فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست
سال ششم، شماره ۱۹، تابستان ۱۳۹۱

رسوب شناسی و تعیین شاخص های فرسایش پذیری مارن های سازند قرمز بالایی در ناحیه ایوانکی

صدیقه میرزازاده[۱]، مجید کریم پور ریحان[۲]، محمد رضا اسپهبد[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین شناسی، گرایش رسوب شناسی، دانشگاه آزاد، واحد تهران شمال diamond63@yahoo.com
۲- دانشیار، گروه منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه تهران
۳- دانشیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد، واحد تهران شمال

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۵/۸ تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۱/۲۹

چکیده

منطقه مورد مطالعه با وسعت۳۷۵۰ کیلومتر مربع در ٦٥ کیلومتری جنوب شرقی تهران و۱٤۰ کیلومتری جنوب غربی سمنان قرار دارد. در مقاله حاضر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی و مهندسی مارن های حساس به فرسایش با اشکال مختلف فرسایش سطحی شیاری، آبراهه ای و خندقی بررسی شده است و از پهنه های مارنی با فرسایش غالب شیاری ١٤ نمونه گرفته شده است .نتایج تجزیه شیمیایی نشان می دهد که اراضی مارنی مورد نظر جزء خاک‌های شور قلیائی می‌باشند و از دیدگاه مهندسی خاک نمونه‌ها در محدوده ی SM ، SW ، SP و S.C.M قرار می‌گیرند. که همگی در زمره‌ی خاک های دانه متوسط در حد ماسه با خاصیت خمیری و مقاومت داخلی پائین می‌باشند، لذا بسیار مستعد فرسایش هستند. با توجه به تجزیه و تحلیل و آنالیز مربوط به خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، مهندسی و مکانیکی مارن ها مشخص شده است که بین مقادیر نمک ، گچ و آهک اختلاف معنی‌داری وجود دارد و این سه عامل را می‌توان به عنوان شاخص‌های مهم در تفکیک اشکال فرسایش در نظر گرفت.

واژگان کلیدی: مارن، فرسایش شیاری، آبراهه ای و خندقی

مقدمه

در مطالعات فرسایش و حفاظت خاک، ویژگی های سنگ شناسی منطقه مورد مطالعه از اهمیت قابل توجهی برخوردار است . رفتار سنگ های مختلف در مقابل فرسایش متفاوت بوده و بعضی از واحد های سنگی حساس به فرسایش و مستعد تولید رسوب هستند. نهشته های مارنی به دلیل ماهیت ساختمانی نظیر وجود ذرات تخریبی (سیلت بالا و رس کم) و مواد شیمیایی (کربنات کلسیم، ژیپس، انیدریت و نمک) نسبت به سایر نهشته ها از فرسایش پذیری بالاتری برخوردارند. مارن ها در مناطق خشک به عنوان مناطق با فرسایش پذیری زیاد و منشأ تولید رسوب محسوب می شوند، به طوری که بیشترین میزان فرسایش و تولید رسوب حوزه های آبخیز را تولید می نمایند [۳] . مارن ها بر حسب نوع و میزان ترکیبات کانی شناسی، ویژگی های فیزیکی و شیمیایی شرایط اقلیمی و توپوگرافی دارای اشکال مختلف

فرسایشی می باشند . از عمده ترین اشکال فرسایشی این سازند ها می توان به فرسایش های شیاری آبراهه ای، خندقی، هزار دره ای و توده ای اشاره نمود. در کشور ما سازند های حاوی مارن در قسمت های مختلف از جمله منطقه مورد مطالعه گسترش زیادی دارند. موضوع این مقاله که ویژگی های فیزیکی و شیمیایی مارن های حساس به فرسایش در منطقه مورد مطالعه است سعی دارد تا اطلاعات اولیه زمین شناسی و فرسایشی را در اختیار کارشناسان آبخیزداری و سایر کارشناسان ذینفع قرار دهد تا پایه ای برای مطالعات و فعالیت های بعدی آنها باشد. یافتن ویژگی های فیزیکی و شیمیایی واحدهای حساس به فرسایش بخش اصلی این مقاله را تشکیل می دهد.

مواد وروش ها

مراحل مطالعه در این پژوهش به شرح زیر بوده است: مطالعه اولیه و گرد آوری داده های پیشین و تهیه نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ و نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ همچنین تهیه نقشه واحدکاری به کمک نرم افزار (Arc.GIS). بازدید صحرایی جهت بررسی های زمین شناسی و نمونه برداری از واحد های مختلف منطقه مورد مطالعه. انجام آزمایشات دانه سنجی و فیزیکو شیمیایی. تهیه جدول داده ها نمودارها و پارامتر های آماری تفسیر و بررسی نتایج به دست آمده از آنالیز های فیزیکو شیمیایی.

موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی

منطقه مورد مطالعه در جنوب شرقی استان تهران با مختصات جغرافیای ″۰۰,۱۰′۵۲°,۱۰ تا ″۱۰,۱٤′۵۲°,۱٤ طول شرقی ″۳۲,۱۸′۳۵°,۱۸ تا ″۵٦,۲۳′۳۵°,۲۳ عرض شمالی واقع شده است منطقه مورد مطالعه از غرب به شهر ایوانکی، از شرق به گرمسار، از شمال به شهرستان دماوند و بخش فیروز کوه و از جنوب به کویر گرمسار و جاده‌ی آسفالته تهران – ایوانکی– گرمسار محدود می شود.

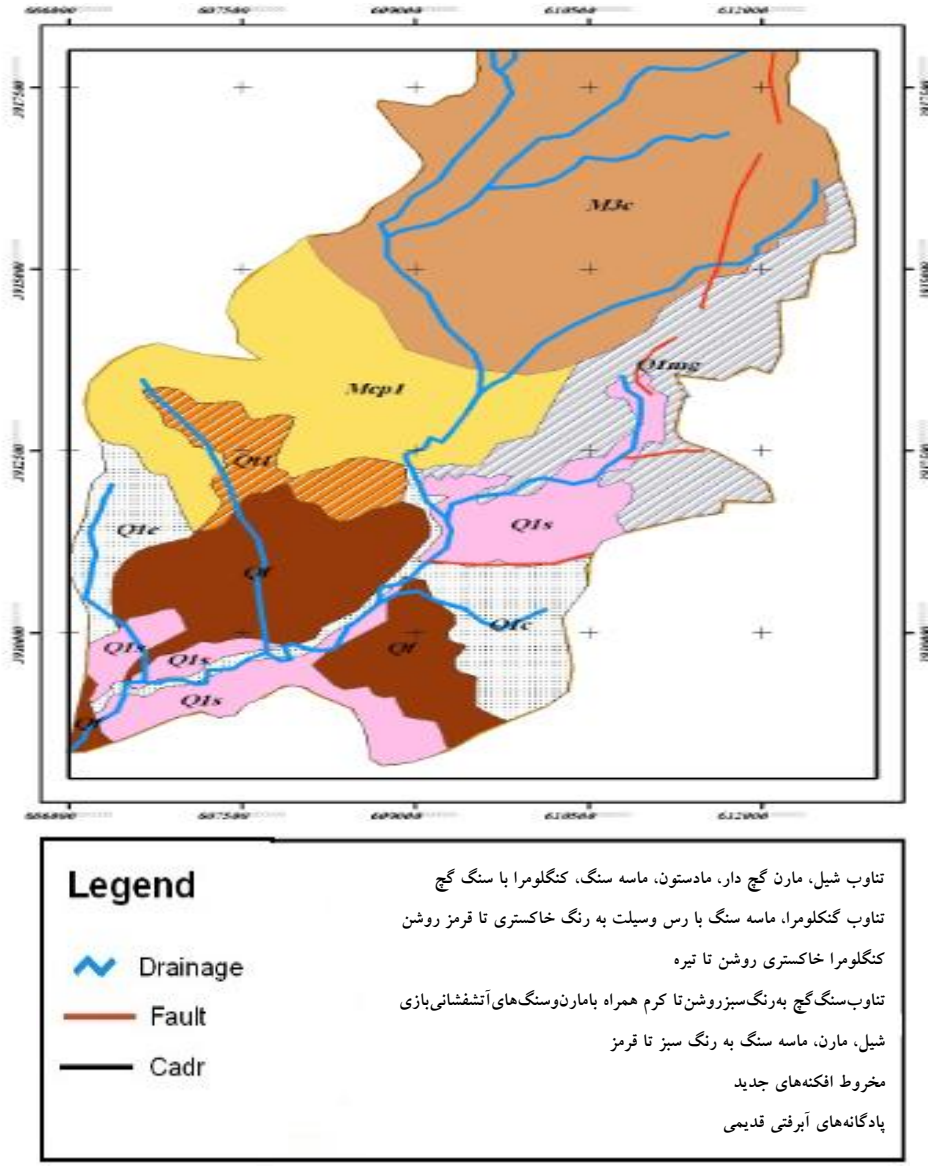
زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

از نگاه زمین شناسی و پهنه های ساختاری و با توجه به تقسیم بندی زمین شناسی ایران [٦] منطقه ی مورد مطالعه در زون ایران مرکزی و جبهه جنوبی البرز (البرز مرکزی) واقع است. دشت ایوانکی یک حوضه‌ی بین کوهستانی را تشکیل می‌دهد که از شمال به سلسله جبال البرز (زون البرز) و از جنوب به دشت کویر (زون ایران مرکزی) محدود می‌باشد. این حوضه در اثر فرو نشست حوضه ی رسوبی طبقات دوران اول و دوم ایجاد گردیده که داخل آن را رسوبات دوران سوم و رسوبات جدید رود خانه ای پر نموده است. فرونشینی زیاد کف حوضه در اثر عوامل تکتونیکی از یک طرف و رسوب‌گذاری زیاد رودخانه‌ها نیز از طرفی دیگر منجر به پیدایش ضخامت زیادی از سازند قرمز بالایی در منطقه مورد مطالعه شده که رخنمون نسبتاً خوب و گسترش وسیعی داشته و ضخامت این رسوبات در حاشیه جبال البرز به چندین هزار متر می رسد [۱].

شکل ۱- نقشه راه های دسترسی منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- سازندهای مهم و واحد های سنگی منطقه

نام سازند	نام واحد سنگی	توصیف واحد سنگ شناسی
رسوبات کواترنر	Q^f	مخروط افکنه های جدید
	Q^t_1	پادگانه های آبرفتی قدیمی
سازند قرمز بالایی	M_{3C}	تناوب کنگلومرا ، ماسه سنگ با رس و سیلت به رنگ خاکستری تا قرمز روشن
	M^C_{P1}	تناوب کنگلومرا، ماسه سنگ با رس و سیلت به رنگ خاکستری تا قرمز روشن
	M^{sb}_{3b}	ماسه سنگ ضخیم لایه به رنگ قرمز تا سبز ، به طور محلی همراه با میکرو کنگلومرا و شیل
سازند قرمز پایینی	Ol^S	شیل ، مارن و ماسه سنگ به رنگ قرمز تا سبز
	Ol^{mg}	تناوب سنگ گچ به رنگ سبز روشن تا کرم همراه با مارن، مارن همراه سنگ های آتشفشانی بازیک
	Ol^c	کنگلومرا به رنگ خاکستری روشن تا تیره



شکل۲- نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

عوامل مؤثر در فرسایش پذیری خاک

۱- نقش بافت خاک: بین دو خاک با میزان سیلت برابر ولی مواد آلی و رس متفاوت، خاکی که مواد آلی و رس بیشتری دارد، کمتر فرسایش پذیر است.

۲- نقش کلوئیدهای خاک: هر چه کلوئیدهای خاک در اثر جذب رطوبت بیشتر متورم شود از قطر خلل و فرج آن‌ها بیشتر کاسته می‌شود در نتیجه میزان آبدوی را کاهش داده و فرسایش را محدود می سازند.

۳- نقش مواد آلی: خاک‌هایی که کربن آلی در آن‌ها از ۲ درصد کمتر باشد قابل فرسایش به شمار می‌رود.

٤- نقش شیب: در شیب‌های تند، آب با سرعت بیشتری به طرف پایین جاری می‌شود و در نتیجه انرژی جنبشی و قدرت فرسایندگی آن بیشتر می‌شود [۳].

٥- نقش نوع کانی: عامل دیگری که در ثبات ساختمانی و در نتیجه در فرسایش پذیری خاک موثر است نوع کانی های رسی می باشد، زیرا پایداری خاک دانه ها به نوع کانی های رس موجود در خاک بستگی دارد.

٦- اثر پوشش گیاهی: ریشه گیاهان باعث تثبیت اسکلت خاک شده و از فرسایش توده‌ای خاک جلوگیری می‌کند. اثر پوشش گیاهی در کاهش فرسایش به نوع، ارتفاع، تراکم و مرحله رشد گیاه بستگی دارد.

۷- نقش آهک و گچ: آهک به عنوان یک سیمان باعث افزایش پایداری در پهنه‌های مارنی می‌شود، زیرا باعث ایجاد ساختمان در خاک و در نتیجه افزایش نفوذپذیری و کاهش رواناب می‌شود.

انواع فرسایش در منطقه

آزاد شدن ذرات خاک از محل اولیه و انتقال آنها به محیط های جدید تحت تأثیر عوامل مختلف مانند آب، باد و یخچال را فرسایش گویند و بسته به نوع عامل حمل کننده به فرسایش آبی، بادی و یخچالی تقسیم می شوند. در نواحی خشک و نیمه خشک نظیر منطقه‌ی مورد مطالعه که ضخامت خاک در آن کم می‌باشد، فرآیند فرسایش از اهمیت زیادی برخوردار است. هر نوع فرسایش مرحله‌ای از نوع دیگر فرسایش است، به عبارت دیگر به ظهور نوع دیگر فرسایش کمک می‌کند. معمولاً در یک منطقه چند نوع فرسایش به طور توام وجود دارد ولی نوعی از آن‌ها غالب بوده و حضور فعال‌تری را نشان می‌دهد. در منطقه ی مورد مطالعه ذرات خاک بر اثر نیروی آب جا به جا و یا حمل می شوند. جا به جایی و حمل ذرات خاک بر اثر نیروی آب، اثراتی را در محل اولیه (محل برداشت ذرات) به جا می گذارد که به اشکال مختلف مشاهده می شود و به نام اشکال فرسایشی نامیده می شوند و در حقیقت بیان کننده ی روند پدیده ی فرسایش می باشند و از طریق آن ها می توان به مراحل فرسایش خاک و شیوه های کنترل آن پی برد. انواع فرسایش در منطقه مورد مطالعه عبارتند از:

۱- فرسایش بارانی: که در اثر برخورد قطرات باران به سطح خاک به وجود می‌آید که ذرات با قطر کم‌تر از 2 mm را جدا می‌کند [۳].

۲- فرسایش صفحه ای: در اثر آبدوی حاصل از باران و یا ذوب برف به وجود می آید و عال عمده ضربه قطرات باران است در به وجود آمدن این نوع فرسایش دو عامل بیشترین تأثیر را دارد، اول فقدان پوشش گیاهی کافی برای جلوگیری از انرژی سینتیک

قطرات باران و دوم وقوع رگبارهای شدید در فصول خشک می کند و آبراهه ای در سطح زمین به وجود می آورد. این آبراهه های ایجاد شده را در صورتی فرسایش شیاری می‌گوییم که با انجام عملیات کشت زرع معمولی از بین بروند [۳].

۳- فرسایش شیاری: وقتی آب در شیبی از قسمت بالا به سمت پایین حرکت می‌کند به تدریج در فرورفتگی‌های سطح زمین جمع می‌شود و پس از پر شدن، آب از لبه پایین فرورفتگی با حجم زیادی جریان پیدا می کند و آبراهه هایی در زمین به وجود می آورد. این آبراهه های ایجاد شده را در صورتی فرسایش شیاری می گوییم که با انجام کشت زرع معمولی از بین برود [۳].

شکل۳- نمونه ای از فرسایش شیاری

٤- فرسایش آبراهه ای: بخشی از نزولات آسمانی برروی دامنه‌ها جریان یافته و پس از تجمع و تمرکز سریعاً خود را به آبراهه ها می رساند و از این طریق به سمت پائین دست حوضه‌ی آبخیز جریان یافته و با رسیدن به سرعت آستانه‌ی فرسایش باعث جابه جایی و حمل ذرات خاک می‌گردد [۳].

شکل ٤- نمونه ای از فرسایش آبراهه ای

۵- فرسایش خندقی: این نوع فرسایش را فرسایش گودالی یا آبکند نیز گویند. خندق، آبراهه ای نسبتاً دائمی است که جریان های موقت آب از آن می گذرد و مقدار بسیار زیادی رسوب را در خود حمل می کند.

شکل ۵- نمونه ای از فرسایش خندقی

بررسی فرسایش پذیری سنگ ها

فرسایش پذیری و حساسیت نسبی انواع واحدهای سنگی و رسوبی در درجه‌ی اول مبتنی برخصوصیاتی چون: ۱- مشخصه‌های کمی و کیفی سنگ شناسی و خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی آن ها. ۲- کیفیت لایه‌بندی و تناوب لایه‌های مقاوم. ۳- ضخامت طبقات. ٤- میزان شکستگی و توسعه

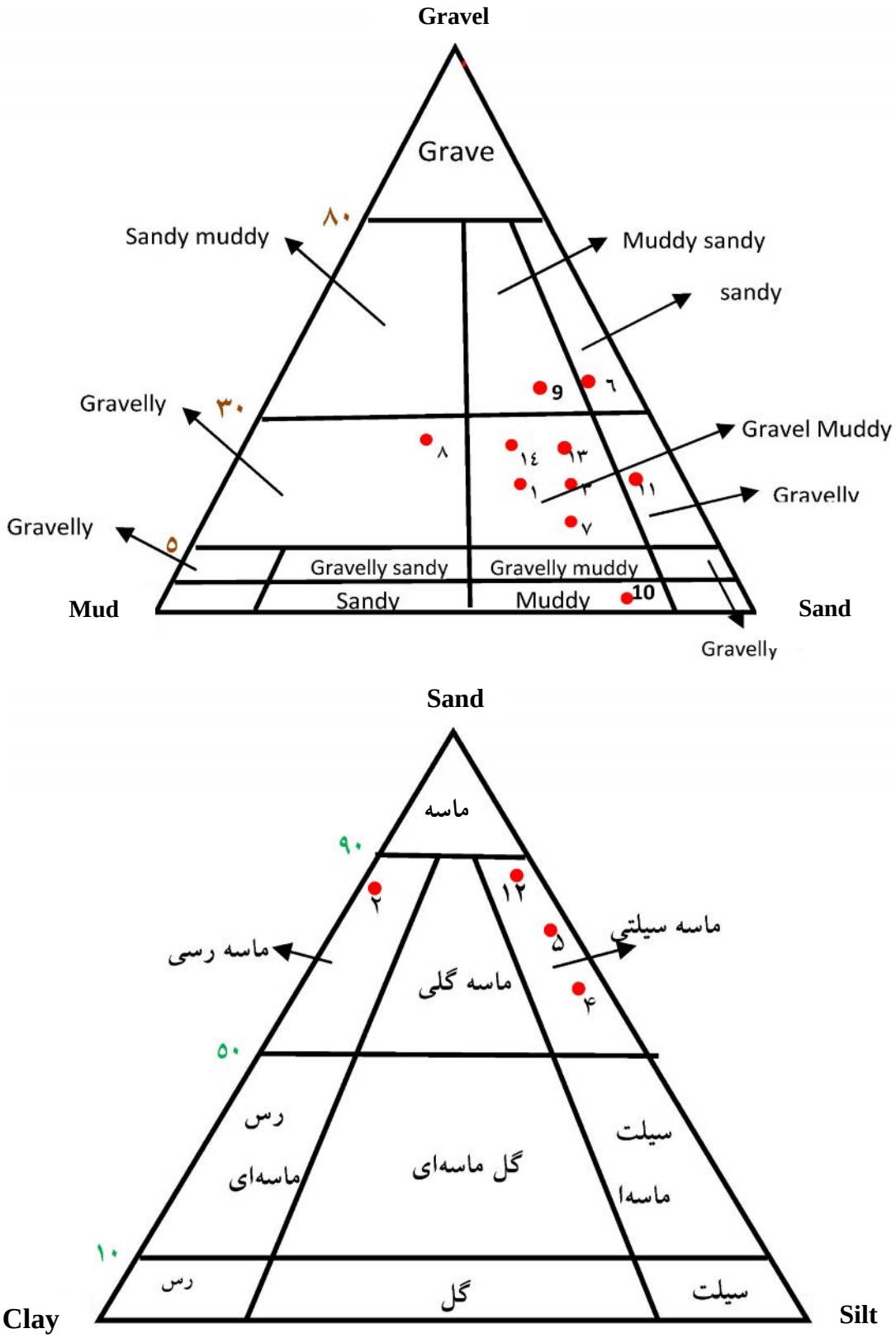
سیستم های درز و شکاف و در درجه‌ی دوم بر اساس شاخص‌هایی چون مورفولوژی عمومی طبقات و اشکال فرسایشی بر روی آنها و در درجه سوم با عنایت به جایگاه زمین ساختی به شرح مندرج در جدول در سه کلاس مورد ارزیابی و طبقه بندی قرار گرفته اند. براساس جدول فوق هر یک از واحدهای رسوبی واقع در کلاس ۱۰ از بیشترین میزان حساسیت برخوردار می باشد [٤]. حساسیت واحدهای واقع در کلاس‌های بعدی با کاهش شماره کلاس کاهش می‌یابد به گونه ای که رخساره های واقع در کلاس ۵ و٦ از حساسیتی متوسط برخور دار می‌باشند که مربوط است به واحدهای M^{c}_{pl} M^{SC}_{3b} OI^{c} و بیشترین میزان حساسیت به ترتیب به نهشته های آواری غیر پیوسته آبرفتی بستر دشت سیلابی رودخانه ها (Q^{t}) و مخروط های آبرفتی دهانه ای (Q^{f}) مربوط می شود.

جدول ۲- میزان حساسیت نسبی واحد های لیتولوژیک نسبت به فرسایش بر اساس خصوصیات سنگ‌شناسی

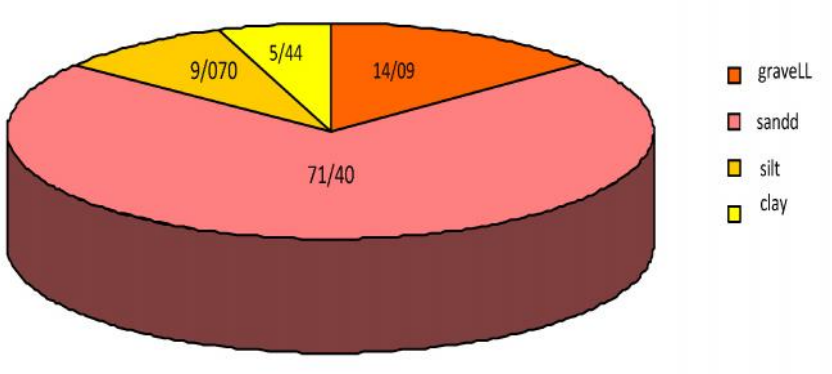
توصیف واحدهای سنگ شناسی	نام واحد سنگی	درجه حساسیت به فرسایش	میزان حساسیت به فرسایش
مخروطه افکنه های جدید و پادگانه های آبرفتی قدیمی	Q^{t}_{1} ، Q^{f}	۱۰	خیلی حساس
شیل، مارن و ماسه سنگ به رنگ سبز تا قرمز	Ol^{s}	۹	
—	—	۸	حساس
تناوب کنگلومرا، ماسه سنگ با رس و سیلت به رنگ خاکستری تا قرمز روشن + تناوب سنگ گچ به رنگ سبز تا کرم همراه با مارن همراه با سنگ های آتش فشانی بازیک	Ol^{mg} ، M^{3}_{C}	۷	
تناوب کنگلومرا، ماسه سنگ با رس و سیلت به رنگ خاکستری تا قرمز روشن	M^{c}_{p1}	٦	متوسط
کنگلومرا به رنگ خاکستری روشن تا تیره + ماسه سنگ ضخیم لایه به رنگ قرمز تا سبز، به طور محلی همراه با میکروکنگلومرا و شیل	Ol^{c} ، M^{cSC}_{2b}	۵	

تجزیه فیزیکو شیمیایی

در کل ١٤ نمونه رسوب به صورت تصادفی از ۷ واحد مارنی بر اساس نقشه شیب و نقشه واحد کاری که قبلاً تهیه شده بود جمع آوری شد. پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه ابتدا نمونه ها شسته شده و توسط دستگاه آون به مدت ٢٤ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد خشک شده و بعد کلوخه ها خرد شده و از الک ۲ میلی متری عبورداده شده و سپس بر روی آنها آزمایش های فیزیکی و شیمیایی نظیر دانه بندی به روش غربال کردن و آزمایش هیدرومتری، تعیین حدود آتربرگ، XRD، هدایت الکتریکی(EC) ، اسیدیته (PH) ، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) ، تعیین درصد آهک ($CaCO_3$) تعیین درصد گچ (CaSO4) ، نسبت جذب سدیم (SAR)، درصد سدیم تبادلی(ESP) ، یون های کلسیم(Ca^{++}) و منیزیم (Mg^{2+})، سدیم(Na^{+}) پتاسیم (K^{+}) یون کلر (CL^{-}) و درصد ماده آلی انجام شد. نتایج هر یک از آنالیز های شیمیایی، فیزیکی بافت رسوبات و ویژگی های مهندسی نمونه ها در جداول و نمودار های زیر نشان داده شده است.



شکل٦- تعیین نام واحد های رسوبی بر اساس اندازه ذرات به روش فولک



شکل ۷– نوع و درصد فراوانی اندازه ذرات تشکیل دهنده نمونه ها بر اساس میانگین داده ها

جدول۳– ویژگی های مکانیک خاک نمونه های رسوبی

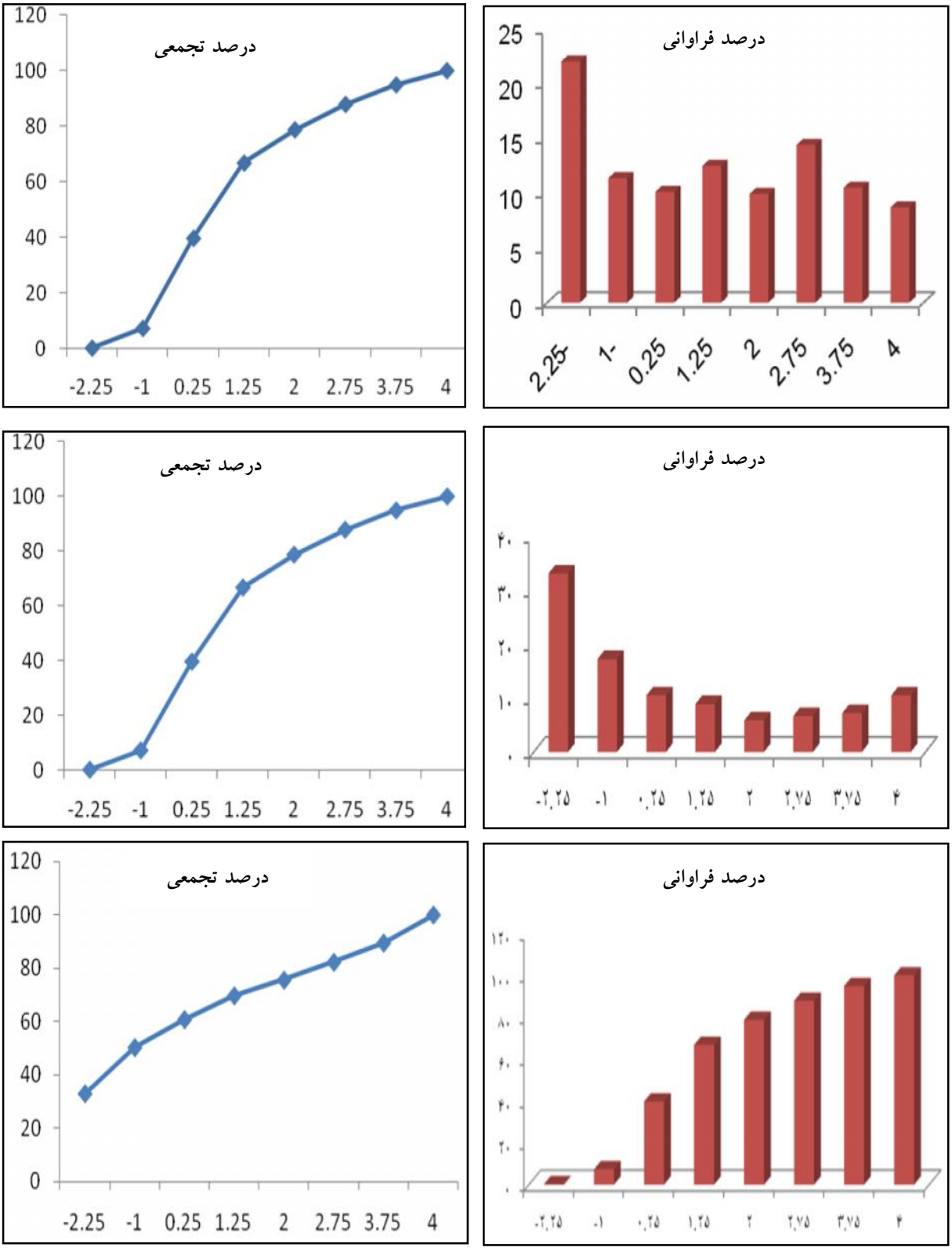
شماره نمونه	واحد زمین شناسی	درصد حد خمیری (PL)	درصد شاخص خمیری (PI)	طبقه بندی یونیفاید
۱	OI^{C}	۲۱	٤	SM
۲	OI^{S}	۱۷	٥	SCM
۳	OI^{C}	۲٥	NP	SP-SM
٤	Q^{F}	۲٤	NP	SM
٥	OI^{C}	۲٦	NP	SM
٦	Q^{F}	NP	NP	SW
۷	OI^{S}	NP	NP	SW
۸	Q_1^{T}	۱۹	۸	SC
۹	Q_1^{T}	۲۱	۱۰	SP - SC
۱۰	OI^{MG}	۲٤	٦	SW - SM
۱۱	OI^{MG}	۲٤	۷	SP - SM
۱۲	$M_{P1}{}^{C}$	۳/۲۱	٥	SM
۱۳	M_{3C}	۱۹	۸	SC
۱٤	M_{3C}	۱۸	۸	SC

جدول٤- خصوصیات شیمیایی رسوبات منطقه مورد مطالعه

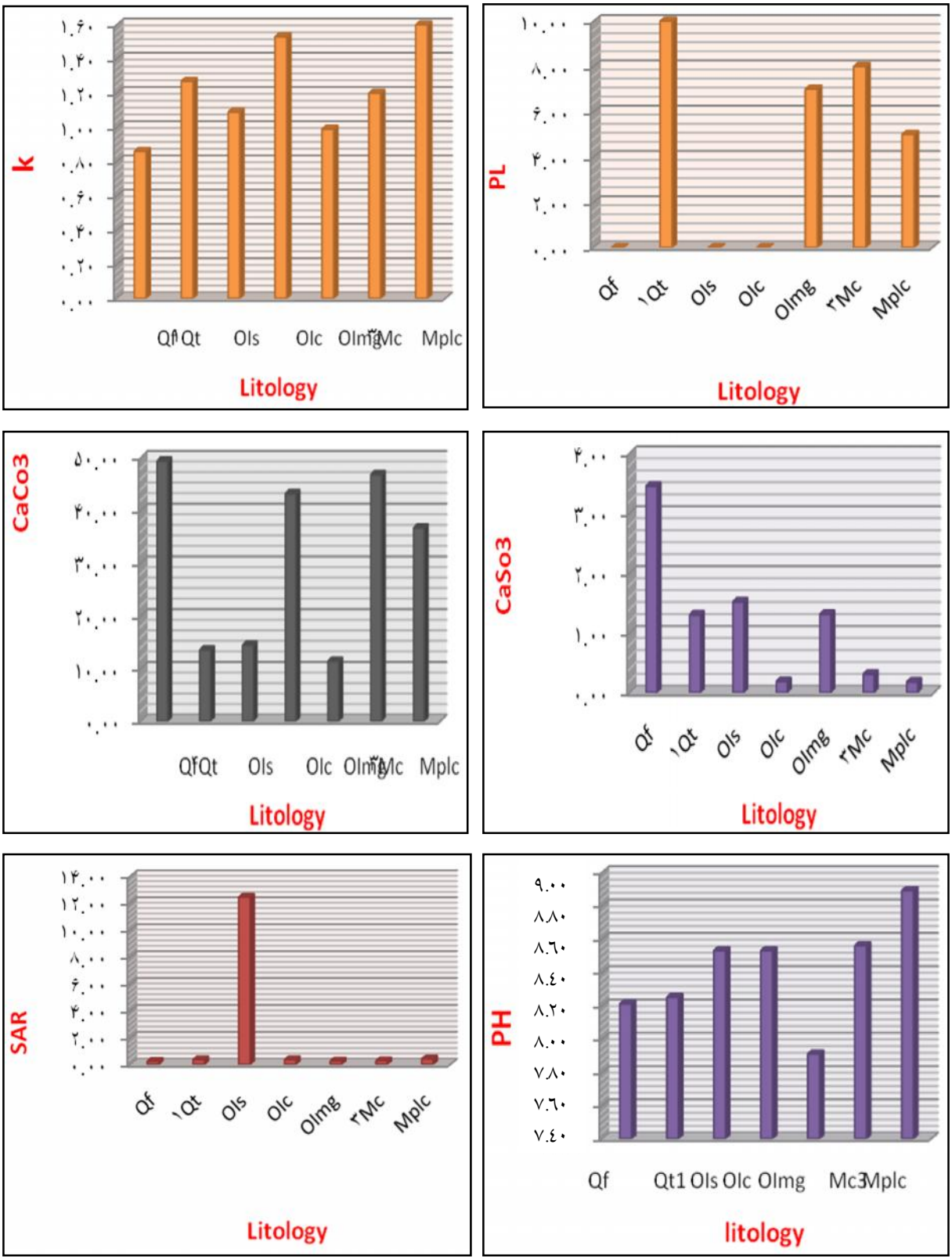
واحد سنگی	SAR	ESP	$CaSo_4$	$CaCo_3$	CEC	EC	PH	Mg^{++}	SO_3^{--}	CL^-	K^+	Na^{++}	شماره نمونه
OI^C	0/44	7/96	0/69	42/07	13/78	1.76	8.53	1/44	0/17	0/24	0/75	1/06	۱
	0/36	16/57	0/19	43/15	16/57	1.45	8.57	1/44	0	0	1/53	0/94	۲
	0/11	2/20	0/03	37/28	19/48	2.65	8.43	1/3	0/06	1/30	1/23	0/27	۳
OI^s	12/44	0/75	1/52	14/43	27/22	1.38	8.53	0/97	0/08	32/08	1/09	20/64	٤
	8/60	6/97	2/03	12/28	22/23	2.65	8.33	1/41	0/81	17/06	1/05	13/94	٥
Q^f	0/12	2/13	1/76	41/03	16/81	2.33	8.21	1/03	0/55	1/71	0/96	0/32	٦
	0/25	4	3/45	49/36	19/25	1.67	8.40	1/57	5/03	0/08	0/77	0/77	۷
Q^t_1	0/10	4/45	0/87	12/33	17/68	2.95	8.65	1/64	2/01	0/93	1/09	0/75	۸
	0/37	5/70	1/3	13/52	17/89	1.46	8.41	1/38	1/19	0	1/27	1/02	۹
OI^{mg}	0/11	1/77	1/50	20/96	20/35	1.74	8.35	1/46	18/36	1/36	1/14	0/34	۱۰
	0/27	24/7	1/31	11/4	22/11	2.37	8.02	1/42	24/36	0/67	0/99	0/82	۱۱
M_{pi}^c	0/42	6/75	0/18	36/66	15/91	1.44	7.91	2/37	0	0/31	1/60	1/07	۱۲
	0/44	4/39	0/31	46/76	18/21	1.28	8.56	1/26	0/48	0/08	1/20	0/80	۱۳
M^3_C	2/80	72	0/50	29/18	16/08	2.07	8.32	1/36	0/25	0/06	0/75	8/05	١٤

جدول٥- محاسبه پارامترهای جورشدگی، کج شدگی و کشیدگی نمونه های رسوب

کج شدگی (SK)	کشیدگی (KG)	جورشدگی (QI)	درصد رس	درصد سیلت	ماسه	گراول	واحد زمین شناسی	شماره نمونه
1/60	0/82	1/34	6/7	18/3	59	16	OI^C	۱
0/75	0/57	1/39	14/6	1/4	84	0	OI^S	۲
1/40	1/10	1/11	4/8	7/2	79	9	OI^C	۳
2	1/31	1/08	8/8	18/2	73	0	Q^F	٤
2/28	3/38	0/72	5/7	9/3	85	0	OI^C	٥
1/61	0/92	1/22	0/73	1/87	64/4	33	Q^F	٦
0/19	1/02	1/56	1/54	1/35	84/74	12/27	OI^S	۷
0/56	0/37	1/35	27/12	9/35	35/03	28/5	Q_1^T	۸
0/57	0/37	1/35	5/36	1/55	56/09	37	Q_1^T	۹
0/39	0/54	1/66	1/98	3/2	93/97	0/85	OI^{MG}	۱۰
0/07	0/92	0/69	2/59	5/07	22	70/34	OI^{MG}	۱۱
0/72	0/80	1/23	1/25	12/11	0	86/65	M_{P1}^C	۱۲
2/03	0/96	1/28	6/1	11/9	22/67	59/33	M_{3C}	۱۳
0/79	0/35	1/43	4/4	10/39	16/08	69/13	M_{3C}	١٤



شکل۸- نمودار های تجمعی و هیستوگرام نمونه های رسوبش (سایز ذرات به مقیاس فی)



شکل ۹– پارامترهای شیمیایی نمونه های رسوب

نتیجه گیری

۱- با تجزیه و تحلیل مطالعات رسوب شناسی و خصوصیات فیزیکی شیمیایی، مهندسی و مکانیکی مارن ها مشخص شد که بین مقادیر نمک، گچ و آهک اختلاف معنی داری وجود دارد به این صورت که حلالیت نمک نسبت به گچ و گچ نسبت به آهک بیشتر است و این حالت باعث فرسایش بیشتر مناطق نمکی نسبت به مناطقی که به ترتیب دارای گچ و آهک هستند شده است. بنا براین، این سه عامل را می توان به عنوان شاخص های مهم در تفکیک اشکال فرسایشی مارن ها در نظر گرفت. اما برای دستیابی به نتایج قطعی تر انجام تحقیقات بیشتر و مشابه در سایر نقاط کشور ضروری است.

۲ – مواد آلی کم نمونه ها موجب ایجاد ساختمان سست و مستعد به فرسایش اراضی می گردد. پایین بودن این پارامتر همراه با ظرفیت تبادلی کم، موجب غیر حاصلخیز بودن این اراضی می شود و در نتیجه آن، زمینه برای توسعه پوشش گیاهی فراهم نمی گردد که عاملی برای افزایش فرسایش است.

۳- بررسی مقادیر حد روانی، حد خمیری و شاخص خمیری در اشکال مختلف فرسایش، اختلاف معنی داری نشان نداده است و میزان تغییرات آن نسبت به فرسایش بسیار کم و ناچیز است. بین شاخص خمیری و مقدار رس رابطه‌ی مثبت و مستقیمی وجود دارد و بیانگر این است که خاک های با رس بیشتر نسبت به خاک‌های با رس کمتر از پایداری بیشتری برخوردار بوده و در مقابل فرسایش آبی پایدار تر هستند. همچین بین شاخص خمیری و آهک در مجموع ارتباط مستقیمی وجود دارد که این امر بیانگر این است که آهک باعث مقاوم شدن خاک می‌شود.

٤- از نظر تقسیم بندی زمین‌شناسی مهندسی، رسوبات منطقه مورد مطالعه جزء خاک‌های دانه متوسط در حد ماسه با چسبندگی کم تا خیلی کم بوده و خاصیت خمیری آن‌ها به علت وجود درصد رس کم، بسیار ناچیز است. مقایسه بین واحدهای مارنی در منطقه مورد مطالعه بیان‌گر آن است که واحد Ol^s نسبت به واحدهای دیگر از خاصیت خمیری کمتر و حساسیت بیشتر نسبت به فرسایش آبی برخوردار است.

۵- از لحظ خصوصیات سنگ شناسی، واحد های رسوبی Q^t و Q^f که شامل رسوبات آبرفتی می باشند به علت ضخامت کم رسوبات ولایه های غیر مقاوم و جایگاه زمین ساختی خاصی که دارند بیشترین میزان حساسیت را به خود اختصاص داده اند.

٦- مطالعات شیمیایی بر روی رسوبات منطقه‌ی مورد مطالعه نشان می دهد هر چه مقدار SAR افزایش یابد، نشانه آن است که نسبت سدیم به کلسیم و منیزیم افزایش می یابد و از آنجایی که کاتیون های یک ظرفیتی خصوصاً سدیم تأثیر بیشتری در پخشیدگی خاک دانه ها و آماس خاک دارند، افزایش آن ها مقدار نفوذ را کاهش و میزان رسوبدهی را افزایش می دهد. اثر پتاسیم نیز مشابه سدیم بوده ولی با شدت کمتری می باشد افزایش EC نیز موجب تشکیل بلور و سست شدن خاک دانه ها و پراکنده شدن آنها می گردد. مقادیر SAR، TDS، ESP و pH در واحد Ol^s نسبت به دیگر واحد ها بالا بوده و در نتیجه این واحد مستعد هر گونه فرسایش می باشد.

۷- برای تعیین میزان رسوبدهی منطقه‌ی مورد پژوهش از تجزیه تحلیل آمار رسوب ایستگاه های هیدرومتری استفاده شده است و تنها ایستگاه هیدرومتری نزدیک به منطقه‌ی مورد مطالعه ایستگاه بن کوه می‌باشد که در مجموع با توجه به کمبود ایستگاه رسوب سنجی و با استفاده از روش کیفی مقادیر متوسط تولید رسوب در منطقه مورد مطالعه ۱۹ تن در هکتار در سال بر آورد شده است که نسبت به حوضه های اطراف بیشترین مقدار رسوب دهی را دارد و امید است با احداث و گسترش ایستگاه های تحقیقاتی در آینده نتایج دقیق تر حاصل گردد و اطلاعات قابل اعتماد به دست آید تا امکان بررسی های دقیق تر و باز نگری مقدور گردد.

منابع

۱- آقا نباتی، س ع.، (۱۳۸۵)، زمین شناسی ایران، چاپ دوم انتشارات سازمان زمین شناس و اکتشافات کشور.۷۰۷ ص.

۲- پیروان ، ح ، اسدی، (۱۳۸٤) ، مروری بر نقش عوامل فیزیکوشیمیایی مؤثر بر اشکال فرسایش پهنه های مارنی مرکز تحقیقات و آبخیز داری، نهمین کنگره علوم و خاک ایران ۷۲۰ ص.

۳ - رفاهی ، ح ، (۱۳۷۹)، فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران. ۲۹۸ ص .

٤- عباسی ، ن، (۱۳۷۷)، طبقه بندی زمین شناسی - فرسایشی مارن های حوزه قزل اوزن سفلی، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیز داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران،۲۳۰ ص .

۵- معتمد ، ا. ، (۱۳٦٦) ، رسوب شناسی جلد یک، انتشارات دانشگاه تهران ،۲۷۰ ص.

٦- نبوی ، م ح، (۱۳۵۵)، دیباچه ای بر زمین شناسی ایران سازمان زمین شناسی کشور .۲۵۷ ص.

7- Berberian,M.,(1983),Continental deformation in the Iranian plateau, Geological S,No 52, pp 358-363.

8- Bentio , S. , Gutierrez , M.,and , Zaragoza, CS.,(1993).The influeenceo physico – chemical propertties on erosion.Survey of Iran , Report No 52, 626p.

9- Folk, R., (1974), Petrology of sedimentary rocks: Hemphill Publishing, Texas, 182p.

10- Tucker, M.E, (1981), Sedimentary petrology: An introduction: Blackwell Scientific Public, London, 252p.