاوت در دو ناحیه وستگان و دوراهان شناسایی و تفکیک شد. نکته مهم آن است که در هر دوتیپ، جنس فراوان و بیشتر آستراگالوس (*Astragalus*) است و بدون تردید می‌توان گونه‌های گیاهی این جنس مرتعی را سازگارترین گونه‌ها در نواحی تحت پوشش سازندهای مارنی در نظر گرفت. گونه غالب دوم را دافنه (*Daphne mucronata*) به خود اختصاص داده است که با فراوانی کمتر از جنس گون در تمام سطح پهنه‌ها خودنمایی می‌کند. در ارزیابی نیاز رویشگاهی گونه‌های گیاهی موجود در دو ناحیه وستگان و دوراهان می‌توان از پارامترهایی که در دو منطقه دارای اختلاف معنی‌دار بودند استفاده کرد. این عوامل عبارت است از: PH، EC، TNV، Sand، Silt، Cl^-. به‌عبارتی در منطقه دوراهان رسوبات قلیایی – کلروری، آهکی و دارای بافت لومی هستند. در صورتی که در منطقه سبزکوه، رسوبات حالت خنثی داشته و تنها مقدار سیلت بالاتری از دوراهان دارند. بقیه پارامترها نیز دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

به‌طورکلی یک مجموعه و کلنی از گونه‌های مرتعی *Astragalusbrachycalyx-Daphnemucronata-Cirsiumbracteosum* می‌تواند در اراضی متشکل از خاک‌های مارنی خنثی (PH=۸-۷) با میزان آهک متوسط و بدون حضور Na^+ و Cl^- استقراریافته و مراحل رشد خود را طی کند. از سوی دیگر، یک مجموعه و کلنی از گونه‌های مرتعی با ترکیب *Astragalussusianus-Daphne mucronata-Amygdalus elaeagnifolia* می‌تواند در اراضی مارنی قلیایی (PH≥8) با غلبه جزء آهکی در سنگ و رسوب در حضور مقادیر-Cl بسیار بالا استقراریافته و به عنوان راهکار زیستی مهار فرسایش مارن‌های قلیایی ارائه گردد. درمجموع گونه‌های‌گیاهی مانند *Agropyron*

Stachys، *Stachys pilifera*، *Phlomis olivieri*، *repens* *lavandulifolia*، *Potentilla reptans* و انواع *Ranunculus*ها با داشتن سطح تاج پوشش نسبتاً خوب و ریشه‌های ریزوم مانند، گونه‌های گیاهی مانند *Muscari neglectum*، انواع *Allium* ها، *Fritillaria* ها با داشتن پیازمانند (غده)، گونه‌های گیاهی مانند *Bromus tomentellus*، *Agropyron intermedium*، *Psathyrostachys fragilis*، *Convolvulus commotatus*، *Rheum Ribes*، *Gundelia tournefortii* و *Centaurea behen* با داشتن سطح تاج پوشش گسترده، ریشه‌های کلاف‌مانند و تراکم نسبتاً بالا و گونه‌های گیاهی مانند *Astragalus brachycalyx*، *Daphne mucronata*، *Convolvulus leiocalycinus*، *Amygdalus arabica*، *Acer monspessulanum*، *Crataegus azarolus* و *Amygdalus elaeagnifolia* با داشتن تاج پوشش گسترده، ریشه‌های بسیار عمیق، تولید لاشبرگ و تراکم بالا از گونه‌های بسیار با ارزش مناطق مورد مطالعه به‌شمار می‌روند که با استفاده از سازوکارهای یادشده می‌توانند باعث جلوگیری از فرسایش خاک شوند که مدیریت مرتع می‌بایست در راستای افزایش چنین گونه‌هایی در منطقه اعمال شود. بااین‌حال، در مورد کنترل فرسایش و رسوب‌زایی مارن‌ها، کلنی‌های محدود در قالب تیپ‌های گیاه اشاره شده در این مقاله به‌عنوان راهکار بیولوژیکی تثبیت مارن‌ها معرفی می‌شوند. بر این اساس لازم است تا در گام‌های تکمیلی بعدی با توجه به دستاوردهای این پروژه به‌صورت پایلوت چندین ناحیه در پهنه زمین‌ساختی زاگرس مورد کشت گونه‌های مذکور قرارگرفته و نتایج آن ترویج شود.

منابع مورد استفاده

- Abbasi, N., Abdi, A., Rezaei, A. and Ghadimi, Y., 2005. Geological classification of marls erosion in the lower Ghezel Ozan basin in Zanjan province. Ministry of Jihad and Agriculture, Agricultural Research and Training Organization, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 120 pages (In Persian).
- Aghanabati, A., 2006. Geology of Iran. Geological Survey of Iran, 640 pages, (In Persian).
- Aliehyaei, M., 1988. Soil chemical analysis methods. Soil and Water Research Institute Publications, Karaj, 158 pages (In Persian).
- Asadi, M., Masoumi, A., Khatamsaz, A. and Mozaffarian, M., 2010. Flora Iran (Vol. 51-1). Publications of Forests and Rangelands Research Institute, Tehran, Iran (In Persian).
- Bagherian, K.A., Angoshtari, H. and Filikesh, E., 2007. Recognition and presentation of native and suitable vegetation for erosion controlling of marls by biomechanical methods – A case study in Sabzevar marls. Third National Conference on Watershed Management and Soil and Water Resources Management. Kerman, Iran (In Persian).
- Bamiki, R., Séranne, M., Chellaï, E., Merzeraud, G., Marzoqi, M. and Melinte-Dobrinescu, M., 2020. Unraveling the accumulation and differentiation processes Geology, Volume, 105655.
- Bouma, N. and Imeson, A., 2000. Investigation of relationships between measured field indicators and erosion processes on badland surfaces at Peter, Spain. Journal of Catena, 40: 147-171.
- Cardoso, R. and Alonso, E., 2009. Degradation of compacted marls. A microstructural investigation. Soils and Foundations, 49(3): 315-328.
- Davis, P., 1988. Flora of Turkey. Vols. 1-10. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Duran, Z.V.H. and Rodr´iguez, P.C.R., 2008. Soil-erosion and runoff prevention by plant covers. A review. Agronomy for Sustainable Development, 28 (2008): 65–86.
- Emami, N. and Peyrowan, H.R., 2021. Physico-chemical indices effective on Marls sediment yield in Zagros structural zone (Case study: Chaharmahal and Bakhtiari province). Journal of Watershed Engineering and Management, 11(2)440-451 (In Persian).
- Esmailpour, A., 1996. Investigation of marls around Urmia Lake and determining their sensitivity to water erosion. Imam Khomeini Higher Education Center, 200 pages (In Persian).
- Feiznia, S., Sharifi, F. and Zare, M., 2003. Sensitivity of formations to erosion in Chandab Varamin Watershed. Journal of Research and Construction, 61: 203-217 (In Persian).
- Ghahreman, A., 2003. Color Flora of Iran, Publications of the Forests and Rangelands Research Institute, (In Persian).
- Gourfi, A., Daoudi, L. and Shi, Z., 2018. The assessment of soil erosion risk, sediment yield and their controlling factors on a large scale: Example of

trajectories of subalpine soils, Switzerland. Geoderma, 361 (2020): 114065.
- Russell, D. and Kelts, K., 2003. Classification of lacustrine sediments based on sedimentary components. Journal of Paleolimnology, 29:141-154.
- Sadeghi, S.H., Hazbavi, Z., Kiani-Harchegani, M., Younesi, H., Sadeghi, P., Angulo-Jaramillo, R. and Lassabatere, L., 2021. The hydrologic behavior of Loess and Marl soils in response to biochar and polyacrylamide mulching under laboratorial rainfall simulation conditions. Journal of Hydrology, 592(2021): 125620.
- Sadeghi, S.H., Kiani-Harchegani, M., Hazbavi, Z., Sadeghi, P., Angulo-Jaramillo, R., Lassabatere, L. and Younesi, H., 2020. Field measurement of effects of individual and combined application of biochar and polyacrylamide on erosion variables in loess and marl soils. Science of The Total Environment, 728: 138866.
- Salimnezhad, A., Soltani-Jigheh, H. and Abolhasani Soorki, A., 2021. Effects of oil contamination and bioremediation on geotechnical Properties of highly plastic clayey soil. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering 13 (2021):653e670.
- Van Driesche, R.G.V., Carruthers, R.I., Center, T., Hoddle, M.S., HoughGoldstein, J., Morin, L., Smith, L., Wagner, D.L., Blossey, B., Brancatinii, V., Casagrande, R., Causton, C.E., Coetzee, J.A., Cuda, J., Ding, J., Fowler, S.V., Frank, J.H., Fuester, R. and Van Klinkeni, R.D., 2010. Classical biological control for the protection of natural ecosystems. Biological Control, 54 (1): 2-33.
-Zobiri, M., Mazour, M. and Morsli, B.,2018. Water erosion on marl slopes and prevention of its effects using conservation of water and soil systems in the Wadi Isser watershed – Algeria. Journal of Water and Land Development, 37(1):161-169.

Morocco. Journal of African Earth Sciences, 147:281-299.
-Guidi, P., Falsone, G., Wilson, C., Cavani, L., Ciavatta, C. and Marzadori, C., 2021. New insights into organic carbon stabilization in soil macroaggregates: An in situ study by optical microscopy and SEM-EDS technique. Geoderma, 397: 115101.
- Kooijman, A.M., Weiler, H.A., Cusell, C., Anders, N., Meng, X., Seijmonsbergen, A.C. and Cammeraat, L.H., 2019. Litter quality and microtopography as key drivers to topsoil properties and understorey plant diversity in ancient broadleaved forests on decalcified marl. Science of the Total Environment, 684 (20):113-125.
- Masoumi, A., 2005. Species of Iran, Volume 5-1, National Forests and Rangelands Research Institute (In Persian).
- Mohamed, A., 2000. The role of clay minerals in marl soils on its stability. Journal of Engineering Geology, 57: 193-203.
- Moosdorf, N., Cohen, S. and Hagke, C.H., 2018. A global erodibility index to represent sediment production potential of different rock types. Applied Geography, 101: 36-44.
- Motiei, H., 1993. Zagros Stratigraphy. Geological Survey of Iran. 556pages (In Persian).
- Mozaffari, M., 1996. Dictionary of Iranian Plants, Contemporary Culture Publications.
- Rechinger, K., 2010. Flora Iranica, Vols. 1-178. Akademische Druck- U Verlagsanstalt, Graz.
- Rey, F. and Buryilo, M., 2014. Can bioengineering structures made of willow cuttings trap sediment in eroded marly gullies in a Mediterranean mountainous climate? Geomorphology, 204: 564-572.
- Rowley, M.C., Grand, S., Adatte, T.H. and Verrecchia, E.P., 2020. A cascading influence of calcium carbonate on the biogeochemistry and Pedogenic

Investigating the habitat requirements of some rangeland plants growing on the soils resulting from the erosion of Gurpi marli formation (Case Study: Chaharmahal and Bakhtiari Province)

S.N. Emami[1*] and H. Shirmardi[2]

1*- Corresponding author, Assosiate Professor, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Chaharmahal and Bakhtiari province, Agricultural Research and Education Organization, Shahrekord, Iran, Email: emami1348@yahoo.com
2-Researcher, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Chaharmahal and Bakhtiari province, Agricultural Research and Education Organization, Shahrekord, Iran

Received: 11/08/2021 Accepted: 09/03/2022

Abstract

Due to the mineralogical characteristics of marls and the concentration of impermeable clay minerals in the bodies of these types of rocks and sediments, the establishment and growth of vegetation in marl lands is usually hard. This research aims to systematically investigate relatively densely grown plant species and determine their habitat needs as well as their protective role in the soils resulting from the erosion of the Marni formation with a bed of the Gurpi marly belonging to the Cretaceous period with a thickness of more than 100 meters in two regions Westgan and Dorahan in Borujen city of Chaharmahal and Bakhtiari province were implemented. For this purpose, 65 marl soil samples were taken, and physical and chemical tests were performed on 31 samples. Botanical surveys were performed using repeated field visits within 180 plots, and plant samples were identified after moving to the plant museum (Herbarium) of the agricultural and natural resources research and education center. In general, out of more than 400 existing plant species growing in the region and on different formations, a collection of rangelands species *Astragalus brachycalyx-Daphne mucronata-Cirsium bracteosum* with a density of more than 50% can be found in the lands resulting from the erosion of neutral marl formations (PH = 7-8) with a moderate amount of lime and minimal presence of Na+ and Cl- to be established. On the other hand, a complex colony of rangelands species with a combination of *Astragalus susianus-Daphne mucronata-Amygdalus elaeagnifolia* can be established in alkaline marl soils (PH ≥ 8) and with the predominance of the calcareous component in rock and sediment in the presence of very high Cl- values and as a biological solution. Water erosion control in soils affected by the erosion of alkaline marl should be provided.

Keywords: Biological control, sediment, erosion, soil properties.