نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۱۲، شماره ۴، ۱۳۹۹، صفحات ۹۲۹-۹۴۰

Journal of Watershed Engineering and Management
Volume 12, Issue 4, 2021, Pages 929-940
DOI: 10.22092/ijwmse.2020.125526.1615

بررسی ویژگی‌های خاک‌شناسی و پوشش گیاهی سازندهای مارنی، مطالعه موردی: مارن‌های منطقه سبزوار

علی باقریان کلات*[۱]، اسماعیل فیله‌کش[۲] و علیرضا مجیدی[۳]

[۱ و ۲] دکتری بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران، [۳] استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۳۰

چکیده

سازندهای مارنی به‌دلیل دارا بودن ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نامناسب، از پوشش گیاهی ناچیزی برخوردار بوده، به شدت فرسایش‌پذیر هستند. این سازندها حدود ۲۰۰۰ کیلومتر مربع از اراضی شهرستان‌های سبزوار و داورزن را تشکیل می‌دهند. در این پژوهش، ویژگی‌های زمین‌شناسی، خاک‌شناسی و پوشش گیاهی سازندهای مارنی شهرستان‌های سبزوار و داورزن بررسی شدند. از نظر زمین‌شناسی، در منطقه دو نوع سازند مارنی شامل سازند مارن نمکی و مارن قرمز گچ‌دار وجود دارد. شیب‌های جنوبی، غالبا فاقد پوشش بوده، میزان پوشش گیاهی بر روی شیب‌های شمالی بین صفر تا ۲۷ درصد متغیر است. سه جنس گیاهی درمنه، سالسولا و افدرا جنس‌های گیاهی غالب عرصه‌های مارنی را تشکیل می‌دهند. به‌منظور شناخت ویژگی‌های فیزیکوشیمایی خاک‌های مارنی، در محدوده استقرار هر یک از سه جنس گیاهی درمنه، سالسولا و افدرا در دامنه‌های شمالی، چندین پروفیل خاک حفر شد. از هریک از پروفیل‌ها از عمق صفر تا ۴۰ سانتی‌متری، نمونه خاک برداشته و تحلیل شد. نتایج نشان داد که در جنس‌های گیاهی مورد بررسی، با افزایش پوشش گیاهی از ۱۰-۰ درصد به ۲۴-۱۰ درصد، ویژگی‌هایی از خاک نظیر هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد ژیپس، سیلت و رس، سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلر، سولفات، مجموع آنیون‌ها و کاتیون‌ها و نسبت جذب سدیم کاهش نشان داده و ویژگی‌هایی چون درصد کربن، نیتروژن، فسفر و درصد مواد خنثی‌شونده و ماسه و میزان بیکربنات غالبا افزایش نشان می‌دهند. در این پژوهش، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. بررسی‌ها نشان داد که جنس‌های گیاهی درمنه و افدرا به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد پوشش گیاهی بوده و این تفاوت از نظر آماری با استفاده از آزمون دانکن معنی‌دار است ($P<0/05$). ضمنا میزان شوری و گچ موجود در خاک مارنی از مهمترین عواملی است که در میزان استقرار پوشش گیاهی نقش به‌سزایی ایفا می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: خاک مارنی، گونه گیاهی، مارن گچ‌دار، مارن نمکی، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

مقدمه

سازندهای با لیتولوژی مارن، مادستون، توف و نهشته‌های تبخیری از سازندهایی هستند که خاک حاصل از آن‌ها معمولا از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نامناسب بوده و از نفوذپذیری اندکی برخوردارند. لذا، استقرار پوشش گیاهی در این گونه

* مسئول مکاتبات: alibagheriankalat@yahoo.com

خاک‌ها معمولا با محدودیت‌های زیادی مواجه است، از این‌رو، این سازندها غالبا فاقد پوشش گیاهی بوده و یا پوشش گیاهی بسیار فقیری دارند (Bagherian Kalat و همکاران، ۲۰۱۰). از بین مشخصات محیطی، خاک یکی از مهمترین عواملی است که در پراکنش و تراکم پوشش گیاهی این مناطق نقش عمده‌ای دارد (Jafari و Zare Chahouki، ۲۰۰۵). در واقع ویژگی‌های خاک برآیند اثرات دیگر عوامل محیطی در طول زمان است. همبستگی و ارتباط تنگاتنگ بین پوشش گیاهی و خاک به‌گونه‌ای است که تغییر در وضعیت هر کدام، تأثیر شدیدی بر دیگر کارکردهای زیست‌بوم می‌گذارد. بنابراین، با مطالعه بر روی ارتباط بین خاک و گیاه، می‌توان به ویژگی‌های هر یک دست یافت و برای مدیریت صحیح و منطبق بر اصول اکولوژیکی از این منابع استفاده کرد (Javadi و همکاران، ۲۰۱۶).

فرایندهای فرسایشی در مارن‌ها به‌دلیل ناچیزبودن نفوذپذیری و نبود پوشش گیاهی به‌ویژه در تپه‌های مارنی، بسیار فعال است. سازندهای مارنی در حوزه‌های آبخیز همواره مشکل‌ساز بوده، یکی از مهمترین منابع تولیدکننده رسوب به‌حساب می‌آیند (Mathys و همکاران، ۲۰۰۳؛ Sheklabadi و همکاران، ۲۰۰۳؛ Bagherian Kalat و همکاران، ۲۰۱۸). در برخی از سازندهای مارنی به‌دلیل عدم موازنه یونی و همچنین، تنش شدید نمک، استقرار، جوانه‌زنی و رشد پوشش گیاهی با مشکل مواجه شده، به همین دلیل سطح این سازندها عمدتا دارای پوشش گیاهی کمتری است (Jafari و همکاران، ۲۰۰۵). با این حال، در برخی از عرصه‌های مارنی شرایط مساعد برای حضور و گسترش برخی از گونه‌های گیاهی فراهم است. در این حالت، ملاحظه می‌شود که استقرار گیاهان مرتعی، اثر قابل ملاحظه‌ای در کنترل فرسایش دامنه‌های مارنی را موجب می‌شود. بنابراین، با شناسایی گونه‌های موجود در مناطق مختلف مارنی کشور و شناسایی ویژگی‌های محیطی منطقه استقرار آن‌ها، می‌توان در شرایط مناسب، این گونه‌ها را در سایر پهنه‌های مارنی مشابه استقرار داد و به‌صورت بیولوژیک تا حدودی از فرسایش این مناطق کاست.

بررسی‌های Tamartash و همکاران (۲۰۱۰) نشان می‌دهد که گونه‌های *Suaeda fruticosa* و *Chenopodium album* بیشترین همبستگی را با نسبت جذب سدیم داشته، گونه‌های *Salsola rigida* و *Aellenia glauca* علاوه‌بر آن، با هدایت الکتریکی و میزان سیلت و گچ نیز همبستگی بالایی برقرار کرده‌اند. نتایج بررسی Tatian و همکاران (۲۰۱۱) بر روی مارن‌های قم نشان داد که شوری و بافت خاک از عوامل اصلی محدود کننده رشد گونه‌های گیاهی این مناطق محسوب شده و فقط دو گونه *Stipagrostis plumosa* و *Tamarix aphylla* به‌ترتیب با شنی و شور بودن خاک واکنش مثبت نشان می‌دهند. تحقیقات Shokrollahi و همکاران (۲۰۱۳) نشان می‌دهد که از میان عوامل خاکی، بافت، ازت، فسفر، اسیدیته و لاشبرگ، مهمترین عوامل مؤثر بر پوشش تاجی بوده و ویژگی‌های ماده آلی، فسفر، اسیدیته و هدایت الکتریکی نیز مهمترین عوامل مؤثر بر تراکم گونه‌های گیاهی هستند.

بررسی‌های Javadi و همکاران (۲۰۱۶) حاکی از آن است که بین پوشش گیاهی و عوامل محیطی، همبستگی معنی‌دار وجود دارد. مهمترین ویژگی‌های خاکی مؤثر در تفکیک جنس‌های رویشی منطقه مورد مطالعه، سنگریزه، رس، سیلت، شن، گچ، آهک، اسیدیته خاک، هدایت الکتریکی، پتاسیم و ارتفاع از سطح دریا بوده و هرگونه گیاهی با توجه به منطقه رویش، نیازهای بوم‌شناختی و دامنه بردباری، با بعضی از ویژگی‌های خاک رابطه دارد. بررسی‌های Sehati و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که بین برخی ویژگی‌های مورفومتری اراضی مارنی و درصد تاج پوشش گیاهی همبستگی معنی‌دار وجود دارد.

در خارج از کشور نیز Bowman و همکاران (۱۹۸۵) در پژوهشی، بر روی علفزار با شوری خاک بالا، نتیجه گرفتند که تراکم پوشش‌گیاهی و ترکیب گونه‌ای با شوری، قلیائیت، میزان حاصلخیزی و خصوصیات فیزیکی خاک ارتباط دارد. Wilson (۱۹۸۶) نیز در زمینه تغییر پوشش گیاهی از گونه *Sarcobatus verculatusmi* به گونه *Elymus cinereus*، حد تغییر این دو گونه را شوری بیش از ۰/۷۷۵ زیمنس بر متر و pH بالای ۸/۳ ذکر کرده است. نتایج تحقیقات در ایالت‌های آریزونا و نیومکزیکو بر روی شش گونه آتریپلکس نشان می‌دهد که حضور

این گونه‌ها با میزان pH، SAR و CEC خاک ارتباط مستقیم دارند. Thornes (۱۹۹۰)، استقرار پوشش گیاهی را تابعی از عوامل متعدد نظیر اقلیم، خصوصیات پستی و بلندی، قابلیت دسترسی گیاهان به آب و خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک می‌داند. Carneval و Torres (۱۹۹۰) عقیده دارند که در اراضی شور سه عامل شوری، بافت و درصد کربن آلی خاک مهمترین شاخص‌های موثر بر پراکنش اجتماعات گیاهی هستند. زیست‌بوم‌های مرتعی مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌دلیل حاکم بودن محدودیت‌های محیطی به‌شدت تحت تأثیر عوامل تشکیل‌دهنده سامانه قرار دارند. بنابراین، شناخت روابط موجود بین این عوامل تأثیر به‌سزائی در مدیریت و برنامه‌ریزی برای آن‌ها دارد (Jongman و Gabriel، ۲۰۰۴).

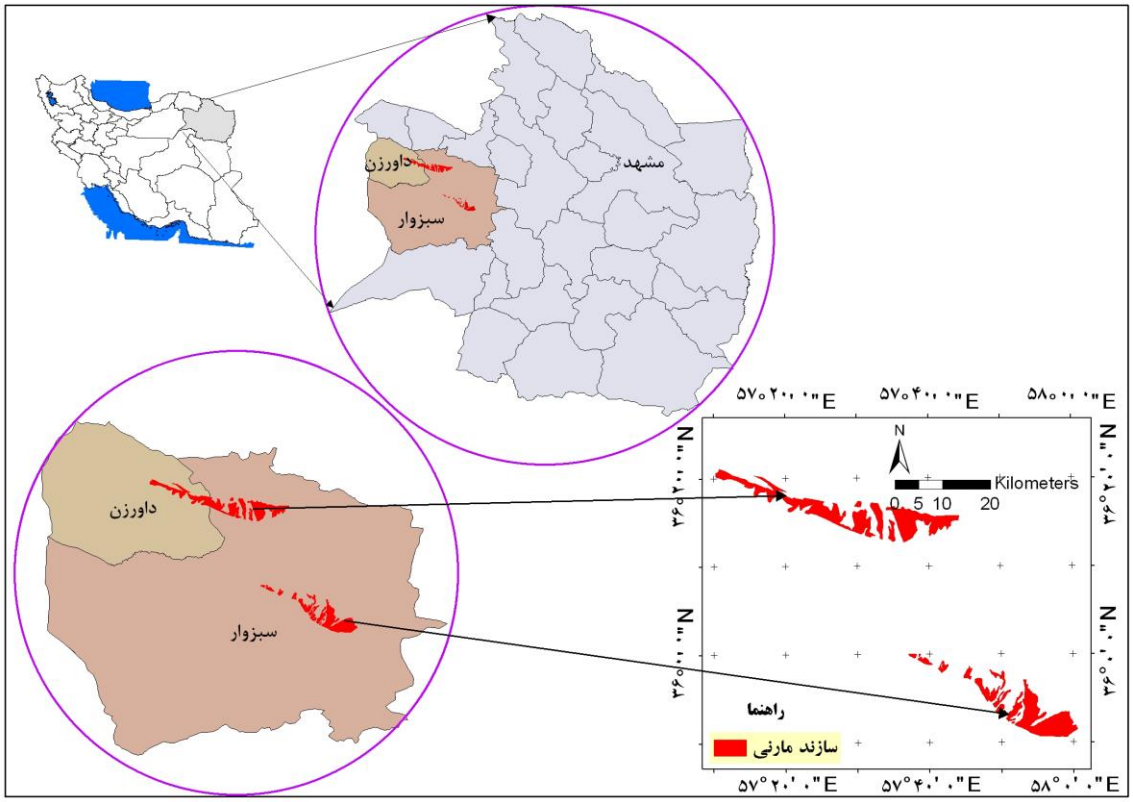
Anderson و Porter (۱۹۹۴) در بدلندهای جنوب غربی کلرادو گونه جدیدی از آستراگالوس را به‌نام *Astragalos Tortips* شناسایی و معرفی کردند. تحقیقات Garciafayos و همکاران (۱۹۹۵) نشان داد که محدودیت‌های موجود در رشد و استقرار گونه‌های گیاهی بر روی بدلندها می‌تواند از دلایل اصلی فقدان پوشش گیاهی در اراضی بدلندی مارنی باشد. Maccherini و همکاران (۲۰۰۰)، با بررسی ساختمان و تنوع گونه‌ای جنس *Bromus erectus* در بدلندهای بیانکانا نتیجه گرفتند که در این تیپ گیاهی، ویژگی‌هایی نظیر فراوانی، تنوع و ترکیب گونه‌های یک‌ساله همراه این تیپ در نقاط مختلف بدلندها تفاوت‌های زیادی با یکدیگر دارند. Bowman و همکاران (۲۰۰۴)، با بررسی ارتباط بین ویژگی‌های خاک با ترکیب گونه‌ای مراتع نیوسالت‌ولز، نتیجه گرفتند که میزان هدایت الکتریکی خاک منطقه مهمترین عامل در تغییر تراکم گونه‌ای است. بررسی‌های Joaquin و Gabriel (۲۰۰۴) بر روی رس‌های میوسن و مارن‌های ائوسن در شمال شرقی اسپانیا نشان داد که انحطاط پوشش گیاهی و میزان فرسایش در خاک‌های مارنی بیشتر از خاک‌های رسی است و در این مناطق الگوی واضحی از جایگزینی پوشش گیاهی مشاهده نمی‌شود. Howard (۲۰۰۹)، میزان سدیم و سولفات کلسیم بالا را یکی از مهمترین عوامل محدودکننده استقرار پوشش گیاهی بر روی بدلندهای مناطق خشک می‌داند. Gallart و همکاران (۲۰۱۳)، با بررسی و تحلیل انتشارات معتبر علمی در مورد بدلندها، عوامل لیتولوژیکی و اقلیمی را مهمترین عوامل تعیین‌کننده در استقرار پوشش‌گیاهی بر روی بدلندها می‌دانند. Yue و همکاران (۲۰۱۷)، به بررسی پراکنش گونه‌های گیاهی و ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های خاک در منطقه تبت پرداختند. نتایج ایشان نشان داد که پراکندگی گونه‌های گیاهی با رطوبت خاک و وضعیت عناصرغذایی خاک ارتباط دارد. بررسی‌های Dolarslan و همکاران (۲۰۱۷) در مراتع مناطق نیمه‌خشک نشان داد که ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر تنوع و غنای گیاهی موثر است.

جمع‌بندی سابقه پژوهش، نشان می‌دهد که بررسی‌هایی که تا کنون بر روی ارتباط عوامل مؤثر در پراکنش پوشش گیاهی صورت گرفته، غالبا مربوط به اراضی غیر مارنی است و کمتر به شناسایی پوشش گیاهی و توزیع آن در ارتباط با ویژگی‌های خاک در نواحی مارنی پرداخته شده است. از سوی دیگر، پژوهش‌های انجام‌شده دلالت بر آن دارد که گونه‌های گیاهی در مناطق مارنی متنوع بوده و بر اساس شرایط منطقه، عوامل مختلفی در حضور و گسترش آن‌ها نقش دارد. بنابراین، ضروری است، بررسی‌های دقیق‌تری در این زمینه صورت گیرد. سازندهای مارنی منطقه سبزوار از یکسو، نسبت به پدیده فرسایش بسیار حساس بوده و از سوی دیگر، به‌دلیل بالابودن میزان املاح گچ و نمک در آن‌ها موجب فرسایش و انتقال املاح به پایین‌دست منطقه می‌شوند. با توجه به نقش پوشش گیاهی در کنترل فرسایش خاک، پژوهش حاضر با هدف بررسی ویژگی‌های مهم خاک‌های مارنی و شناسایی جنس‌های گیاهی غالب بر روی این خاک‌ها در منطقه سبزوار به انجام رسیده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: به‌منظور اجرای این پژوهش، اراضی مارنی میوسن واقع در شهرستان سبزوار انتخاب شدند. این اراضی با وسعت حدود ۲۰۰۰ کیلومتر مربع در محدوده با مشخصات ″۱۵ °۷۵ تا ″۴۳ °۵۷ طول و ″۱۳ °۳۶ تا ″۱۸ °۳۶ عرض جغرافیایی و همچنین،

″۳۷ °۷۵ تا ″۳۲ °۵۸ طول و ″۵۰ °۳۵ تا ″۰۱ °۳۶ عرض جغرافیایی واقعند. در شکل ۱، پراکنش مارن‌های مورد پژوهش نشان داده شده است. ارتفاع متوسط منطقه از سطح آب‌های آزاد ۱۰۸۵ متر است. میانگین دما و بارش سالیانه منطقه به‌ترتیب ۱۷/۶ درجه سانتی‌گراد و ۱۸۵ میلی‌متر است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد بررسی در استان خراسان رضوی

جمع‌آوری داده‌ها

ویژگی‌های زمین‌شناسی و خاک‌شناسی

مارن‌های منطقه: مارن‌های منطقه مورد پژوهش، دارای سن میوسن هستند. در منطقه، دو نوع سازند مارنی شامل سازند مارن نمکی و مارن قرمز گچ‌دار وجود دارد. مارن‌های نمکی به رنگ نخودی روشن بوده، در نمود ظاهری و مشاهدات صحرایی فاقد گچ می‌باشد (شکل ۲). این سازند عمدتا در قسمت‌های شمال تا شمال شرق شهر سبزوار گسترش دارند. رخنمون قابل توجهی از این مارن‌ها در مجاورت جاده سبزوار به اسفراین گسترش داشته، بخشی از کلوت‌های شمال سبزوار را شکل می‌دهند. مارن‌های نمکی حدود ۱۵۰ کیلومتر مربع از سازندهای مارنی منطقه مورد بررسی را تشکیل می‌دهند. در این اراضی، غالبا خاک‌های عمیق تا خیلی عمیق با تکامل پروفیلی وجود دارد. بر روی اراضی در بخش‌هایی لکه‌های نمک به‌صورت پراکنده و در برخی نقاط حالت پف‌کرده مشاهده می‌شود. ساختمان افق سطحی، دانه‌ای و ورقه‌ای است که غالبیت با ساختمان دانه‌ای ریز تا متوسط است. عمق خاک دارای ساختمان مکعبی زاویه‌دار و بدون زاویه‌ریز تا متوسط است. آهک ثانویه نیز در افق‌های زیرین مشاهده می‌شود. این اراضی دارای خاک یکنواخت بوده و تغییرات کمتر است. تراکم ریشه‌های موئین خیلی‌ریز و ریز نسبتا زیاد بوده و خلل و فرج نیز در حد متوسط است (Bagherian Kalat و همکاران، ۲۰۱۰).

مارن‌های قرمز گچ‌دار عمدتا در قسمت‌های شمال غرب و همچنین، جنوب شرقی شهر سبزوار رخنمون دارند. این مارن‌ها مساحت زیادی داشته، نزدیک به ۹۰ درصد از مارن‌های منطقه را تشکیل می‌دهند. میزان گچ در قسمت‌های مختلف سازند متفاوت بوده، از چند درصد تا بیشینه ۳۰ درصد از کل سازند را تشکیل می‌دهد. ضخامت لایه‌های ژیپس متفاوت بوده

و از چند میلی‌متر تا بیش از یک متر نیز می‌باشد. در شمال غرب سبزوار، رخنمون این مارن‌ها به‌صورت مارن‌های‌الوان (تناوبی از مارن قرمز و ژیپس) دیده می‌شود (شکل ۲). خاک خیلی کم‌عمق تا کم‌عمق بدون تکامل پروفیلی از اختصاصات این اراضی است. بر روی سطح این اراضی گچ متبلور و لکه‌های نمک مشاهده می‌شود. در عمق پروفیل خاک، بلورهای نمک و گاها آهک ثانویه وجود دارد. در افق سطحی ساختمان‌های دانه‌ای و ورقه‌ای مشاهده می‌شود که غالبیت با ساختمان دانه‌ای ریز تا متوسط است. در افق عمقی خاک در نقاطی ساختمان بلوکی بدون زاویه و یا زاویه‌دار ضعیف تا متوسط وجود دارد که معمولا خاک دارای تکامل پروفیلی بوده و عمیق است. ریشه‌های موئین خیلی‌ریز تا ریز در این خاک‌ها وجود داشته، خلل و فرج نیز در حد متوسط است (Bagherian Kalat و همکاران، ۲۰۱۰).

شکل ۲- تصاویری از رخنمون سازندهای مارن نمکی (سمت راست) و مارن گچ‌دار (سمت چپ) در منطقه سبزوار

جنس‌های گیاهی موجود بر روی مارن‌ها: شناسایی پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه با استفاده از بازدیدهای صحرایی، با استفاده از روش کمینه مساحت و در سطح پلات‌های چهار متر مربعی صورت گرفت. بررسی‌های پوشش گیاهی در سطح ۳۶ پلات انجام شد. در نهایت، سه تیپ غالب گیاهی موجود بر روی عرصه مارنی به همراه محدوده گسترش هر تیپ مشخص شد. سپس، در هر جنس گیاهی مناطق مناسب برای انجام پژوهش به‌گونه‌ای انتخاب شد که این مناطق در شیب‌های شمالی و در ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۱۱۵۰ متری از سطح دریا و درصد پوشش گیاهی بین ۱۰-۰ و ۲۴-۱۰ قرار داشتند.

به‌منظور شناسایی و تعیین ویژگی‌های خاک عرصه‌های مارنی، به تعداد شش تکرار در دامنه‌های شمالی، در سه تیپ گیاهی، در دو طبقه پوشش ۱۰-۰ و ۲۴-۱۰ درصد اقدام به حفر پروفیل خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری شد. پروفیل‌های خاک طبق استانداردهای متداول خاک‌شناسی تشریح شد. از هر پروفیل یک نمونه خاک از عمق صفر تا ۴۰ سانتی‌متری برداشته شد. بدین‌ترتیب از خاک مربوط به عرصه استقرار هر تیپ گیاهی تعداد ۲۴ نمونه خاک مارنی برداشته شد. در مجموع، تعداد ۷۲ نمونه خاک مارنی به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل شد. پس از حمل نمونه‌های خاک به آزمایشگاه و آماده‌سازی آن‌ها، بافت خاک شامل درصد رس، سیلت و ماسه به روش هیدرومتر، کربن آلی طبق روش والکلی-بلک (Duiker و همکاران، ۲۰۰۱)، اسیدیته با استفاده از دستگاه pHسنج، هدایت‌الکتریکی با دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی، غلظت کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری، غلظت سدیم و پتاسیم به روش فلیم فتومتری، میزان کلراید به روش موهر، غلظت سولفات و میزان گچ به روش استون، درصد کربنات کلسیم با استفاده از روش کلسیمتری و مقادیر SAR با استفاده از رابطه استاندارد موجود محاسبه شد (Page، ۱۹۸۲)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش Bower و همکاران (۱۹۵۲) و با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر تعیین

شد. ازت کل به روش کجلدال (Krik، ۱۹۵۰) و فسفر قابل استفاده به روش اولسن (Nelson و Sommers، ۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل‌های آماری: در این پژوهش، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و تعیین همبستگی بین درصد پوشش‌گیاهی در هر جنس و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مارن‌های عرصه مورد بررسی، با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. همچنین، تحلیل رگرسیونی چندمتغیره در این پژوهش، ارتباط آماری بین متغیر وابسته (درصد پوشش هر جنس گیاهی) با متغیرهای مستقل (ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مارنی) با استفاده از مدل رگرسیونی گام به گام (Stepwise) در محیط نرم‌افزاری (SPSS) مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

بررسی‌ها نشان داد که در عرصه‌های مارنی، سه گونه گیاهی، گونه‌های غالب منطقه را تشکیل می‌دهند. میزان پوشش گیاهی عرصه‌های مارنی متفاوت بوده، از صفر درصد در دامنه‌های جنوبی تا بیشینه ۲۷ درصد در جامعه گیاهی *Artemisia siberi* در دامنه‌های شمالی متغیر می‌باشد. گونه‌های گیاهی *Salsola aucheri* و *Artemisia siberi* در حد تیپ ظاهر شده، وسعت زیادی دارند. گونه *Ephedra intermedia* به‌صورت لکه‌ای بر روی مارن‌های بخش‌های مرکزی منطقه دیده شده، میزان پوشش گیاهی کمتری را نسبت به جنس‌های *Salsola aucheri* و *Artemisia siberi* نشان می‌دهد.

جنس *Artemisia seiberi*: این جنس گیاهی بر روی مارن‌های نمکی واقع در در قسمت‌های شمال تا شمال شرق شهر سبزوار، در ارتفاع ۱۲۰۰-۱۰۰۰ متری از سطح دریا دیده می‌شود. در شیب‌های شمالی میزان پوشش نسبتا بالا است (به‌صورت لکه‌ای به ۲۷ درصد نیز بالغ می شود). در شکل ۳، تصویری از این جنس گیاهی نشان داده شده است. *Salsola tomentosa* و *Ephedra intermedia* مهمترین گونه‌های همراه جنس درمنه می‌باشند. در جدول ۱، مهمترین گونه‌های همراه جنس *Artemisia seiberi* ارائه شده است.

جنس *Salsola aucheri*: در این گونه، مارن‌ها از نوع مارن قرمز گچ‌دار است. این جنس گیاهی در قسمت‌های غربی عرصه مارنی مورد پژوهش گسترش دارد. در این مارن‌ها میزان گچ عمدتا بین ۱۵-۵ درصد متغیر است**.** گسترش این جنس بر روی این مارن‌ها از ارتفاع ۱۲۰۰-۱۰۵۰ متر است. در این جنس، گونه‌های *Salsola tomentosa* و *Artemisia seiberi* گونه‌های اصلی همراه را تشکیل می‌دهند. در بعضی مناطق نیز به‌صورت لکه‌ای وسعت گونه *Ephedra intermedia* چشم‌گیر است. در شکل ۳، تصویری از این جنس نشان داده شده است. گونه‌های *Salsola tomentosa* و *Artemisia seiberi*، گونه‌های اصلی همراه تیپ را تشکیل داده و در بعضی مناطق نیز به‌صورت لکه‌ای وسعت‌گونه *Ephedra intermedia* قابل توجه می‌باشد. گونه‌های همراه این تیپ‌گیاهی در جدول ۱، نشان داده شده است.

جنس *Ephedra intermedia*: این جنس گیاهی بر روی مارن‌های قرمز گچ‌دار واقع در در غرب شهر سبزوار، در ارتفاع ۱۲۵۰-۱۱۰۰ متری از سطح دریا به‌صورت لکه‌هایی پراکنده دیده می‌شود. این مارن‌ها به‌طور متوسط حدود ۲۰ درصد گچ داشته، حتی در برخی نقاط ضخامت طبقات گچ به بیش از یک متر نیز بالغ می‌شود. در این اراضی به‌علت دارا بودن گچ زیاد میزان پوشش‌گیاهی ناچیز است. چنانچه در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ این عرصه به‌صورت نمود ظاهری (physyonomi) مورد ارزیابی قرار گیرد، عرصه به‌عنوان اراضی فاقد پوشش گیاهی در روی نقشه خواهد بود. ولی در این بررسی با توجه به وجود گونه *Ephedra intermedia* در شیب‌های شمالی، به‌عنوان یک تیپ مستقل مورد ارزیابی قرار گرفت. گونه‌های همراه تیپ در جدول ۱ ارائه شده است.

نتایج میانگین ویژگی‌های خاک اراضی مارنی در جنس‌های گیاهی مورد بررسی در جدول ۲، نشان داده شده است.

شکل ۳– جنس *Salsola aucheri* (سمت چپ) و جنس *Artemisia seiberi* (سمت راست) در مارن‌های سبزوار

جدول ۱– مهمترین گونه‌های همراه جنس‌های گیاهی *Artemisia seiberi*، *Salsola aucheri* و *Ephedra intermedia*

نوع مارن	جنس گیاهی	گونه‌های گیاهی همراه
نمکی	*Artemisia seiberi*	*Salsola tomentosa, Ephedra intermedia, Dorema ammonieum, Tolipa Montana, Stipa barbata, Reumaria sp., Sophora sp., Alhagi camalarum, Centurea sp.*
قرمز گچ‌دار	*Salsola aucheri*	*Salsola.tomentosa, Artemisia seiberi, Centurea sp., Artemsia khorasaniea, Reumaria sp., Ephedra intermedia ,Salvia lenfolia, Luctuca orientalis, Amygdalus lycoides, Astragalus sp., Caparis spinosa, Ephorbia sp., Luanea sp., Alhagi camelarum, Sophora bolbosa, Poa bolbosa, Stachis trinervis, Stachis trinervis, Stipa barbata., Acantholimon, Acanthophylum, Scrophularia, Salsola tomentosa., Gamanthas, Chonopodiam sp., Atriplex sp., Tolipa Montana., Eremuros sp*
قرمز گچ‌دار	*Ephedra intermedia*	*Salvia lenfolia, Reaumaria alternifolia, Stachis trinervis, Artemisia seiberi, Cosinia sp., Caparis spinosa, Salsola.tomentosa, Amygdalus lycoides, Halatannus sp., Stipa barbata., poa bolbosa, Euphorbia sp., sophora sp., Tolipa Montana., Atriplex sp., Chenopodium, Halotis sp., Gamanthus sp.*

جدول ۲– میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در سه جنس گیاهی مورد پژوهش در مارن‌های مورد بررسی

جنس گیاهی	درصد پوشش	هدایت الکتریکی (dSm^{-1})	اسیدیته	مواد خنثی شونده (T.N.V) (درصد)	کربن آلی (درصد)	مجموع آنیون‌ها ($meqlit^{-1}$)	سولفات ($meqlit^{-1}$)	کلر ($meqlit^{-1}$)
Artemisia	۰-۱۰	۱۳/۷	۸/۲	۱۳/۴	۰/۰۳	۲۴۳/۱	۱۵/۷	۲۲۳/۳
Artemisia	۱۰-۲۴	۱/۷	۸	۱۶	۰/۱	۲۳/۵	۸/۷	۱۱/۴
Salsola	۰-۱۰	۸/۱	۸	۱۰/۸	۰/۰۵	۱۰۵/۲	۲۳/۵	۷۸/۲
Salsola	۱۰-۲۴	۲/۳	۷/۸	۱۰	۰/۱	۳۳/۴	۲۵	۹/۶
Ephedra	۰-۱۰	۴/۷	۸	۸/۷	۰/۰۴	۶۹/۹	۳۰/۱	۳۶/۷
Ephedra	۱۰-۲۴	۲/۵	۷/۸	۹/۸	۰/۱۱	۴۱/۷	۲۷/۲	۱۱/۴

جنس گیاه	درصد پوشش	بی‌کربنات ($meqlit^{-1}$)	مجموع کاتیون‌ها ($meqlit^{-1}$)	پتاسیم ($meqlit^{-1}$)	سدیم ($meqlit^{-1}$)	منیزیم ($meqlit^{-1}$)	کلسیم ($meqlit^{-1}$)	نسبت جذب سدیم
Artemisia	۰-۱۰	۲/۸	۲۴۷/۵	۳/۱	۲۱۶	۱۰/۱	۲۰	۵۰/۴
Artemisia	۱۰-۲۴	۳/۳	۲۴/۳	۲/۷	۹۶/۱	۴/۲	۸/۲	۴/۱
Salsola	۰-۱۰	۳	۱۰۵/۶	۵/۳	۷۳/۷	۱۰/۴	۱۷/۷	۱۸
Salsola	۱۰-۲۴	۲/۹	۳۳/۹	۶/۶	۸/۱	۵	۲۲/۴	۱/۱
Ephedra	۷۱/۲	۳/۱	۷/۵	۳۰/۸	۵	۲۷/۹	۷/۳	۰/۰۲
Ephedra	۴۲/۸	۳	۶/۴	۲/۶	۴/۴	۲۶/۲	۱/۲	۰/۰۵

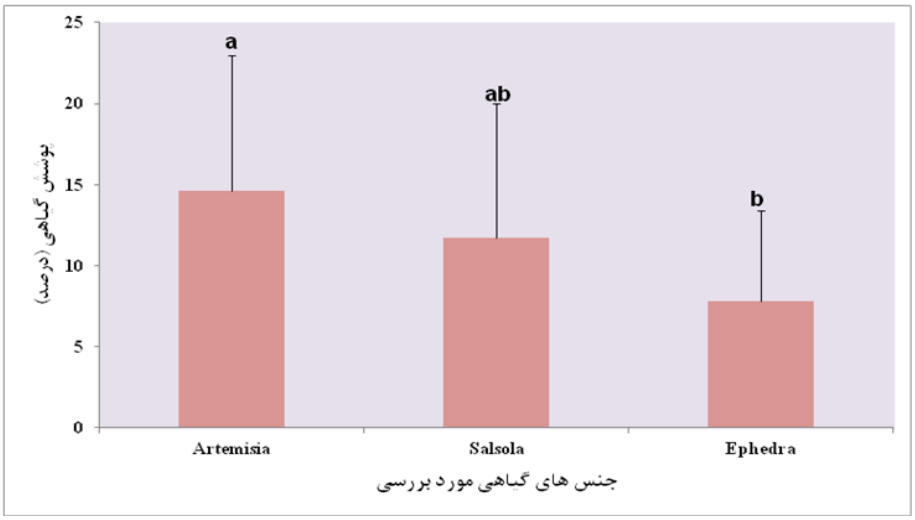
جنس گیاه	درصد پوشش	فسفر ($mgKg^{-1}$)	نیتروژن کل (درصد)	گچ ($meq100gr^{-1}$)	ماسه (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	CEC (درصد)
Artemisia	۰-۱۰	۰/۵	۰/۶	۱۳/۵	۲۵/۷	۶۸/۲	۵/۴	۱۴/۱
Artemisia	۱۰-۲۴	۱	۰/۸	۹/۵	۳۲/۹	۶۲/۷	۴/۳	۱۲/۳
Salsola	۰-۱۰	۰/۸	۰/۰۳	۳۷/۲	۴۷/۴	۴۶/۳	۶/۳	۱۸/۶
Salsola	۱۰-۲۴	۰/۹	۰/۰۹	۳۱/۷	۶۶/۷	۲۸/۸	۴/۵	۱۴
Ephedra	۰-۱۰	۰/۶	۰/۵	۴۵/۶	۵۰/۷	۴۵/۳	۳/۲	۱۶/۲
Ephedra	۱۰-۲۴	۱	۱	۳۶/۵	۴۳/۲	۴۳/۲	۳/۴	۱۷/۷

در این پژوهش، ابتدا داده‌ها نرمال شد. تحلیل واریانس داده‌ها نشان داد که سه جنس گیاهی مورد بررسی از نظر درصد پوشش گیاهی از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دارند (جدول ۳). جنس‌های گیاهی مورد پژوهش، با استفاده از آزمون دانکن در دو گروه مختلف قرار می‌گیرند (شکل ۴). در این بررسی، روابط بین متغیرهای وابسته (درصد پوشش گیاهی) و مستقل (ویژگی‌های خاک مارنی) و همچنین، نحوه وابستگی یک متغیر به متغیرهای دیگر با استفاده از تحلیل رگرسیونی مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده‌است.

جدول ۳- نتایج تحلیل واریانس سه جنس گیاهی مورد بررسی از نظر درصد پوشش گیاهی

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	مجذور میانگین	نسبت F	P
نوع جنس گیاهی	۵۷۰/۲۵۰	۲	۲۸۵/۱۲۵	۵/۰۴۹	<۰/۰۰۹**
خطا	۳۸۹۶/۶۲۵	۶۹	۵۶/۴۷۳		
کل	۸۴۶۳۶۵	۳۳			

** معنی‌داری در سطح پنج درصد



شکل ۴- مقایسه میانگین درصد پوشش گیاهی در جنس‌های گیاهی مورد بررسی با استفاده از آزمون دانکن

جدول ۴- روابط پوشش گیاهی در سه جنس گیاهی مورد بررسی با عوامل فیزیکی و شیمیایی خاک با استفاده از مدل رگرسیونی گام به گام (T.N.V، N، CEC، EC، به‌ترتیب موید درصد مواد خنثی‌شونده، نیتروژن، ظرفیت تبادل یونی و شوری بوده و Gyp، Sand، P و K به‌ترتیب موید گچ، ماسه، فسفر و پتاسیم است)

جنس گیاهی	مدل رگرسیونی	عوامل موثر در مدل	R^2 (٪)
Artemisia	*10.14 + 0.47T.N.V + 0.32N – 0.29CEC -0 .27EC*	T.N.V **	۸۶/۹
		N **	
		CEC **	
		EC *	
Salsola	*8.43 -0.55Gyp + 0.28Sand + 0.35C*	Gyp ***	۹۰/۲
		Sand **	
		C **	
Ephedra	*14.6 -0.318Gyp + 0.33P +0.35N -0.20K*	Gyp **	۸۴/۵
		p *	
		N *	
		K *	

*، ** و *** به‌ترتیب در سطح ۹۵، ۹۹ و ۹۹/۹ درصد معنی‌دار است.

نتیجه‌گیری

نتایج تحلیل نمونه‌های خاک اراضی مارنی منطقه مورد پژوهش نشان داد که به‌طورکلی، در جنس‌های گیاهی درمنه، سالسولا و افدرا با افزایش پوشش گیاهی از ۱۰-۰ به ۲۴-۱۰ درصد، ویژگی‌هایی از خاک نظیر درصد گچ، هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد ژیپس، سیلت و رس، سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلر، سولفات، مجموع آنیون‌ها و کاتیون‌ها و نسبت جذب سدیم کاهش نشان می‌دهد. در این جنس‌ها با افزایش پوشش گیاهی از ۱۰-۰ به ۲۴-۱۰ درصد، ویژگی‌هایی چون درصد کربن، نیتروژن، فسفر و درصد مواد خنثی‌شونده و ماسه و میزان بیکربنات غالبا افزایش نشان می‌دهند (جدول ۱).

بررسی بر روی جنس‌های گیاهی مستقر در خاک‌های مارنی نشان داد که مارن‌ها در شیب‌های جنوبی فاقد پوشش بوده، یا میزان پوشش گیاهی آن‌ها ناچیز است و اغلب گونه‌های گیاهی در شیب‌های شمالی استقرار یافته‌اند. باید توجه داشت که جهت جغرافیایی بر مقدار آب در دسترس گیاه، دمای خاک و میزان نور دریافتی به‌وسیله گیاه تأثیر می‌گذارد. از طرف دیگر، تفاوت در شدت تابش نور در جهت‌های مختلف یک دامنه، باعث به‌وجود آمدن تغییرات مزوکلیمایی در آن دامنه می‌شود. در این رابطه، محققین پیشین (Zare-Chahoki و همکاران، ۲۰۱۰ و Rezaei و Gilkes، ۲۰۰۶) در خصوص تأثیر جهت دامنه در استقرار و پراکنش گونه‌های گیاهی در شرایط مطالعه خود به نتایج مشابهی دست یافتند. نتایج مقایسه میانگین درصد پوشش گیاهی در سه جنس گیاهی با استفاده از تجزیه واریانس نشان داد که سه جنس گیاهی مورد بررسی از نظر درصد پوشش گیاهی از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دارند (جدول ۳). جنس‌های گیاهی مورد پژوهش، با استفاده از آزمون دانکن در دو گروه مختلف قرار می‌گیرند (شکل ۴). همان‌طور که این شکل نیز نشان می‌دهد، جنس گیاهی *Artemisia* با میانگین درصد پوشش ۱۴/۶ درصد در گروه a قرار می‌گیرد. جنس گیاهی *Ephedra* با میانگین درصد پوشش ۷/۸ درصد در گروه b قرار گرفته، با جنس گیاهی *Artemisia* از نظر درصد پوشش گیاهی دارای تفاوت معنی‌دار است. ضمنا، جنس گیاهی *Salsola* با میانگین درصد پوشش ۱۱/۷ درصد در دو گروه a و b قرار می‌گیرد. با توجه به این‌که در این پژوهش، بررسی‌ها بر روی پوشش‌گیاهی در شرایط مشابه اقلیمی، شیب و جهت شیب صورت گرفته است، با این وجود اختلاف در خصوصیات خاک مارن‌ها موجب تفاوت در ترکیب گیاهی در جنس‌ها و همچنین، تفاوت در درصد پوشش‌گیاهی شده است. در این زمینه، این نتایج با یافته‌های محققین پیشین (Jafari و همکاران، ۲۰۰۵، Tamartash و همکاران، ۲۰۱۰ و Tatian و همکاران، ۲۰۱۱) در زمینه ارتباط ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مارن‌ها با پوشش گیاهی آن‌ها هم‌خوانی دارد.

با توجه به سنگین‌بودن بافت خاک در کل منطقه هر چه میزان ماسه خاک افزایش یابد، باعث ایجاد بافت متعادل و مناسب برای نفوذپذیری و انتقال مواد خواهد شد. تأثیر بافت خاک بر بقاء گونه‌های گیاهی به‌دلیل اختلاف در میزان رطوبت خاک است، زیرا اختلاف در میزان رطوبت به تغییرات در شکل‌دهی، هوادهی و میزان شوری خاک منجر می شود (Davies و همکاران، ۲۰۰۶ و Shokrollahi و همکاران، ۲۰۱۳). از دیگر عوامل تأثیرگذار بر پوشش تاجی و تراکم گونه‌های گیاهی در پژوهش حاضر، میزان ازت و فسفر خاک است. یکی از عوامل مؤثر در میزان ازت، بافت خاک است. خاک‌های رسی دارای مقدار ازتی بیش از خاک‌های لیمونی و آن‌ها نیز بیش از خاک‌های شنی هستند. Fisher و همکاران (۱۹۸۷) بیان کردند که بعد از آب در دسترس، نیتروژن خاک، مهمترین عامل محدودکننده رشد گیاهان است. فسفر بعد از ازت، مهمترین عنصر غذایی در تغذیه گیاه است که در رشد زایشی نقش مهمی دارد. این عنصر در گیاهان در عمل فتوسنتز، متابولیسم پروتئین‌ها، تنفس و سنتز آنزیم نقش اساسی دارد (Shokrollahi و همکاران، ۲۰۱۳).

نتایج این پژوهش همچنین، نشان می‌دهد که پوشش تاجی در منطقه مورد بررسی تحت تأثیر وجود املاح خاک است. با توجه به بالابودن املاح در سازندهای مارنی منطقه مورد مطالعه و نتایج حاصله در جنس‌های گیاهی نشان داد که عوامل خاکی شامل میزان هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم و گچ از

عوامل تأثیرگذار بر تغییرات اجتماعات گیاهی در اراضی مارنی منطقه مورد بررسی محسوب می‌شوند. باید توجه داشت که شوری و به‌طورکلی غلظت املاح خاک یا محیط اطراف ریشه، علاوه‌بر کاهش آب قابل استفاده گیاه، موجب به‌هم خوردن تعادل بین یون‌ها می‌شود. در این زمینه، Li و همکاران (۲۰۰۸) بیان می‌دارند که با توجه به اثر متقابل شوری و نسبت جذب سدیم و از آنجا که سدیم موجب تخریب ساختمان خاک و پراکنده‌شدن ذرات آن می‌شود و در نتیجه با ایجاد تهویه نامناسب، به‌هم‌خوردن توازن مواد غذایی و اثرهای منفی بر رشد گیاه را موجب می‌شود، به‌طوری که نقش تعیین‌کننده این دو عامل در پوشش گیاهی اراضی مارنی بیشتر نمایان می‌شود. نتایج این پژوهش نشان داد که گیاه *Salsola* با افزایش میزان گچ خاک بر تراکم آن افزوده شد. در این زمینه، Tamartash و همکاران (۲۰۱۰) نیز در مورد گیاه *Salsola rigida* نتایج مشابهی دست یافتند. همچنین، نتایج مؤید آن است که اسیدیته خاک نیز تأثیر معنی‌داری بر روی تراکم گونه‌های گیاهی هر سه جنس منطقه دارد. اسیدیته خاک به‌طور مستقیم رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مهمترین نقش اسیدیته خاک کنترل حلالیت عناصر غذایی در خاک است (Virtanen و همکاران، ۲۰۰۶).

نتایج محاسبات آماری با استفاده از مدل رگرسیونی گام به گام در سطح ۹۵ درصد بر روی داده‌های جدول ۴ نشان می‌دهد که متغیرهای FC و هدایت الکتریکی در سطح ۹۹ درصد و متغیرهای درصد مواد خنثی‌شونده (T.N.V) و کلر در سطح ۹۵ درصد با متغیر درصد پوشش گیاهی جنس سالسولا دارای ارتباط آماری معنی‌دار هستند. بنابراین، می‌توان نتیجه گفت که متغیرهای FC، هدایت الکتریکی، درصد مواد خنثی‌شونده (T.N.V) و کلر به‌ترتیب دارای بیشترین اثر بر روی متغیر وابسته درصد پوشش گیاهی در جنس سالسولا هستند. همچنین، نتایج محاسبات آماری با استفاده از مدل رگرسیونی گام به گام در سطح ۹۵ درصد بر روی داده‌ها حاکی از آن است که متغیرهای هدایت الکتریکی، CEC و پتاسیم در سطح ۹۵ درصد با متغیر وابسته درصد پوشش گیاهی جنس افدرا دارای ارتباط آماری معنی‌دار می‌باشند. این نتایج نشان می‌دهد، متغیرهای هدایت الکتریکی، CEC و پتاسیم دارای بیشترین اثر بر روی متغیر وابسته درصد پوشش گیاهی در جنس افدرا هستند.

نتایج محاسبات آماری با استفاده از مدل رگرسیونی گام به گام در سطح ۹۵ درصد بر روی داده‌ها (جدول ۴) نشان می‌دهد که متغیرهای درصد مواد خنثی‌شونده (T.N.V)، نیتروژن، CEC و شوری خاک در سطح ۹۵ درصد با متغیر درصد پوشش گیاهی جنس درمنه دارای ارتباط آماری معنی‌دار هستند. بنابراین، می‌توان نتیجه گفت که این متغیرها به‌ترتیب دارای بیشترین اثر بر روی متغیر وابسته درصد پوشش گیاهی در جنس درمنه هستند. همان‌گونه که جدول ۴ نشان می‌دهد، در جنس سالسولا، میزان متغیرهای گچ، ماسه و کربن آلی با درصد پوشش‌گیاهی دارای ارتباط آماری معنی‌دار هستند. به‌عبارت دیگر، این متغیرها به‌ترتیب دارای بیشترین اثر بر روی درصد پوشش‌گیاهی در جنس سالسولا هستند. نهایتا، گچ، فسفر، نیتروژن و پتاسیم در سطح ۹۵ درصد با متغیر وابسته درصد پوشش گیاهی جنس افدرا دارای ارتباط آماری معنی‌دار هستند. این نتایج نشان می‌دهد، متغیرهای گچ، فسفر، نیتروژن و پتاسیم نسبت به سایر عوامل خاک، دارای بیشترین اثر بر روی متغیر وابسته درصد پوشش گیاهی در جنس افدرا هست.

با توجه به این بررسی، می‌توان نتیجه گرفت که از میان عوامل محدودکننده استقرار پوشش گیاهی بر روی مارن‌های منطقه ویژگی‌های هدایت الکتریکی، SAR، CEC، گچ و برخی از املاح بیشترین نقش را بر روی نوع و درصد پوشش گیاهی نشان می‌دهد. از طرف مقابل، برخی از عوامل خاک مانند میزان نیتروژن، کربن آلی، فسفر و درصد مواد خنثی‌شونده (T.N.V) با درصد پوشش‌گیاهی مارن‌ها ارتباط مستقیم دارند. این نتیجه‌گیری با نتایج بررسی‌های محققین مختلف و ازجمله با نتایج حاصل از بررسی‌های Bowman و همکاران (۱۹۸۵) و Bowman و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد.

در مجموع می‌توان بیان کرد که بین ویژگی‌ها خاک و نوع و درصد پوشش گیاهی گونه‌های مختلف

گیاهی موجود در مناطق مارنی مورد پژوهش رابطه معنی‌داری وجود دارد. میزان همبستگی بسته به گونه‌های گیاهی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مارن‌ها متفاوت است. یافته‌های Gallart و همکاران (۲۰۱۳) و Yue و همکاران (۲۰۱۷) نیز موید این نکته است.

در حوضه‌هایی که سازندهای مارنی بخش قابل توجهی از سازندهای زمین‌شناسی را تشکیل می‌دهند، از آنجا که این سازندها از قابلیت فرسایش‌پذیری بیشتری نسبت به سایر سازندها برخوردارند، لذا، پیشنهاد می‌شود قبل از اجرای برنامه‌های حفاظت خاک، ویژگی‌های مارن‌ها به‌دقت مورد بررسی قرار گرفته و برنامه‌های مورد نظر متناسب با این ویژگی‌ها انتخاب شوند. از طرف دیگر، همان‌گونه که نتایج این پژوهش نیز نشان می‌دهد، هرچند که میزان پوشش گیاهی اراضی مارنی در مقایسه با سایر خاک‌ها کمتر است، اما گونه‌های گیاهی نادر اما با ارزشی وجود دارند که شناخت و معرفی چنین گونه‌هایی برای تثبیت بیولوژیکی اراضی مارنی می‌تواند اهمیت زیادی داشته باشد.

منابع مورد استفاده

1. Anderson, J.L. and J.M. Porter. 1994. Astragalus tortipes (Fabaceae), a new species from desert badlands in Southwestern Colorado and its Phylogenetic relationships within Astragalus. Systematic Botany, 19 (1): 116-125.
2. Bagherian Kalat, A., J. Ghodosi, H. Tavakoli, H. Angoshtari and E. Filekesh. 2010. Investigation on relation between physico-chemical properties of soil with vegetal cover on marl formations in Sabzevar area. Research Final Report, Soil Conservation and Watershed Management Research Institut, 94 pages (in Persian).
3. Bagherian Kalat, A., G.R. Lashkaripour, M. Ghafoori and A.A. Abbasi. 2018. Analysis of environmental factors affecting variation in interrill erosion under rainfall simulation. Polish Journal of Environmental Studies, 27(4): 1573-1581.
4. Bower, C.A., R.F. Reitemeier and M. Fire-man. 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali Soil. Soil Science, 73: 251-261.
5. Bowman, A.M., M. Smith and J. Brockwell. 2004. Survey of the productivity, composition and estimated input of soil elements in centeral-western New South Wales. Australian Journal of Exprimental Agriculture, 44: 1165-1175.
6. Bowman, R.A., D.M. Muller and W.J. McGinnies. 1985. Soil and vegetation relationships in central plants saltgrass meadow. Journal of Range Management, 38: 325-328.
7. Carneval, N.J. and P.S. Torres. 1990. The relevance of physical factors on species distribution in inland salt marshes (Argentina). Coenoses, 5(2): 113-120.
8. Cheng, X., S. An, J. Chen, B. Li, Y. Liu and S. Liu. 2007. Spatial relationship among species above ground biomass, N and P in degraded grassland in Ordos Plateau, Northwestern China. Journal of Arid Environmentes, 68: 652- 667.
9. Davies, W., J.D. Bates and R.F. Miller. 2006. Vegetation characteristics across part of the Wyoming big sagebrush alliance. Rangeland Ecology and Management, 59: 567–575.
10. Dolarslan, M., E. Gul and S. Erşahin. 2017. Relationship between soil properties and plant diversity in semi-arid grassland. Turkish Journal of Agriculture: Food Science and Technology, 5(7): 800-806.
11. Duiker, S.W., D.C. Flanagan and R. Lal. 2001. Erodibility and infiltration characteristics of five major soils of Southwest Spain. Catena, 45(2): 103-121.
12. El-Ghani, M. and W.M. Amer. 2003. Soil–vegetation relationships in a coastal desert plain of southern Sinai, Egypt. Journal of Arid Environmen, 55(4): 607-628.
13. Fisher, F.M., J.C. Zak, G.L. Cunningham and W.G. Whitford. 1988. Water and nitrogen effects on growth and allocation patterns of creosotebush in the Northern Chihuahuan Desert. Journal of Range Management, 41(5): 387-391.
14. Gallart, F., M. Marignani, N. Pérez-Gallego, E. Santi and S. Maccherini. 2013. Thirty years of studies on badlands, from physical to vegetational approaches, a succinct review. Catena, 106: 4–11.
15. Garciafayos, P., T.M. Recatala and A. Calvo. 1995. Seed population-dynamics on badlands slops in Southeastern Spain. Journal of Vegetation Science, 6(5): 691-696.
16. Hodgkinson, H.S. 1987. Relationships of saltbush species to soil chemical properties. Journal of Range Management, 40(10): 23-26.
17. Howard, A.D. 2009. Badlands and gullying. Springer, Dordrecht, 265–299.
18. Jafari, M. and M.A. Zare Chahouki. 2005. Relationship between vegetation and soil characteristics in rangelands of Qom Province (Iran). Research and Orginator Journal, 9(4): 110-117 (in Persian).

19. Javadi, S.A., A. Khanarmooyi and M. Jafari. 2016. Investigation of relationship between vegetation factors and soil properties, a case study: Khojir National Park. Range and Watershed Management, 69(2): 353-366 (in Persian).
20. Joaquin, G.C. and M.M. Gabriel. 2004. Comparison of floristic changes on vegetation affected by different levels of soil erosion in Miocene clays and Eocene marls from Northeast Spain. Plant Ecology, 173(1): 83–93.
21. Jongman, E. and S.R.R. Jongman. 1995. Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press, 486 pages.
22. Krik, P.L. 1950. Kjeldahl method for total nitrogen. Analytical Chemistry, 22: 354-358.
23. Li, W.Q., X. Liu, M.A. Khan and B. Gul. 2008. Relationship between soil characteristics and halophytic vegetation in coastal region of North China. Pakistan Journal of Botany, 40(3): 1081-1090.
24. Maccherini, S., A. Chiarucci and V. Dedominicis. 2000. Structure and species diversity of Bromus erectus grassland of Biancana badlands. Belgian Journal of Botany, 133(1-2): 3-14.
25. Mathys, N., S. Brochot, M. Meunier and D. Richard. 2003. Erosion quantification in the small marly experimental catchments of Draix (Alpes de Haute Provence, France). Calibration of the ETC rainfall–runoff–erosion model. Catena, 50(2-4): 527-548.
26. Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S Watanabe and L.A. Dean. 1954. Estimation of available P in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular, 939: 1-19.
27. Rezaei, S.A. and R. Gilkes. 2006. The effects of landscape attributes and plant community on soil chemical properties in rangelands. Geoderma, 125: 167-176.
28. Sehati, M.T., A. Nohegar, Y. Esmaeilpour and H. Gholami. 2015. Survey on relationship between morphometric characteristics of gullies with vegetation distribution, a case study: Lamerd, Fars Province. Quaterly Journal of Environmental Erosion Research, 5(1): 1-12 (in Persian).
29. Sheklabadi, M., H. Khademi and A.H. Charkhabi. 2003. Runoff and sediment yield in soils developed on different parent materials in the Golabad Watershed, Ardestan. JWSS-Isfahan University of Technology, 7(2): 85-101.
30. Shokrollahi, S., H.R. Moradi and G.A. Dianati Tilaki. 2013. Effects of soil properties and physiographic factors on vegetation cover, a case study: Polur Summer Rangelands. Iranian Journal of Range and Desert Research, 19(4): 655-668 (in Persian).
31. Tamartash, R., M.R. Tatian, B. Reihani and F. Shokrian. 2010. Investigation on relation between physicochemical characteristics of marl soils and plant communities, a case study: Birjand Plain. Iranian Journal of Range and Desert Reseach, 16(4): 481-492 (in Persian).
32. Tatian, M.R., A. Zabihi, R. Tamartash and M. Shabani. 2011. Determination of indicator species of some soil characteristics by ordination method in Kooh-e-Namak rangelands, Qom. Environmental Studies, 37(58): 21-28 (in Persian).
33. Thornes, J.B. 1990. Vegetation and erosion (processes and environments). John wiley and Sons, 518 pages.
34. Virtanen, R., J. Oksanen, L. Oksanen and V.Y. Razzhivin. 2006. Broadscale vegetation environment relationships in Eurasian high latitude areas. Journal of Vegetation Science, 17(4): 519-528.
35. Wilson, J.S. 1986. Controlling black greasewood with fire and tebuthiurom on depleted greatbasin wildry sites in Northwestern Nevada. MSc Thesis, University of Nevada, Reno-U.S.A., 156 pages.
36. Yue, G., L. Zhao, Z. Wang, L. Zhang, D. Zou, L. Niu and Y. Qiao. 2017. Spatial variation in biomass and its relationships to soil properties in the permafrost regions along the Qinghai-Tibet Railway. Environmental Engineering Science, 34(2): 130-137.
37. Zare-Chahouki, M.A., H. Azarnivand, S. Ghomi and H. Piri Sahragard. 2010. Relationship between vegetation diversity and environmental factors, a case study: Arton-Fashandak rangelands of Taleghan County. Journal of Range, 3(2): 171-180 (in Persian).