

طبقه‌بندی مارن‌های استان زنجان بر اساس خصوصیات فیزیکوشیمیایی

پرویز عبدی نژاد^{۱*}، سادات فیض نیا^۲، حمیدرضا پیروان^۳

۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، زنجان، ایران Prz_abdi@yahoo.com

۲- عضو هیات علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران sfeiz@ut.ac.ir

۳- دانشیار پژوهشی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، hrpeyrowan@yahoo.com

چکیده

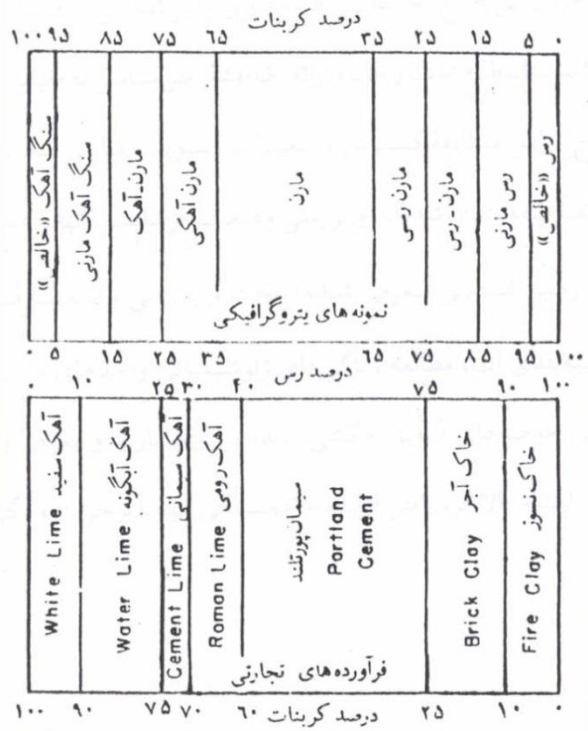
واحدهای مارنی در حدود ۴۴۳۸ کیلومترمربع از سطح استان زنجان معادل ۲۰ درصد را تشکیل می‌دهند. در این مقاله تلاش شده طبقه بندی مارن‌های استان زنجان بر اساس خصوصیات فیزیکوشیمیایی مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور با گروه‌بندی و تلفیق نقشه‌های شیب، اقلیم و واحدهای مارنی سازندهای زمین‌شناسی در محیط نرم‌افزار ArcGIS9.3 اقدام به تعریف واحدهای کاری به تعداد ۱۸ واحد شده و در عملیات صحرایی اقدام به نمونه‌برداری از مواد مارنی به تعداد ۱۲۰ نمونه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری شد. داده‌های به‌دست آمده از انجام تحلیل‌های فیزیکوشیمیایی با استفاده از برنامه آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. واحدهای مارنی استان زنجان با توجه به خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن‌ها به دو گروه تبخیری یا غیردریایی شامل واحدهای مارنی پلیوسن، قرمز بالایی، قرمز پائینی و مارن ائوسن و مارن غیرتبخیری یا دریایی شامل واحدهای مارنی قم و مارن کرتاسه است. در بین واحدهای مارنی نیز واحد مارنی پلیوسن (Plm) و واحد مارنی طبقات قرمز بالایی (Mur) بیش از ۸۵ درصد از سطح واحدهای مارنی را پوشش می‌دهند و با توجه به مجموعه درصد مساحت مارن قم و مارن کرتاسه که در حدود دو درصد است. پس در حدود ۹۸ درصد واحدهای مارنی استان از نوع تبخیری یا غیر دریایی است. واحدهای مارنی در لایه‌های سطحی جزء سازندهای عادی هستند و در لایه‌های عمقی وضعیت متفاوت است و بر مقدار شوری و قلیائیت برخی از این واحدها از جمله واحد مارن پلیوسن و مارن قم افزوده می‌شود. اما سایر واحدها با وجود افزایش عمق با توجه به تحلیل شیمیایی به‌عمل آمده از آن‌ها در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر همچنان از نظر شوری و قلیائیت در رده عادی است.

واژه‌های کلیدی: واحدهای مارنی، طبقه بندی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، استان زنجان

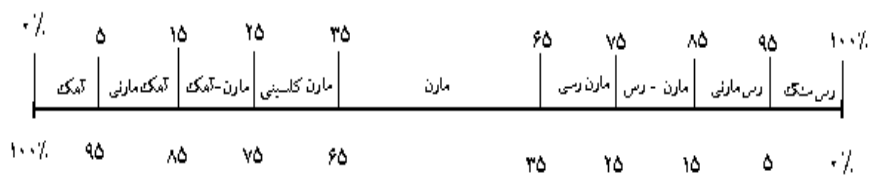
مقدمه

مارن (Marl) واژه‌ای است با معانی مختلف که به مواد آهکی-رسی ته نشست شده همزمان در داخل حوضه‌های آبریز شیرین و دریایی اطلاق می‌شود. شکل ۱ طبقه‌بندی مخلوط رس و آهک و کاربرد اقتصادی را نشان می‌دهد. بنابراین نتیجه رسوبگذاری توأم رس و آهک در یک حوضه رسوبگذاری مارن است.

مارن‌ها مواد زمین شناسی ناپیوسته رسوبی متشکل از ذرات تخریبی و شیمیایی هستند که از نظر طبقه‌بندی سنگ‌ها، بین سنگ‌های رسوبی تخریبی و سنگ‌های رسوبی شیمیایی قرار می‌گیرند. نسبت ذرات تخریبی و شیمیایی در یک مارن ممکن است از ۴۰ تا ۶۰ درصد متغیر باشد. ذرات تخریبی در یک مارن عمدتاً "ازسیلت و رس بوده ولی مواد شیمیایی در مارن متنوع است. کربنات کلسیم همیشه بخش مهمی از مارن را تشکیل می‌دهد که ممکن است همراه با یک یا چند کانی شیمیایی دیگر شامل ژیبس، انیدریت و نمک طعام باشد. شرایط تشکیل مارن به نحوی است که گسترش آن‌ها از نظر مکانی و زمانی (مزوزوئیک تا ترشیاری) بسیار زیاد است. از این رو مارن‌ها به طور معمول شامل رس مخلوط شده با کربنات کلسیم هستند که کربنات کلسیم موجود در آن‌ها دارای منشأ آلی و یا شیمیایی است. به طوری که با شناخت کانی‌های رسی می‌توان به شرایط یا محیط تشکیل آن‌ها پی برد. از دیدگاه زمین‌شناسی، زاچر (۱۹۸۲) به این نکته تاکید دارد که نوع کانی رسی در سنگ‌های آرژیلیتی در طول دوره‌های زمین شناسی تغییر نموده است (شکل ۲). به طوری که سنگ‌های بعد از پالئوزوئیک زیرین دارای تنوعی از کانی‌های رسی هستند، در حالی که سنگ‌های آرژیلیتی پرکامبرین و پالئوزوئیک زیرین به طور عمده دارای ایلیت و کلریت است.



شکل ۱- طبقه‌بندی مخلوط رس و آهک و کاربرد اقتصادی آنها (حسینی و همکاران، ۱۳۸۸) (درصد مواد تخریبی (رس))

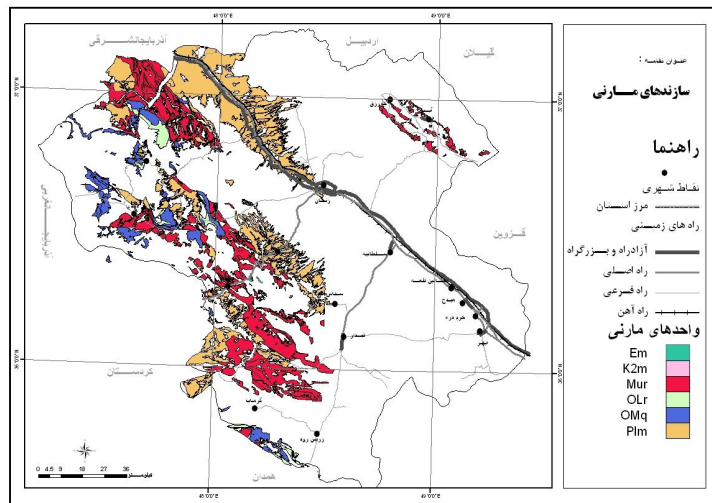


درصد مواد شیمیایی (کلسیت)

شکل ۲- تقسیم بندی مخلوط های رس و کربنات کلسیم (پتی جان و همکارانش، ۱۹۷۳)

مارن‌های ایران حدوداً از اوایل - اواسط دوران مزوزوئیک تشکیل شده‌اند. پیشروی دریا در ائوسن زیرین رسوبات کم عمق مارنی و آهکی نومولیت‌دار را برجای گذاشت و رسوبگذاری اواخر ائوسن که با پسروی دریا همراه بود، رخساره‌های تبخیری و تخریبی را به وجود آورد. در الیگوسن - میوسن یک پیشروی کوتاه مدت در ایران مرکزی صورت گرفت و سازند قم را ایجاد نمود. با خشک شدن سریع دریای قم و چین خوردگی رسوبات سازند قم، حوضچه‌های کوچکتری در ایران مرکزی به صورت دریاچه‌های شور یا حوضه‌های بین کوهستانی ایجاد شد و رسوبات تبخیری و مارن قرمز رنگ ته‌نشین شد. در طی هفت میلیون سال پیش بر وسعت مناطق بیابانی ایران افزوده شد، سرزمین‌های پست محل تجمع رسوبات نمک و گچ شد و به صورت کویر درآمد. پوشش گیاهی محدود شد، بیابان‌های بدون پوشش گیاهی بوجود آمد و در معرض بادهای شدید صحرایی، فرسایش بادی و انباشت تپه ماسه‌ها قرار گرفت (حسن‌زاده نفوتی، ۱۳۸۵).

با ترکیب تدریجی مارن‌ها با توجه به نسبت درصد کربنات کلسیم و رس مارن‌های ایران را براساس دارا بودن یا نبودن مواد قابل انحلال نمک طعام، ژپیس، انیدریت به دو دسته عمده مارن‌های تبخیری و مارن‌های غیر تبخیری طبقه‌بندی می‌کنند. از نظر سنی نیز مارن‌های ایران به دو دسته مارن‌های ما قبل ترشیاری و مارن‌های ترشیاری طبقه‌بندی می‌شوند. عمده مارن‌های غیر تبخیری متعلق به ما قبل ترشیاری و عمده مارن‌های تبخیری متعلق به ترشیاری است (حسن‌زاده نفوتی، ۱۳۸۵).



شکل ۳- نقشه موقعیت و پراکنش واحدهای مارنی استان زنجان

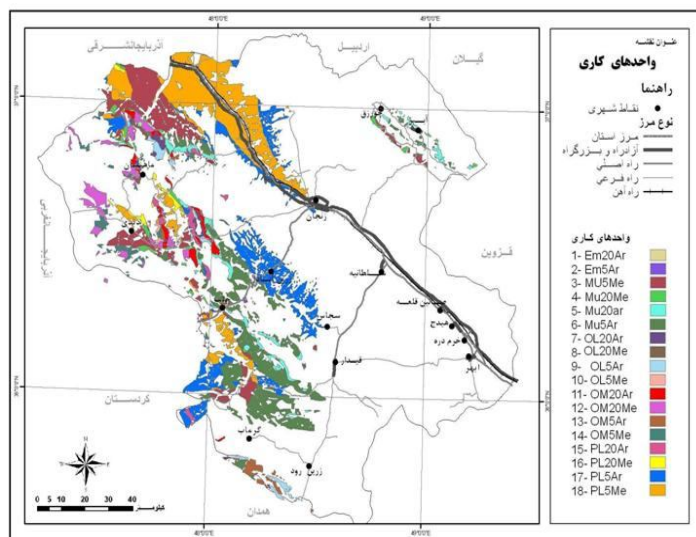
در حوضه‌هایی که دارای واحدهای مارنی هستند، قسمت عمده‌ای از رسوبات از این واحد تولید می‌شود، از این رو نقش مهمی در کاهش عمر مفید سدها دارند. مارن‌ها که یکی از مسایل مهم و تعیین کننده برای ارائه راهکارهای موثر در مهار فرسایش و رسوب از عرصه‌های مارنی هستند، در طرح‌های آبخیزداری کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. نتیجه حاصل، اعمال مدیریت‌ها و اجرای عملیاتی بوده‌است که به‌ویژه تا قبل از دهه ۱۳۶۰ منجر به شکست برنامه‌ها شده و اهداف مورد نظر حاصل نشده‌اند (قدوسی و همکاران، ۱۳۷۶). با توجه به این مطالب در این مقاله نیز تلاش شده که طبقه‌بندی واحدهای مارنی استان زنجان براساس خصوصیات فیزیکوشیمیایی مورد بررسی قرار گیرد تا از این طریق بتوان در برنامه‌ریزی‌های آینده برای کنترل فرسایش و رسوبزایی این نوع اراضی استفاده نمود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مشخصات منطقه

استان زنجان با وسعت ۲۲۱۶۴ کیلومتر مربع در قسمت مرکزی شمال غرب کشور بین طول جغرافیایی ۱۵° و ۴۷° تا ۲۵° و ۴۹° شرقی و

عرض شمالی ۳۵° و ۳۵' تا ۱۵° و ۳۷' واقع شده است. این استان دارای اقلیم خشک تا نیمه خشک با متوسط بارندگی سالانه ۳۴۰ میلی‌متر بوده و دارای پستی و بلندی های زیادی است، به طوری که بیشترین وسعت آن را مناطق کوهستانی و تپه ماهورها فراگرفته است. استان زنجان دارای دو حوزه آبخیز اصلی با محدوده کاملاً مجزا است، که شامل حوضه آبخیز قزل اوزن به مساحت ۱۹۰۶۴ کیلومترمربع معادل ۸۶ درصد سطح استان و حوضه آبخیز رودخانه شور به وسعت ۳۱۰۰ کیلومترمربع معادل ۱۴ درصد سطح استان است. استان زنجان بدلیل واقع شدن در موقعیت میانی حوزه آبخیز سد سفیدرود از گذشته‌های دور از نظر آبخیزداری مورد توجه بوده است به منظور کنترل فرسایش خاک و کاهش حجم رسوبات وارده به مخزن سد سفیدرود، فعالیتهای مطالعاتی، اجرایی و تحقیقاتی گسترده‌ای انجام گرفته و یا در حال انجام است. از جمله عوامل ذاتی موجود در استان زنجان که بحث مطالعات و تحقیقات فرسایش و حفاظت خاک را جدی تر می‌سازد، وجود عوامل مهم محیطی موثر بر فرسایش و رسوبزایی همچون شرایط اقلیمی، زمین شناسی و پستی و بلندی است.



شکل ۴- نقشه واحدهای کاری

۲-۲- واحدهای مازنی استان

بر اساس نقشه واحدهای مازنی استان به‌طور کلی پنج واحد یا سازند مازنی در سطح استان زنجان با مساحت‌ها و مناطق پراکنش متفاوت وجود دارد (شکل ۱) که شامل واحدهای زیر است (عبدی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۰) مارن پلیوسن (Plm) که به صورت رخنمون‌هایی از مارن و کنگلومرا به‌صورت تپه‌های به هم چسبیده کم ارتفاع با سطوح فرسایشی صاف گسترش دارد که از دو بخش میانی شامل مارن، سیلت، کمی به رنگ‌های قرمز، زرد، صورتی و قهوه‌ای (Plm) و حاشیه‌ای شامل کنگلومرا، ماسه سنگ و مارن (Plc) تشکیل شده‌اند. واحد مازنی کرتاسه (K2m) به‌صورت یک سری مارن، سنگ‌های آهکی مازنی و شیل‌های خاکستری پدید آمده است. سنگ‌های آهکی دارای رنگ هوازده کرم رنگ و رنگ تازه خاکستری‌اند. واحد مارن ائوسن (EM) به صورت یک واحد کوچک و محدود با لیتولوژی مارن سبز و سفید در نقشه زمین‌شناسی حلب در حاشیه جاده زنجان- بیجار در شمال شرقی روستای ارکوئین قرار گرفته است. واحد مازنی سازند قم (OM) که به‌صورت ترکیبی از آهک توده‌ای و ضخیم، مارن سیلتی، آهک تخریبی و مارن، ژئوپس سفید رنگ، مارن سبز زیتونی و آهک کرم رنگ در سطح استان زنجان رخنمون یافته است. واحدهای مازنی قرمز بالایی شامل سه واحد است. واحد M1 از مارن‌های الوان تشکیل شده است که در تناوب با لایه‌های کم گچ، شیل و ماسه سنگ می‌باشد و با رنگ‌های متنوعی (قرمز، سبز متمایل به کرم، سبز زیتونی) که دارد. از واحد M2 متمایز می‌شود. واحد M2 عمدتاً ماسه سنگ حفره دار و لایه‌های نازک شیل به همراه مارن تشکیل شده است. ضخامت و توالی طبقات ماسه‌سنگ نسبت به واحد M1 و M3 بسیار بیشتر است و در بعضی مناطق ضخامت آن به ۱۰ متر می‌رسد. واحد M3 عمدتاً از مارن با لایه‌های کم ماسه سنگی و کنگلومرایی تشکیل

شده است. رنگ آن کرم تا قهوه‌ای روشن است. واحد مارنی قرمز زیرین ۱ در استان زنجان متشکل از کنگلومرا، مارن و مارن‌های ماسه‌ای قرمز رنگ با میان لایه‌هایی از ماسه‌سنگ‌های سبز تا خاکستری با ضخامت ۵۰ تا ۳۰۰ متر است.

۲-۳- روش تحقیق

این تحقیق بخشی از نتایج به‌دست آمده از اجرای یک طرح تحقیقاتی است (عبدی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۰) که در سطح واحدهای مارنی استان زنجان (به مساحت حدود ۴۴۳۸ کیلومترمربع) انجام شده است [۶]. برای این منظور ابتدا اقدام به جمع‌آوری اطلاعات، آمار و سوابق مطالعاتی شده و سپس با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ استان زنجان، تصاویر ماهواره‌ای (برای کنترل مرز سازندها و واحدهای مارنی) و بازدیدهای میدانی، اقدام به تهیه نقشه واحدهای مارنی استان شد (شکل ۱). سپس برای تهیه واحدهای کاری اقدام به تهیه نقشه شیب و طبقه‌بندی آن در سه گروه ۰-۱۰، ۱۰-۳۰ و ۳۰٪ درصد و نقشه اقلیم استان در دو گروه خشک تا نیمه خشک و مدیترانه‌ای تا خیلی مرطوب و نقشه نشان دهنده واحدهای مارنی شد. با تلفیق و روی هم قرار دادن این سه لایه (نقشه واحدهای مارنی، نقشه اقلیم و نقشه شیب) در محیط نرم افزار ArcGIS10 نقشه واحدهای کاری در ۲۰ واحد تهیه شد (شکل ۲) (حسن زاده نفوتی و همکاران، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۷) و (حسینی و همکاران، ۱۳۸۸) [۳]. از این ۲۰ واحد ۲ واحد به دلیل موقعیت قرارگیری و وسعت کم امکان (حدود ۴۰۰ مترمربع و در بالای کوه که امکان استقرار دستگاه شبیه ساز باران وجود نداشت) بررسی وجود نداشت. لذا تعداد واحدکاری به ۱۸ واحد کاهش یافت. پس از تعیین واحدهای کاری، با انجام عملیات صحرائی اقدام به نمونه‌برداری از واحدهای مارنی از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری به تعداد ۱۲۰ نمونه شد. نمونه‌ها تهیه شده برای تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه منتقل شده و پارامترهای هدایت الکتریکی، اسیدیته (pH)، درصد مواد خنثی شونده، درصد کربن آلی، مقادیر کاتیون‌های کلسیم، منیزیم و سدیم، مقادیر آنیون‌های بی کربنات، کلرید و سولفات و مقدار نسبت جذب سدیم، عامل گچ، ظرفیت تبادل کاتیونی، مقادیر درصد رس، درصد لای، درصد ماسه، حد روانی (LL)، حد خمیری (PL) و بافت نمونه‌ها تعیین گردیدند. تجزیه و تحلیل آماری تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفته است.

نتایج و بحث

بررسی واحدهای مارنی استان زنجان از نظر شوری و قلیائیت

واحدهای مارنی موجود در سطح استان زنجان از نظر مساحت و گسترش عمدتاً جزء واحدهای مارنی پلیوسن و قرمز بالائی بوده و انتظار می‌رود که با توجه به شاخصه‌های این واحدها جزء واحدهای مارنی شدیداً شور و قلیا است. ولی مطالعات انجام شده در این منطقه و براساس تجزیه تحلیل نمونه‌های سطحی و عمقی سازند و جدول ۱ طبقه‌بندی سازندهای شور و قلیا مشخص می‌شود که این واحدها (PL, Mu, OM, OL, EM, K2m) در لایه‌های سطحی جزء سازندهای عادی هستند و در این واحدها هدایت الکتریکی کمتر از ۴ و نسبت جذب سدیم نیز کمتر از ۱۳ است. از طرفی در لایه‌های عمقی وضعیت متفاوت است و بر مقدار شوری و قلیائیت برخی از این واحدها از جمله واحد مارن پلیوسن و مارن قم افزوده می‌شود. اما سایر واحدها با وجود افزایش عمق با توجه به تحلیل شیمیایی به عمل آمده از آن‌ها در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر همچنان از نظر شوری و قلیائیت در رده یا گروه عادی می‌باشد. دلیل این تفاوت را در واحدهای مارنی پلیوسن و قم در حالت عمقی را می‌توان به شرایط اقلیمی و میزان بارش زیاد منطقه مرتبط دانست. به‌طوری‌که می‌توان گفت با توجه به شرایط آب و هوایی و بارش‌های منطقه، املاح از لایه‌های سطحی شسته شده و به‌وسیله جریان از منطقه خارج شده است. لذا روی این اصل لایه‌های سطحی در این منطقه جزء سازندهای عادی محسوب می‌شوند. شاهد این امر وجود پوشش گیاهی در بخشی از این واحدهاست. چرا که بیشتر گونه‌های مستقر شده در این زیرواحدها گراس‌های یکساله و گیاهانی است که دارای ریشه سطحی و افشان هستند و ریشه عمیق ندارند. لذا می‌توان گفت که لایه‌های سطحی این زیرواحدها در اثر آبشویی املاح خود را از دست داده اند و جزء سازندهای عادی از نظر شوری و قلیائیت محسوب می‌شوند. ولی لایه‌های عمقی به خاطر عدم آبشویی یا به مقدار کم خصوصیات بارز واحدهای مارنی املاح زیاد را حفظ کرده و جزء واحدهای شور محسوب می‌شوند.

جدول ۱- بررسی وضعیت واحد های ماری استان زنجان از نظر شوری و قلیائیت

نام واحد ماری	EMAr	K2Me	MuAr	MuMe	OLAr	OLMe	OMAr	OMMe	PLAr	PLMe
سطحی	عادی	عادی	عادی	عادی	عادی	عادی	عادی	عادی	عادی	عادی
عمقی	عادی	عادی	عادی	عادی	عادی	عادی	عادی	شور	شور	شور

طبقه بندی واحدهای ماری بر اساس محیط تشکیل، نوع و سن

مارن‌های ایران را بر اساس دارا بودن یا نبودن مواد قابل انحلال نمک طعام، ژپس، انیدریت به دو دسته عمده مارن‌های تبخیری و مارن‌های غیر تبخیری طبقه‌بندی می‌کنند. از نظر سنی نیز مارن‌های ایران به دو دسته مارن‌های ما قبل ترشیاری و مارن‌های ترشیاری طبقه‌بندی می‌شوند. عمده مارن‌های غیر تبخیری متعلق به ما قبل ترشیاری و عمده مارن‌های تبخیری متعلق به ترشیاری است. مارن‌های دریایی ایران از دوران پالئوزوئیک، دوران مزوزوئیک و اوایل دوران سنوزوئیک در زون‌های زمین‌شناسی مختلف وجود داشته و اغلب به صورت مخلوط با سنگ‌های دیگر از جمله آهک، شیل و غیره بوده‌اند (حسن زاده نفوتی، ۱۳۸۵). بر این اساس و با توجه به مشخصات فیزیکوشیمیایی واحدهای ماری موجود در سطح استان زنجان که خلاصه‌ای از آن‌ها در جدول ۲ ارائه شد این واحدها به شرح زیر از نظر محیط تشکیل، نوع مارن و سن زمین‌شناسی به نحوی که در جدول ۳ منعکس شده تقسیم‌بندی شده‌اند.

مارن‌های غیر تبخیری یا مارن‌های دریایی (مارن‌های ما قبل ترشیاری)

واحدهای ماری قم و کرتاسه جزء این گروه یعنی مارن‌های غیرتبخیری یا مارن‌های دریایی قرار می‌گیرند. مساحت این گروه در حدود دو درصد از سطح واحدهای ماری استان زنجان است. به‌طور کلی با توجه به ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی این واحدهای ماری، این مارن‌ها حاوی ذرات تخریبی متشکل از رس و سیلت و مواد شیمیایی متشکل از کلسیت است. این نوع مارن‌ها فاقد کانی‌های تبخیری با حلالیت بالا مثل هالیت، ژپس و انیدریت است. محیط تشکیل این مارن‌ها دریاهای با شوری معمولی است. این مارن‌ها اغلب قدیمی‌تر بوده و از نظر سنی عموماً مربوط به ما قبل ترشیاری می‌باشد که به آن‌ها مارن‌های تیپ I نیز می‌گویند. این واحدهای ماری دارای فرسایش‌های عمدتاً سطحی و شیاری کم عمق می‌باشد. افق خاک تشکیل شده بر روی این مارن‌ها اغلب کم ضخامت بوده اما خاک از نظر ژئوشیمیایی نامساعد نیست و بنابراین استقرار پوشش گیاهی بر روی این مارن‌ها امکان‌پذیر است. بر این اساس در بیشتر مناطق دارای رخنمون این واحد پوشش گیاهی وجود دارد. این مارن‌ها الوان نبوده و اغلب به رنگ کرم نخودی دیده می‌شوند. با توجه به نتایج آن تحلیل شیمیایی انجام شده از نمونه‌های خاک این واحدها (جدول ۵-۲) واحدهای مارن قم و کرتاسه را می‌توان از نوع مارن‌های کلسیتی دانست. با توجه به درصد بالای سیلت در این‌ها و بخصوص در واحد ماری قم، این واحد دارای شدت فرسایش بالایی است.

مارن‌های تبخیری یا دریاچه‌های شور (مارن‌های ترشیاری)

واحدهای ماری پلیوسن، قرمز بالایی، قرمز پائینی و مارن ائوسن جزو گروه مارن‌های تبخیری یا دریاچه‌های شور است. این گروه ۹۸ درصد مساحت واحدهای ماری استان زنجان را پوشش می‌دهند. این مارن‌ها حاوی ذرات تخریبی متشکل از سیلت و رس و مواد شیمیایی متشکل از کلسیت، هالیت، ژپس و انیدریت و یا یکی از این کانی‌ها می‌باشد. مارن‌های تبخیری را می‌توان به دو گروه مارن‌های پالئوژن و مارن‌های نئوژن تقسیم‌بندی نمود.

با توجه به مشخصات و سن زمین‌شناسی واحدهای ماری مورد بررسی در این گروه می‌توان گفت واحدهای ماری پلیوسن و قرمز بالایی از گروه مارن‌های نئوژن و واحدهای ماری قرمز پائینی و ائوسن از گروه مارن‌های پالئوژن هستند (جدول ۵-۳). محیط تشکیل این مارن‌ها اغلب دریاچه‌های شور بوده و فاقد فسیل‌های دریایی می‌باشد. این مارن‌ها اغلب جوان‌تر بوده و از نظر سنی متعلق به دوران ترشیاری است. به این مارن‌ها، مارن‌های تیپ II نیز می‌گویند. این مارن‌ها الوان نبوده و انواع رنگ را دارا است. پوشش خاک کم ضخامت بر روی این مارن‌ها ایجاد می‌شود و خاک از نظر ژئوشیمیایی حاوی عناصر مضر برای استقرار گیاه است. از این نظر پوشش گیاهی کمی در این اراضی مستقر می‌شود و در نتیجه حساسیت بیشتری به فرسایش دارند.

نتیجه گیری

واحدهای مارنی استان زنجان با توجه به خصوصیات آنها به دو گروه تبخیری یا غیر دریایی شامل واحدهای مارنی پلیوسن، قرمز بالایی، قرمز پائینی و مارن ائوسن و مارن غیر تبخیری یا دریایی شامل واحدهای مارنی قم و مارن کرتاسه است. بر اساس نتایج بدست آمده از این بررسی در حدود ۴۴۳۸ کیلومترمربع از سطح استان که معادل ۲۰ درصد مساحت کل استان است تحت اشغال اراضی مارنی می باشد. در بین واحدهای مارنی نیز واحد مارنی پلیوسن (Plm) و واحد مارنی طبقات قرمز بالایی (Mur) بیش از ۸۵ درصد از سطح واحدهای مارنی را پوشش می دهند و با توجه به مجموعه درصد مساحت مارن قم و مارن کرتاسه که در حدود دو درصد است. پس در حدود ۹۸ درصد واحدهای مارنی استان از نوع تبخیری یا غیر دریایی است. این مارن ها حاوی ذرات تبخیری متشکل از سیلت و رس و مواد شیمیایی متشکل از کلسیت، هالیت، ژیپس و انیدریت و یا یکی از این کانی ها می باشد. این واحدهای مارنی (PL, Mu, OM, OL, EM, K2m) در لایه های سطحی جزء سازندهای عادی هستند و در این واحدها هدایت الکتریکی کمتر از ۴ و نسبت جذب سدیم نیز کمتر از ۱۳ است. از طرفی در لایه های عمقی وضعیت متفاوت است و بر مقدار شوری و قلیائیت برخی از این واحدها از جمله واحد مارن پلیوسن و مارن قم افزوده می شود. اما سایر واحدها با وجود افزایش عمق با توجه به تحلیل شیمیایی به عمل آمده از آنها در عمق ۳۰-۰ سانتیمتر همچنان از نظر شوری و قلیائیت در رده عادی است.

جدول ۲- خلاصه مشخصات فیزیکوشیمیایی واحدهای مارنی استان زنجان

UNIT	واحد	EM			MU			OL			OM			PL			K2M					
		Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean			
TIME2	s	۳.۰۰	۵.۰۰	۴.۱۷	۲.۰۰	۶.۰۰	۴.۲۷	۲.۰۰	۶.۰۰	۳.۷۵	۸.۰۰	۱۳.۰۰	۱۱.۰۶	۶.۰۰	۲۱.۰۰	۱۵.۵۴	بدلیل عدم وجود رخنمون مناسب و صعب العبور بودن محل قرار گیری واحد مارنی و عدم امکان انتقال دستگاه شبیه ساز باران این مشخصات اندازه گیری نشده است.					
V	liter	۱۵.۰۰	۱۹.۵۰	۱۷.۷۷	۱۳.۰۰	۲۰.۸۰	۱۷.۵۰	۱۴.۲۰	۱۹.۰۰	۱۶.۹۱	۱.۴۰	۶.۰۰	۳.۹۹	۱.۰۰	۴.۰۰	۱.۶۸						
D	Cm	۳.۳۰	۴.۳۰	۳.۶۵	۲.۰۰	۳.۵۰	۲.۶۸	۲.۰۰	۵.۵۰	۳.۷۲	۷.۰۰	۱۳.۵۰	۸.۸۹	۸.۵۰	۱۳.۰۰	۱۰.۴۸						
V28		۰.۰۰	۷.۰۰	۴.۷۷	۰.۰۰	۱۰.۰۰	۱.۶۷	۰.۰۰	۱۰.۰۰	۴.۷۵	۰.۰۰	۱۵.۰۰	۴.۸۳	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰						
Co. RUNOFF		۰.۴۴	۰.۵۷	۰.۵۱	۰.۳۸	۰.۶۰	۰.۵۱	۰.۴۱	۰.۵۵	۰.۴۹	۰.۴۴	۰.۱۷	۰.۱۲	۰.۰۳	۰.۱۲	۰.۰۵						
SEDM	Gr/liter	۲۰.۸۰	۵۲.۳۰	۳۶.۲۰	۲۳.۸۰	۱۶۴.۲۰	۸۷.۸۷	۱۹.۸۰	۹۲.۰۰	۴۸.۶۶	۱۷.۶۰	۹۵.۶۰	۵۴.۳۸	۲۶.۱۰	۷۰.۱۰	۴۶.۷۰						
CLAY	%	۳۶.۰۰	۳۸.۰۰	۳۷.۰۰	۱۸.۰۰	۴۱.۰۰	۲۸.۲۰	۲۶.۰۰	۳۹.۰۰	۳۲.۸۳	۲۶.۰۰	۳۸.۰۰	۳۳.۷۸	۱۹.۰۰	۳۰.۰۰	۲۴.۳۸	۱۳.۰۰	۲۱.۰۰	۱۷.۰۰			
SILT	%	۵۸.۰۰	۶۱.۰۰	۵۹.۶۷	۳۲.۰۰	۴۶.۰۰	۳۸.۶۷	۵۴.۰۰	۵۲.۰۰	۵۵.۱۷	۴۸.۰۰	۵۲.۰۰	۵۰.۷۷	۳۶.۰۰	۴۴.۰۰	۳۹.۴۶	۲۸.۰۰	۳۶.۰۰	۳۱.۰۰			
SAND	%	۲.۰۰	۵.۰۰	۳.۶۷	۱۴.۰۰	۴۸.۰۰	۳۳.۳۳	۷.۰۰	۱۸.۰۰	۱۲.۰۰	۱۴.۰۰	۱۸.۰۰	۱۵.۵۶	۲۹.۰۰	۴۵.۰۰	۳۶.۳۱	۴۵.۰۰	۵۸.۰۰	۵۲.۰۰			
C.E.C	meq/100 gr	۱۸.۸۰	۲۱.۰۰	۱۹.۸۵	۴.۰۰	۲۰.۰۰	۱۲.۷۵	۱۴.۹۵	۱۷.۴۰	۱۶.۳۵	۱۶.۸۵	۱۹.۳۵	۱۸.۴۶	۱۱.۱۰	۱۷.۰۰	۱۴.۱۴	۱۰.۹۵	۱۳.۲۰	۱۲.۰۵			
O.C	%	۰.۲۲	۰.۲۶	۰.۲۴	۰.۳۱	۰.۴۰	۰.۳۵	۰.۳۱	۰.۴۰	۰.۳۶	۰.۲۱	۰.۲۸	۰.۲۳	۰.۱۹	۰.۵۲	۰.۳۵	۰.۵۸	۰.۷۶	۰.۶۸			
PAV	ppm	۰.۹۰	۱.۱۰	۱.۰۰	۰.۳۵	۰.۶۰	۰.۴۹	۰.۱۹	۰.۸۲	۰.۵۰	۰.۰۰	۰.۸۱	۰.۳۶	۰.۰۰	۰.۴۰	۰.۲۱	۱.۳۵	۳.۶۰	۲.۴۷			
KAV	ppm	۱۳۹.۳۰	۱۴۱.۷۸	۱۴۰.۶۳	۳۸۸.۳۶	۸۱۰.۲۰	۶۰۴.۲۴	۱۱۹.۸۰	۲۲۱.۳۰	۱۷۱.۰۹	۴۱۵.۶۷	۱۴۰.۲۳	۱۰۷۲.۵۸	۲۳۸.۹۰	۳۴۸.۸۲	۲۹۷.۰۲	۱۵۷.۹۰	۱۹۱.۰۸	۱۷۵.۲۰			
TNV	%	۲۰.۶۰	۲۲.۱۰	۲۱.۳۱	۱۰.۸۰	۱۳.۲۰	۱۲.۱۳	۹.۴۸	۲۲.۲۳	۱۶.۰۲	۱۱.۳۹	۱۳.۶۱	۱۲.۹۰	۱۵.۶۰	۱۷.۹۰	۱۶.۶۴	۲۳.۴۵	۲۹.۳۰	۲۶.۳۹			
CASO4	%	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۲۸.۰۰	۱۴.۶۸	۰.۰۰	۹۶.۲۰	۴۸.۰۰	۰.۰۰	۴.۵۱	۲.۹۵	۰.۳۸	۴۸.۰۰	۲۵.۶۹	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰			
pH		۷.۸۸	۷.۹۶	۷.۹۳	۷.۶۸	۷.۸۱	۷.۷۴	۷.۷۹	۷.۸۴	۷.۸۱	۷.۵۸	۷.۸۲	۷.۶۸	۷.۴۶	۷.۷۰	۷.۵۶	۷.۷۲	۷.۸۶	۷.۷۹			
EC	ds/m	۰.۴۹	۰.۶۲	۰.۵۶	۲.۳۵	۸.۰۰	۴.۶۳	۰.۶۵	۲.۶۵	۱.۶۵	۰.۹۰	۳.۶۱	۲.۶۷	۲.۸۹	۲۷۷.۰۰	۶۳.۹۲	۰.۴۹	۰.۵۷	۰.۵۳			
SP	%	۵۰.۹۰	۵۲.۳۰	۵۱.۶۰	۲۹.۰۰	۶۸.۴۸	۴۵.۵۹	۵۱.۳۵	۵۲.۶۱	۵۱.۸۸	۴۸.۹۰	۵۴.۰۰	۵۰.۷۸	۴۹.۵۰	۵۸.۵۰	۵۴.۴۸	۲۶.۹۰	۳۳.۴۵	۳۰.۱۶			
KSOL	meq/L	۰.۲۲	۰.۲۴	۰.۲۳	۰.۵۹	۰.۷۵	۰.۶۹	۰.۳۱	۰.۶۱	۰.۴۷	۰.۲۸	۱.۱۰	۰.۷۸	۰.۲۳	۱.۵۱	۰.۹۰	۰.۲۷	۰.۳۰	۰.۲۹			
NASOL	meq/L	۲.۷۳	۲.۷۸	۲.۷۵	۱.۶۴	۳۵.۶۲	۱۵.۴۳	۲.۳۴	۳.۸۵	۳.۱۰	۲.۶۷	۲۰.۱۰	۱۴.۱۸	۶.۱۸	۴۰.۱۹	۲۴.۴۲	۱.۲۴	۲.۰۵	۱.۶۵			
CAMGSOL	meq/L	۲.۷۵	۲.۹۰	۲.۸۲	۲۰.۲۴	۱۷۷.۱۸	۸۳.۳۶	۴.۱۹	۲۱.۶۲	۱۲.۷۹	۶.۲۰	۱۴.۰۰	۱۱.۳۶	۲۲.۱۰	۳۳۵.۲۰	۱۸۸.۷۳	۳.۱۰	۳.۷۴	۳.۴۰			
SAR	%	۲.۲۷	۲.۳۷	۲.۳۲	۰.۳۸	۰.۷۵	۰.۵۴	۱.۱۶	۱.۶۶	۱.۴۱	۱.۵۲	۷.۶۲	۵.۵۵	۱.۸۶	۳.۱۳	۲.۵۴	۰.۹۳	۱.۶۳	۱.۲۸			
CO3	meq/L	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰				
HCO3	meq/L	۲.۳۸	۲.۴۳	۲.۴۰	۱.۶۰	۲.۴۰	۲.۰۶	۱.۹۵	۲.۴۰	۲.۱۹	۱.۹۵	۲.۸۴	۲.۵۲	۱.۰۰	۱.۷۱	۱.۳۵	۱.۵۸	۳.۲۰	۲.۳۶			
CL	meq/L	۱.۳۸	۱.۵۰	۱.۴۴	۱.۰۰	۶۳.۵۰	۲۶.۴۶	۱.۴۲	۱۹۷.۰۰	۳۴.۲۵	۲.۴۶	۳.۰۰	۲.۶۵	۲.۴۳	۳۱۵.۶۰	۱۶۹.۶۴	۰.۹۵	۱.۵۰	۱.۲۳			
SO4	%	۱.۸۳	۱.۹۲	۱.۸۸	۱۴.۰۰	۱۹.۸۰	۱۷.۳۷	۲.۸۵	۲۲.۱۰	۱۲.۴۸	۴.۳۸	۳۰.۰۰	۲۱.۱۶	۲۴.۵۰	۵۹.۱۰	۴۲.۹۸	۰.۹۸	۲.۴۳	۱.۷۱			
LL	%	۳۵.۵۰	۳۵.۶۳	۳۵.۵۸	۳۱.۱۸	۳۶.۳۰	۳۴.۲۲	۲۹.۳۵	۳۶.۰۴	۳۲.۷۵	۴۱.۷۱	۴۲.۹۰	۴۲.۱۹	۳۵.۲۰	۴۰.۰۰	۳۷.۴۲	۲۲.۶۰	۲۶.۰۵	۲۴.۳۵			
PL	%	۱۹.۷۵	۱۹.۹۵	۱۹.۸۷	۲۳.۲۰	۳۰.۳۵	۲۶.۰۸	۱۶.۰۰	۲۲.۰۰	۱۸.۹۷	۲۵.۷۹	۳۷.۹۰	۳۳.۷۸	۲۱.۲۰	۲۳.۲۰	۲۲.۳۰	۰.۰۰	۱۹.۶۰	۹.۷۹			
PI	%	۱۵.۶۵	۱۵.۷۵	۱۵.۷۰	۰.۹۵	۱۲.۹۱	۸.۱۴	۱۳.۳۰	۱۴.۲۲	۱۳.۷۸	۴.۱۰	۱۷.۰۵	۸.۴۲	۱۲.۰۰	۱۸.۶۹	۱۵.۱۱	۶.۴۰	۲۲.۷۲	۱۴.۵۶			

جدول ۳- تقسیم بندی واحدهای مارنی استان زنجان بر اساس سن، محیط تشکیل و نوع مارن

دوران و سن واحد مارنی		عنوان واحد مارنی	نام واحد مارنی	نوع و محیط تشکیل	کاتی شناسی	نوع مارن	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد از سطح استان
سنزاییک	پایه	پلیوسن	مارن پلیوسن	(iii) مارن پلیوسنی	سیلت، رس، کلسیت، هالیت، ژپس و اندریت	نمکی و گچی	۲۰۳۵.۲۵	۹.۱۸۶
			Plm			نمکی و گچی	۱۷۶۰.۲۵	۷.۹۴۴
		میوسن	مارن قم	(i) مارن نوع دریایی	رس، سیلت و کلسیت	کلسیتی	۴۸۰.۵	۲.۱۶۹
	بالا	الیگوسن	قرمز پالینی	(ii) مارن پلیوسنی	سیلت، رس، کلسیت، هالیت، ژپس و اندریت	گچی	۱۵۷.۲۵	۰.۷۱۰
			OL			کلسیتی	۴	۰.۰۱۸
		انوسن	مارن کرتاسه	(i) مارن نوع دریایی	رس، سیلت و کلسیت	کلسیتی	۰.۷۵	۰.۰۰۳
مزرزئیک	کرتاسه	K2m	مارن کرتاسه					

منابع

- حسنزاده نفوتی، م، فیض نیا، س، احمدی، ح، پیروان، ح، غیومیان، ج، ۱۳۸۷، بررسی تأثیر ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی مارن‌ها بر میزان رسوبدهی با استفاده از مدل فیزیکی باران‌ساز. نشریه انجمن زمین‌شناسی مهندسی ایران، بهار ۱۳۸۷، جلد اول، شماره ۱، صفحه ۳۵ تا ۴۸.
- حسنزاده نفوتی، م، فیض نیا، س، غیومیان، ج، احمدی، ح، پیروان، ح، (۱۳۸۵)، بررسی ویژگیهای مؤثر بر فرسایش‌پذیری مارن‌ها- مطالعه موردی حوزه آبخیز ایوانکی (آب شور). رساله دکتری رشته آبخیزداری. دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات.
- حسنزاده نفوتی، م، فیض نیا، س، احمدی، ح، پیروان، ح و غیومیان، ج، ۱۳۸۷، بررسی تأثیر ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی مارن‌ها بر میزان رسوبدهی با استفاده از مدل فیزیکی باران‌ساز. نشریه انجمن زمین‌شناسی مهندسی ایران، بهار ۱۳۸۷، جلد اول، شماره ۱، صفحه ۳۵ تا ۴۸.
- حسینی، س، فیض نیا، س، پیروان، ح، زهتابیان، غ، ۱۳۸۸، بررسی تولید رواناب و رسوب در سازندهای ریزدانه نئوژن با کمک شبیه‌ساز باران (مطالعه موردی: حوزه آبخیز طالقان)، نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۸، صفحه ۲۱۵ تا ۲۲۹
- عبدی نژاد، پ، فیض نیا، س، پیروان، ح، ۱۳۸۸، بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، مکانیکی و فرسایش پذیری سازندهای مارنی استان زنجان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان
- قدوسی، ج، سپهریان، م، قدیمی عروس محله، ف، پورمتین، ا، ۱۳۷۶، شناخت و طبقه‌بندی مارن‌ها و بدلنها در حوضه آبخیز. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری تهران.