فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

۱-۱ مقدمه..... ۱

۱-۲ ضرورت تحقیق..... ۳

۱-۳ اهداف..... ۵

۱-۴ فرضیات..... ۵

۱-۵ مفاهیم و واژه‌ها..... ۶

۱-۵-۱ تخریب..... ۶

۱-۵-۲ فرسایش..... ۶

۱-۵-۳ رسوب..... ۷

۱-۵-۴ بار کف..... ۷

۱-۵-۵ بار معلق..... ۷

۱-۵-۶ گرانولومتری..... ۸

۱-۵-۷ شاخص‌های گرانولومتری یا دانه‌بندی رسوبات..... ۸

۱-۵-۸ سازندهای زمین‌شناسی..... ۸

۱-۵-۹ ویژگی‌های مهم بافت و ساخت سنگ‌های آهکی و گرانیتی..... ۸

۱-۵-۱۰ فلورسانس اشعه ایکس (XRF)..... ۱۰

۱-۵-۱۱ آزمون کروسکال- والیس..... ۱۱

۱-۵-۱۲ آنالیز تشخیصی..... ۱۲

فصل دوم: مرور منابع

۲-۱ بررسی اینترنتی از کمیت اطلاعات موجود در ارتباط با تحقیق از سایت‌های معتبر علمی..... ۱۵

۲-۲ مطالعات انجام شده در خارج از کشور..... ۱۷

۲-۲-۱ مطالعات در زمینه رسوبدهی واحدهای سنگ‌شناسی در خارج از کشور..... ۱۸

۲-۲-۲ مطالعات در زمینه تغییر اندازه ذرات بستر رودخانه در خارج از کشور..... ۲۰
۲-۲-۳ مطالعات در زمینه منشایابی رسوبات در خارج از کشور..... ۲۲
۲-۳ مطالعات انجام شده در ایران..... ۲۳
۲-۳-۱ مطالعات در زمینه رسوبدهی واحدهای سنگ‌شناسی در ایران..... ۲۳

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱ نمودار جریانی تحقیق..... ۳۵
۳-۲ مواد: معرفی حوزه مطالعاتی..... ۳۷
۳-۲-۱ فیزیوگرافی محدوده مطالعاتی..... ۳۷
۳-۲-۱-۱ مساحت..... ۳۹
۳-۲-۱-۲ محیط..... ۳۹
۳-۲-۱-۳ ارتفاع حوزه..... ۳۹
۳-۲-۱-۴ طبقات ارتفاعی آلتیمتری حوزه..... ۴۰
۳-۲-۱-۵ هیپسومتری حوزه..... ۴۱
۳-۲-۱-۶ شیب حوزه..... ۴۱
۳-۲-۱-۷ جهت شیب حوزه..... ۴۳
۳-۲-۱-۸ شیب آبراهه اصلی..... ۴۵
۳-۲-۱-۹ پروفیل طولی آبراهه اصلی..... ۴۵
۳-۲-۱-۱۰ تراکم شبکه زهکشی..... ۴۶
۳-۲-۲ آب و هوا (اقلیم)..... ۴۷
۳-۲-۳ زمین شناسی حوزه آبخیز منشاد..... ۴۷
۳-۲-۴ ژئومورفولوژی..... ۵۰
۳-۲-۴-۱ واحد کوهستان..... ۵۱
۳-۲-۴-۲ واحد دشت سر..... ۵۱
۳-۲-۵ مقایسه سازندهای حوزه از نظر پوشش گیاهی..... ۵۳

۳-۲-۶ نرم‌افزارهای مورد استفاده در تحقیق.....۵۳
۳-۳ روش‌های نمونه‌برداری و پردازش داده‌های رسوب‌شناسی و رسوب‌سنجی آب.....۵۳
۳-۳-۱ روش‌های تجربی سلبی و سازمان زمین‌شناسی در شناسایی واحدهای حساس و برآورد فرسایش.....۵۳
۳-۳-۲ روش محاسبه دبی سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از نرم‌افزار p10.....۵۶
۳-۳-۳ روش محاسبه قطر معادل سرعت آستانه حرکت ذرات(d_{v*t})به کمک منحی هیلستروم...۵۶
۳-۳-۴ روش محاسبه نسبت بار کف به بار معلق در حوزه آبخیز منشاد.....۵۸
۳-۳-۵ روش برآورد متوسط رسوب سالانه حوزه با استفاده از منحنی سنجه رسوب و دبی متوسط ماهانه.....۵۹
۳-۳-۶ روش نمونه برداری.....۵۹
۳-۳-۷ آزمون کفایت نمونه‌ها.....۶۰
۳-۳-۸ طرز برداشت و آماده‌سازی نمونه جهت بررسی‌های دانه بندی و کانی شناسی.....۶۱
۳-۳-۹ روش دانه‌بندی و تعیین شاخص‌های گرانولومتری.....۶۲
۳-۳-۱۰ کانی‌شناسی به روش ماکروسکوپی (بینوکولر).....۶۴
۳-۳-۱۱ استفاده از روش انگشت‌نگاری برای تعیین سهم واحدهای سنگی آهک و گرانیت.....۶۵
۳-۳-۱۱-۱ روش تهیه نمونه و تجزیهXRF ۶۵
۳-۳-۱۱-۲ انتخاب ترکیبی بهینه از ردیاب‌ها جهت تفکیک منابع رسوب(زیرحوزه) به روش آزمون کروسکال والیس.....۶۸
۳-۳-۱۱-۳ روش تعیین سهم زیر حوزه‌ها (منابع رسوب) در تولید رسوب.....۶۸
۳-۳-۱۲ محاسبه سهم گرانیت و آهک با استفاده از نتایج تجزیه XRF به عنوان یک روش تجربی.....۷۰
۳-۳-۱۲ روش‌های آماری مورد استفاده در تحقیق.....۷۰

فصل چهارم: نتایج

۴-۱ نتایج روش تجربی سلبی و سازمان زمین‌شناسی در شناسایی و تفکیک سازندهای حساس به فرسایش.....۷۱

۴-۲ محاسبه دبی سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از نرم‌افزارP10 .....۷۴

۴-۳ محاسبه قطر معادل سرعت آستانه حرکت ذرات(d_{v*t}) به کمک منحنی هیلستروم.....۷۵

۴-۴ نسبت بار کف به بار معلق در حوزه آبخیز منشاد.....۷۵

۴-۵ برآورد متوسط رسوب سالانه حوزه با استفاده از منحنی سنجه رسوب و دبی متوسط ماهانه.....۷۶

۴-۶ نتایج شاخص‌های گرانولومتری در آبراهه‌های با رتبه‌های مختلف در حوزه آبخیز منشاد.....۷۷

۴-۷ نتایج تعیین درصد واحدهای سنگی آهک و گرانیت در بررسی کانی‌شناسی.....۷۹

۴-۸ نتایج روش انگشت نگاری جهت تعیین سهم منابع رسوب (زیرحوزه‌ها).....۸۲

۴-۸-۱ شرح آماری عناصر ژئوشیمیایی و آزمون کروسکال والیس.....۸۲

۴-۸-۲ شرح آماری آزمون تحلیل تشخیص.....۸۳

۴-۸-۳ سهم زیر حوزه‌ها در تولید رسوب.....۸۳

۴-۹ نتایج تعیین سهم گرانیت و آهک با استفاده از نتایج تجزیه XRF.....۸۴

فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری

۵-۱ تعیین حساسیت واحدهای سنگی آهک و گرانیت نسبت به تخریب و تولید رسوب.....۸۵

۵-۲ تعیین سهم گرانیت و آهک در رتبه‌های مختلف آبراهه و قطرهای متفاوت دانه‌بندی.....۸۶

۵-۳ برآورد دقیق‌تر متوسط رسوب سالانه حوزه بر اساس نتایج تحقیق حاضر.....۸۸

۵-۴ بررسی تغییرات شاخص‌های گرانولومتری در رتبه‌های مختلف.....۸۹

۵-۵ پیشنهادات.....۹۰

ضمائم.....۹۲

منابع و مراجع.....۱۰۱

فهرست جداول

جدول ۱-۱- خصوصیات بافت و ساخت سنگ‌های آهک و گرانیت.....۹
جدول ۱-۲- شکل سازمان-دهی شده داده‌ها جهت تفکیک به روش آنالیز تشخیص.....۱۳
جدول ۳-۱- تشکیلات و سازندهای زمین‌شناسی حوزه آبخیز منشاد.....۴۹
جدول ۳-۲- جدول مربوط به واحدها، تیپ‌ها و رخساره‌های ژئومورفولوژی در حوزه آبخیز منشاد.....۵۲
جدول ۳-۳- جدول تعیین مقاومت سنگ‌ها در روش سلبی (۱۹۸۰).....۵۴
جدول ۳-۴- تعیین میزان فرسایش‌پذیری سازندها از طریق روش سازمان زمین‌شناسی.....۵۵
جدول ۳-۵- تعیین حساسیت و فرسایش سازندهای موجود در حوزه به روش سازمان زمین-شناسی.....۵۶
جدول ۳-۶- نتایج محاسبه شاخص‌های گرانولومتری به روش فولک.....۶۳
جدول ۴-۱- امتیاز واحدهای سنگی آهک و گرانیت در حوزه آبخیز منشاد به روش سلبی.....۷۲
جدول ۴-۲- امتیاز واحدهای سنگی آهک و گرانیت در حوزه آبخیز منشاد به روش سازمان زمین-شناسی.....۷۲
جدول ۴-۳- دبی سیل با دوره بازگشت‌های مختلف در توزیع‌های گوناگون.....۷۴
جدول۴- ۴- نتایج مربوط به محاسبه متوسط رسوب سالانه حوزه آبخیز منشاد.....۷۶
جدول ۴-۵- شاخص‌های گرانولومتری در رتبه‌های مختلف آبراهه- حوزه آبخیز منشاد.....۷۷
جدول ۴-۶- میانگین و خطای معیار میانگین درصد قلوه‌های گرانیت و آهک در محدوده قطرهای کوچکتر از ۴ میلی‌متر.....۷۹
جدول ۴-۷-میانگین و خطای معیار میانگین درصد گرانیت و آهک در محدوده قطرهای ۱۶-۴ میلی‌متر.....۸۰
جدول ۴-۸- میانگین و خطای معیار میانگین درصد گرانیت و آهک در محدوده قطرهای بزرگتر از ۱۶ میلی‌متر.....۸۰

جدول ۴-۹- میانگین و خطای معیار میانگین درصد گرانیت و آهک در کل قطرها.....۸۱
جدول ۴-۱۰- نتایج آزمون کروسکال والیس جهت بررسی توان ردیاب‌ها در جداسازی زیرحوزه-ها.....۸۲
جدول ۴-۱۱-گام‌های ورود عناصر به مدل و تاثیر آن بر توان جداسازی تحلیل تشخیص برای زیرحوزه‌ها.....۸۳
جدول ۴-۱۲- نتایج حاصل از تعیین سهم زیرحوزه‌ها با استفاده از معادله (۳-۶).....۸۴

فهرست اشکال

شکل ۱-۱- گرانیت شیر کوه (سمت راست) و آهک تفت (سمت چپ).....۱۰

شکل ۱-۲- روش کار دستگاه تجزیه عنصری (XRF).....۱۱

شکل ۲-۱- تعداد پایان نامه ها (کل:۱۲۶۸۴۷) در رابطه با کلمات کلیدی تحقیق در irandoc...۱۶

شکل ۲-۲- تعداد مقالات (کل:۱۳۹۲۸۶) در رابطه با کلمات کلیدی تحقیق در irandoc.....۱۶

شکل ۲-۳- طرح های پژوهشی (کل:۹۰۰۷۶) در رابطه با کلمات کلیدی تحقیق در irandoc.....۱۶

شکل ۲-۴- تعداد مقالات موجود در رابطه با کلمات کلیدی تحقیق در سایت SID.....۱۷

شکل ۲-۵- تعداد مقالات خارجی موجود در رابطه با کلمات کلیدی تحقیق در سایت Sciencedirec.....۱۷

شکل ۳-۱- نمودار جریانی تحقیق در حوزه آبخیز منشاد.....۳۶

شکل ۳-۲- موقعیت حوزه آبخیز منشاد در استان یزد و کشور ایران.....۳۸

شکل ۳-۳- حوزه آبخیز منشاد- یزد بر روی تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث.....۳۸

شکل ۳-۴- نمایی کلی از حوزه آبخیز منشاد.....۳۹

شکل۳-۵- نمودار آلتیمتری حوزه آبخیز منشاد.....۴۰

شکل۳-۶- نقشه طبقات ارتفاعی حوزه آبخیز منشاد.....۴۰

شکل ۳-۷- نمودار هیپسومتری حوزه آبخیز منشاد.....۴۱

شکل ۳-۸- نمودار فراوانی طبقات شیب حوزه آبخیز منشاد.....۴۲

شکل ۳-۹- نمودار هیپسومتری شیب حوزه آبخیز منشاد.....۴۲

شکل ۳-۱۰- نقشه طبقات شیب حوزه آبخیز منشاد.....۴۳

شکل ۳-۱۱- نمودار فراوانی درصد جهات شیب حوزه آبخیز منشاد.....۴۴

شکل ۳-۱۲- نقشه جهت شیب حوزه آبخیز منشاد.....۴۴

شکل ۳-۱۳- پروفیل طولی آبراهه اصلی حوزه آبخیز منشاد.....۴۵

شکل ۳-۱۴- نقشه رتبه‌بندی و تراکم آبراهه‌های حوزه آبخیز منشاد.....۴۶

شکل ۳-۱۵- نمودار درصد فراوانی سازندهای زمین‌شناسی موجود در حوزه آبخیز منشاد.....۴۹
شکل ۳-۱۶- نقشه زمین‌شناسی حوزه آبخیز منشاد.....۵۰
شکل ۳-۱۷- نقشه رخساره های ژئومورفولوژی حوزه آبخیز منشاد.....۵۲
شکل ۳-۱۸- منحنی هیلستروم: رابطه فرسایش و حمل و رسوبگذاری با سرعت و قطر.....۵۸
شکل ۳-۱۹- نقشه موقعیت نقاط نمونه‌برداری در حوزه آبخیز منشاد.....۶۰
شکل ۳-۲۰- پلات یک متر مربعی جهت تعیین درصد سنگ های بزرگتر از۸ سانتیمتر.....۶۱
شکل ۳-۲۱- دانه‌بندی به وسیله شیکر(سمت راست)، توزین قطرهای مختلف (سمت چپ).....۶۲
شکل ۳-۲۲- نمونه‌ای از منحنی درصد فراوانی دانه‌بندی رسوبات بستر رودخانه منشاد.....۶۳
شکل ۳-۲۳- نمونه‌ای از منحنی تجمعی دانه‌بندی رسوبات بستر رودخانه منشاد.....۶۴
شکل ۳-۲۴- شناسایی و تفکیک کانی‌ها بوسیله بینوکولر.....۶۵
شکل ۳-۲۵- نقشه زیرحوزه‌ها و نقاط نمونه‌برداری جهت تعیین سهم منابع رسوب به روش عناصر ردیاب.....۶۶
شکل ۳-۲۶- مراحل آماده‌سازی نمونه جهت تجزیه XRF.....۶۷
شکل ۴-۱- نقشه حساسیت به فرسایش حوزه به روش سلبی.....۷۳
شکل ۴-۲- نقشه حساسیت به فرسایش حوزه به روش سازمان زمین شناسی.....۷۳
شکل ۴-۳- منحنی سنجه رسوب حوزه آبخیز منشاد.....۷۷
شکل ۴-۴- نمودار تغییر قطرهای Md10، Md50، Md90 و جورشدگی در رتبه‌های مختلف آبراهه.....۷۸
شکل ۴-۵- اختلاف درصد گرانیت و آهک در قطر کوچک تر از ۴ میلی متر.....۷۹
شکل ۴-۶- اختلاف درصد گرانیت و آهک در قطر ۱۶-۴ میلی متر.....۸۰
شکل ۴-۷- اختلاف درصد گرانیت و آهک در قطر بزرگ تر از ۱۶میلی متر.....۸۱
شکل ۴-۸- اختلاف درصد گرانیت و آهک در کل قطرها.....۸۱

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

سالانه ده‌ها هزار تن خاک با ارزش از سطح حوزه‌های آبخیز فرسایش یافته و بخشی از آن به عنوان رسوب از طریق شبکه زهکشی به بیرون از حوزه انتقال می‌یابد. البته فرسایش فقط شامل ذرات خاک نشده، بلکه قطعات سنگی و یا ذرات جدا شده از هر سازندی که توان مقاومت در برابر نیروها و تنش برشی ناشی از ثقل، باران، باد یا جریان آب را نداشته باشد، می‌گردد[۱].

مقدار تولید رسوب، چگونگی و زمان رسوبدهی، اندازه و ترکیب دانه‌های رسوبی، انتقال آن در بین شبکه آبراهه‌ها از ویژگی‌های مهم رژیم رسوبدهی حوزه‌های آبخیز به شمار می‌رود، زیرا تغییر در هر یک از عوامل مذکور باعث تغییر عملکرد آبخیزها می‌گردد[۲ و ۳]. بیشتر رسوبات حمل شده توسط رودخانه‌ها که در مخازن نهشته می‌شوند، از حوزه آبخیز بالادست آنها منشا می-

گیرند، بنابراین تولید رسوب حوزه های آبخیز می‌تواند به عنوان شاخص مستقیم در اندازه‌گیری فرسایش اراضی بالادست[۲] و به عنوان معیار سهل الوصول و قابل قبول برای درجه‌بندی آبخیزها از نقطه نظر فوق به کار رود[۴].

در هر حوزهٔ آبخیز مجموعه‌ای از عوامل تحت تأثیر متقابل با هم در ایجاد پدیده فرسایش نقش دارند که براساس شرایط خاص آن منطقه ممکن است یک یا چند عامل در تشدید و یا کنترل آن مؤثر باشند. اگر چه در مطالعات مربوط به آبخیزداری به موارد زمین شناسی، ژئومورفولوژی و فرسایش و رسوب توجه می‌شود، اما ارتباط مستقیم آنها و نحوه تاثیرگذاری عوامل زمین ساخت و ژئومورفولوژی بر روی مقدار فرسایش و رسوب نیاز به تحقیقات و دقت نظر بیشتر دارد. این مسئله که اشکال مختلف فرسایش یا به عبارتی رخساره‌های ژئومورفولوژی موجود در یک حوزه آبخیز تحت تاثیر چه عواملی بوجود می‌آیند و چگونگی ارتباط آنها با تشکیلات زمین شناسی مسئله مهمی است که تحقیقات وسیعی را می‌طلبد[۵].

از روش‌های سنتی جمع‌آوری اطلاعات رسوب، می توان به نصب میله‌ها و پلات‌های فرسایشی و اندازه‌گیری بار رسوبی در انتهای زیر حوزه‌های آبخیز برای تعیین اهمیت نسبی آنها در تولید رسوب اشاره کرد[۶]. اما کاربرد این روش‌ها به طور معمول با مشکلات نمونه‌گیری و محدودیت‌های مکانی و زمانی و تنگناهای اجرایی مواجه است و بعضی از آنها به هزینه زیادی نیاز دارند[۷و۸]. از آنجا که این روش ها بیشتر برای اندازه‌گیری فرسایش ارائه شده‌اند، در نتیجه امکان بررسی ارتباط منابع رسوب به رودخانه و تولید رسوب انتهای حوزه را فراهم نمی‌کنند. به دلیل وجود مشکلات یاد شده در کاربرد روش‌های سنتی، روش انگشت‌نگاری[1] یا ردیابی عناصر خاص و تفکیک‌پذیر یا بطور ساده‌تر منشایابی متکی بر خصوصیات رسوب‌شناسی به عنوان روشی جایگزین برای تعیین سهم منابع رسوب و اهمیت نسبی آنها مورد توجه محققین مختلف قرار گرفته است[۷،۹و۱۰]. این روش برخلاف روش‌های سنتی با مرتبط کردن منابع رسوب به رودخانه و تولید رسوب، به طور مستقیم سهم منابع رسوب را تعیین می‌کنند. اساس روش مذکور این است که منابع مختلف رسوب با استفاده از تعدادی از خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و آلی قابل شناسایی

[1] Fingerprinting techniques

و تشخیص بوده و با مقایسه این خصوصیات با ویژگی‌های سنگ‌ها و نهشته‌های بالادست می توان سهم و اهمیت نسبی آنها را در تولید رسوب به دست آورد. از دیگر روش‌های طبقه‌بندی شدت تخریب و فرسایش‌پذیری سنگ‌ها و دامنه‌ها می توان به روش‌های تجربی امتیازدهی از جمله روش سلبی[1]، روش سازمان زمین‌شناسی ایران(IGO)[2]، روش کرکالدی[3] اشاره نمود. تعیین سهم سازند-های بالادست در تولید عناصر موجود در بستر رودخانه اصلی از جمله مواردی است که در تحقیق حاضر از آنها بهره گرفته خواهد شد.

۱-۲ ضرورت تحقیق

امروزه پیامدهای فرسایش و تولید رسوب به شکل‌های مختلف سبب بروز مشکلات فراوانی شده است از بین رفتن خاک‌های حاصلخیز کشاورزی، تخریب پوشش گیاهی، آلودگی آب‌ها، کاهش ظرفیت کانال‌های انتقال آب، کاهش حجم مخازن، عمر مفید سدها از این جمله‌اند. اهمیت فوق العاده مشکلات یاد شده سبب گردیده تا مطالعات فرسایش و رسوب و عوامل تاثیرگذار بر آن در ابعاد مختلف از سوی محققین مورد توجه قرار گیرد.

از آنجا که فرسایش و تولید رسوب تابع فرآیندهای پیچیده‌ای از اثرات توام عوامل مختلف است، بر اساس شرایط خاص هر منطقه ممکن است که یک یا چند عامل در تشدید آن موثر باشد، بنابراین بررسی مستقیم یک یا چند عامل نادیده گرفتن سایر عوامل نیست، بلکه فراهم نمودن زمینه برای تعیین کارکرد آن عوامل در تولید رسوب می‌باشد.

از جمله عوامل موثر در فرسایش خاک، نقش زمین‌شناسی سطحی است که هم از حیث حساسیت به فرسایش و هم از نظر میزان رواناب و رسوب قابل بررسی می‌باشد. ترکیب سنگ-شناسی رسوبات آبرفتی یک رودخانه بستگی به واحدهای سنگ و سیستم‌های تخریب و فرسایش در حوزه‌های آبخیز بالادست آن دارد. به طوری که در نتیجه فرسایش در روی دامنه‌ها و یا

---

[1] Selby
[2] Iran Geology Organization
[3] Kerkaldi

فرسایش در بستر رودخانه، مواد به طرف پائین دست حمل می‌شوند. میزان فرسایش، بستگی به عوامل گوناگون از جمله: شیب دامنه‌ها، مقاومت سنگ در مقابل فرسایش، پوشش گیاهی و شرایط اقلیمی هر بخش از حوزه آبخیز و وضعیت هیدرودینامیک رودخانه نیز دارد. بنابراین با مطالعه رسوبات موجود در بستر رودخانه‌ها و یا دشت‌سرهای مشرف به حوزه آبخیز می‌توان وضعیت گذشته منطقه را از نظر آب و هوا، سنگ‌شناسی، هیدرولوژی و پوشش گیاهی مورد بررسی و مطالعه قرار داد و تغییراتی که انجام گرفته است بررسی نمود[۱۱].

به رغم توسعه روش‌های مختلف منشایابی رسوب در طی چند دهه گذشته و کاربردهای بالای آن در تعیین منابع رسوب، هنوز عدم قطعیت در روش‌های تحقیق موجود دیده می‌شود. از این عدم قطعیت می‌توان به نبود یک دستورالعمل استاندارد ثابت برای انتخاب مناسب‌ترین روش برای تفکیک منابع رسوب در حوزه‌ها و مناطق مختلف اشاره کرد[۱۲و۱۳]. استفاده از روش ردیابی عناصر شاخص و یا کمیاب از جمله مواد رادیواکتیو از جمله روش‌های منشایابی و تعیین سهم هر کدام از واحدهای زمین و یا سنگ در تولید رسوب می‌باشد که تا حدی می‌تواند در برآورد دقیق‌تر و کمی سهم رسوبدهی مورد استفاده قرار گیرد. در عین حال تا به امروز اطلاعات کافی در مورد خصوصیت منفرد یا ترکیبی که به عنوان منشایابی قابلیت کاربرد جهانی داشته باشد به دست نیامده است. با توجه به موارد فوق ضرورت انجام تحقیقات بیشتر در مورد منشایابی رسوبات آبی احساس می‌شود، به خصوص اینکه در ایران تحقیق چشم‌گیری در خصوص روش جدید انجام نشده و کارایی آن در تعیین سهم منابع رسوب بررسی نشده است. تاکنون در حوزه مورد مطالعه سازه‌های عرضی (اعم از سدهای اصلاحی، بندهای ذخیره‌ای و سدهای پلکانی) زیادی احداث شده است که تعداد زیادی از آنها توسط رسوبات پر شده و یا در حال پرشدن می‌باشند. در این تحقیق علاوه بر بررسی نقش واحدهای سنگ‌شناسی در تولید رسوب با روش‌های کانی‌شناسی، سعی شده است با استفاده از روش منشایابی و با انتخاب ترکیب مناسبی از ردیاب‌ها، نقش و اهمیت سازندها و زیرحوزه‌ها در تولید رسوب تعیین گردد. امید است نتایج حاصل از این تحقیق گامی مفید در جهت ارتقاء دانش موجود در این زمینه باشد.

۱-۳ اهداف

در حوزه منشاد واحدهای سنگ‌شناسی مختلفی از جمله: آهک کرتاسه، گرانیت شیرکوه و در سطح بسیار ناچیز ماسه سنگ و شیل قرمز سازند سنگستان و نهشته‌های آبرفتی کواترنری وجود دارد که از نظر حساسیت‌پذیری نسبت به فرسایش و تولید رسوب با هم متفاوت می‌باشد. در این تحقیق در نظر است تا با استفاده از روش‌های مختلف از جمله روش سازمان زمین‌شناسی، روش سلبی، روش کاربرد کانی‌های شاخص و ردیاب‌ها و همچنین مقایسه درصد کانی‌های موجود در آبراهه‌های مشرف به هر سازند سهم هر کدام از سازندهای زمین‌شناسی در تولید رسوب مشخص گردد.

از آنجا که به نظر می‌رسد دینامیک حرکت رسوب، نوع کانی‌ها، مواد و قلوه‌های سنگی در حالت‌های بار کف و بار معلق در دبی‌های مختلف متفاوت باشد، در نظر است با مقایسه نتایج حاصل از تجزیه کانی‌شناسی رسوبات جمع‌آوری شده در کلاس‌های مختلف قطر (قطر آستانه حرکتی، قطر مد(Mod) و Md_{84}) سهم رسوبات حمل شده در داخل شبکه زهکشی در شرایط مختلف دینامیکی اعم از معلق و بارکف مورد بررسی قرار گیرد.

۱-۴ فرضیات

۱- سنگ‌های گرانیتی در شرایط اقلیمی نیمه‌خشک و سرد حوزه با توجه به نوع تخریب (آرنیزه شدن و تبدیل بصورت دانه‌های ریزتر از ۲ میلی متر) بیشترین نقش را در ایجاد رسوب دارند.

۲- بیشتر مواد حاصل از تخریب گرانیت، بصورت بارمعلق و جهشی از حوزه خارج می‌شود در صورتی که رسوبات حاصل از سنگ‌های آهکی بیشترین نقش را در تولید بارکف دارد.

۳- نسبت بار کف به بار معلق در حوزه مذکور به دلیل ساختار سنگی نسبتا مقاوم بیشتر از حد معمول (۲۰٪) می‌باشد و در این مورد ممکن است تا حدود ۴۰٪ برسد.

۱-۵ مفاهیم و واژه‌ها

۱-۵-۱ تخریب

به کلیه تغییرات فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها و کانی‌ها در سطح زمین و یا نزدیک به سطح زمین هوازدگی یا تخریب[1] گفته می‌شود. هر سنگی که در معرض فرایندهای سطحی قرار گیرد دچار هوازدگی خواهد شد. نکته مهم در مورد فرایندهای سطحی این است که مواد ناشی از هوازدگی، حمل و نقل طولانی نخواهند داشت. در مرحله دوم مواد حاصل از هوازدگی، تحت تاثیر نیروی ثقل قرار می‌گیرد، یعنی از محل اولیه خود به سمت پایین دامنه به حرکت در می‌آید. وجود آب حرکت مواد را تسهیل می‌کند و همزمان با انتقال، سطوح تازه‌ای از سنگ در معرض فرایندهای هوازدگی قرار می‌گیرد[۱۴].

۱-۵-۲ فرسایش

فرسایش[2] از ریشه لاتین Erodere گرفته شده است و اشاره به کنده شدن [3]، حمل[4] و رسوبگذاری[5] دارد و این فرایند تحت تاثیر عواملی چون باد، آب و یخچال انجام می‌گیرد و انسان در این امر نقش سریع کننده و تسهیل کننده را دارد[۱۵].

---

[1] Weathering
[2] Erosion
[3] Detachment
[4] Transporaion
[5] Sedimentation

۱-۵-۳ رسوب

شامل ذرات ریز و درشتی است که منشاء تخریبی یا شیمیایی یا آلی دارد که در مسیر رود یاکف دریا یا دریاچه ها ته‌نشین شده و جدا از هم می‌باشد[۱۵].

۱-۵-۴ بارکف

بارکف [1]شامل ذرات رسوبی نسبتا درشت که در امتداد کف رودخانه به حالت غلطشی و جهش حرکت می‌کند. نوع حرکت بستگی به اندازه ذره، شکل ذره و وزن مخصوص آن دارد. اندازه-گیری بار بستر به مراتب مشکل‌تر از اندازه گیری بار معلق است. به همین دلیل در اکثر موارد فقط به اندازه‌گیری بار معلق اکتفا شده و بار بستر به عنوان درصدی از بار معلق (معمولا ۲۰٪) تخمین زده می‌شود[۱۵].

۱-۵-۵ بارمعلق

بارمعلق[2]به مجموعه مواد جامد و یا کلوئیدی اطلاق می‌شود که در آب بصورت تعلیق وجود دارد و بر حسب گرم در لیتر یا گرم در متر مکعب توصیف می‌شود. برای تخمین بار معلق از جریان رودخانه نمونه برداری می‌شود و در آزمایشگاه پس از جدا کردن مواد رسوبی به وسیله کاغذ صافی رسوب خشک و بعد از توزین، غلظت رسوب سنجیده می‌شود[۱۵].

---

[1] Bed load
[2] Suspended load

۱-۵-۶ گرانولومتری(دانه بندی)

گرانولومتری[1] اندازه‌گیری و تعیین سهم ذرات در قطرهای مختلف است. با اندازه‌گیری قطر ذرات در رسوبهای نرم و ناپیوسته[2] می توان تغییرات اندازه و تراکم (و سهم) هر دسته از جمعیت قطرها را بطور صحیح تعیین کرد[۱۶].

۱-۵-۷ شاخص‌های گرانولومتری یا دانه‌بندی رسوبات

به مقادیر کمی بیان کننده ویژگی رسوب شامل قطر میانه[3](Md_{50})، قطر آستانه (Md_{v*t})، قطر Md_{84}، قطر Md_{16}، جور شدگی[4] و کج شدگی[5] گفته می‌شود.

قطر میانه: قطر متوسط یا قطر ۵۰٪ منحنی تجمعی که نصف ذرات درشت‌تر از آن و نصف دیگر ریزتر از آن می‌باشد. میانه می‌تواند تا حدی معرف اندازه ریزی یا درشتی ذرات رسوب باشد.

قطر متوسط: با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود.

$$Mz = (Md_{16} + Md_{50} + Md_{84})/ 3 \qquad (۱-۱)$$

قطر آستانه حرکتی (Md_{v*}): قطری است که ذرات کوچکتر از آن به حالت بار معلق در جریان حرکت می‌کند.

قطر Md_{84}: قطری است که ۸۴٪ ذرات مسیل از آن کوچکتر است.

قطر Md_{16}: قطری که ۱۶٪ ذرات مسیل از آن کوچکتر می‌باشد.

جورشدگی: ضریبی است که یکنواختی ذرات تشکیل دهنده رسوب و نیز نزدیک بودن دامنه تغییرات قطر ذرات را به میانگین نشان می‌دهد جورشدگی در رسوب‌شناسی به منزله واریانس در جمعیت‌های آماری است.

---

[1] Granulometric
[2] Meuble
[3] Median
[4] Sorting
[5] Skewness

چولگی: این ضریب وضعیت تقارن منحنی‌های ساده (زنگوله‌ای) دانه‌بندی به سمت ذرات ریز دانه (کج شدگی مثبت) و یا درشت دانه (کج شدگی منفی) یا متقارن(صفر) را مشخص می‌کند[۱۷].

۱-۵-۸ سازندهای زمین شناسی

سازند[1] به لایه یا لایه هایی از واحدهای سنگ چینه شناسی اطلاق می شود که دارای ویژگی های رسوب شناسی، فسیل شناسی و زمان چینه شناسی مشخص و معین باشد. همچنین تقدم و تاخر چینه شناسی در یک سازند کاملا مشخص و قابل تعریف می‌باشد[۱].

۱-۵-۹ ویژگی‌های مهم بافت و ساخت سنگ‌های آهکی و گرانیتی

ساخت به نگاه کلی و صحرائی به توده‌ای سنگ ساخت[2] و به نگاه ریز و آزمایشگاهی به سنگ بافت[3] سنگ گفته می‌شود.در جدول (۱-۱) ویژگی‌های مهم سنگ‌های آهک و گرانیت معرفی شده است. شکل (۱-۱) گرانیت شیرکوه و آهک تفت را در حوزه آبخیز منشاد نشان می-دهد.

جدول ۱-۱- خصوصیات بافت و ساخت سنگ‌های آهک و گرانیت

نوع سنگ	منشا پیدایش	شکل ساختمان(ژیزمان)	بافت سنگ	ساخت سنگ
گرانیت	آذرین درونی	گنبد نیمه عریان باتولیتی	درشت تا متوسط (بلور دانه ای)	توده ای دارای درزهای نسبتا بسته با فاصله زیاد
آهک	رسوبی دریایی	لایه‌بندی ضخیم یا توده‌ای	ریز (سیمانی)	لایه‌ای ضخیم، دارای درزه و شکاف-های عمیق تا لایه‌ها

[1] formation
[2] Structure
[3] Texture

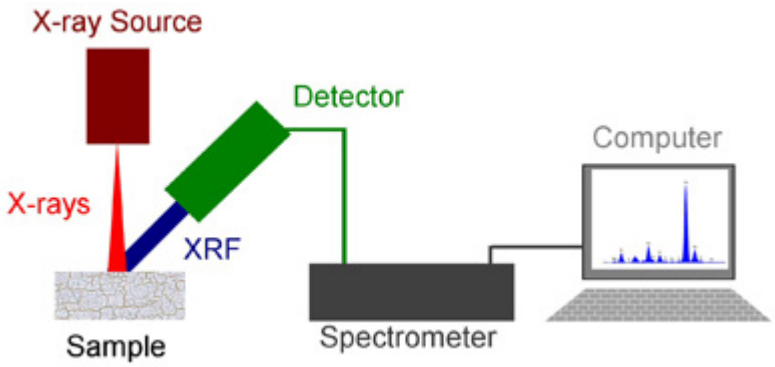
شکل۱-۱- گرانیت شیر کوه سمت راست و آهک تفت سمت چپ

۱-۵-۱۰ فلورسانس اشعه ایکس (XRF)

روش طیف‌سنجی فلورسان پرتو ایکس[1] یکی از رایجترین روش‌های تجزیه عنصری برای تعیین شیمی عناصر اصلی و کمیاب نمونه‌های سنگی است. این روش کارآمد و مفید بوده و می تواند بیشتر از ۸۰ عنصر را در گستره ای وسیع از حساسیت تجزیه کرده و غلظت‌هایی از ۱۰۰ ٪ تا چند ppm (قسمت در میلیون) را تعیین کند. همچنین این روش سریع بوده و تعداد زیادی تجزیه دقیق در زمانی نسبتاً کوتاه انجام می‌دهد. محدودیت مهم در استفاده از روش XRF این است که در این روش عناصر سبکتر از Na (عدد اتمی = ۱۱) تجزیه نمی‌شوند. اساس طیف سنجی فلورسان پرتو X برانگیختن نمونه توسط پرتو X است. یک باریکه پرتو X اولیه، پرتوهای X ثانویه (فلورسان پرتو X) را تولید می‌کند که طول موج آنها مشخص کننده عناصر موجود در نمونه است. شدت پرتو X برای تعیین غلظت عناصر موجود به کار می‌رود و این کار از طریق رجوع به استانداردهای سنجه‌بندی[2] و تصحیحات مناسب برای خطاهای دستگاهی و اثراتی که ترکیب شیمیایی نمونه روی شدت انتشار پرتو X می گذارد، انجام می‌گیرد. شکل (۱-۲) روش کار دستگاه XRF را نشان می‌دهد.

---

[1] X-ray fluorescence
[2] Calibration



شکل ۱-۲- روش کار دستگاه تجزیه عنصری (XRF)

در تجزیه XRF تیپیک نمونه‌های سنگی، آماده‌سازی سنگ به دو صورت متفاوت انجام می‌شود: یک قرص پودر فشرده برای تجزیه عناصر کمیاب (لیک و همکاران، ۱۹۶۹) و یک قرص شیشه‌ای برای تجزیه عناصر اصلی که از طریق مخلوط کردن پودر نمونه با متابورات یا تترابورات تهیه می‌شود (نوریش و هاتون، ۱۹۶۹ و کلیس، ۱۹۸۹). عناصر اصلی با استفاده از یک لامپ پرتو X تعیین می‌شوند در حالیکه اندازه‌گیری عناصر کمیاب با یک یا چند لامپ متفاوت صورت می‌گیرد.

۱-۵-۱۱ آزمون کروسکال- والیس

چنانچه حجم نمونه‌ها کم باشد به گونه‌ای که توزیع جامعه‌ی آماری نرمال نباشد باید از آزمون‌های غیرپارامتری استفاده کرد. آزمون کروسکال- والیس[۱] یک آزمون غیرپارامتری است و در مواردی کاربرد دارد که تعداد گروه‌های مورد مقایسه بیش از دو باشد. این آزمون، متفاوت بودن یا نبودن بیش از دو گروه مستقل را از لحاظ رتبه‌بندی مورد ارزیابی قرار می‌دهد. اگر هیچ تفاوتی بین طبقات (یا گروه ها) وجود نداشته باشد، رتبه‌ها را باید به طور تصادفی در هر گروه توزیع کرده، در این صورت باید میانگین آنها دز هر گروه تقریبا برابر باشد، به عبارتی اگر تفاوتی وجود داشته باشد، همه جامعه‌ها دارای میانگین یکسانی نخواهند بود(H_1). مساله مهمی که باید بدان توجه داشت این است که فرضیه‌های مخالف در این آزمون همواره بدون جهت است، یعنی نشان

[۱] Kruskal- Wallis Test

می‌دهد که گروه‌ها با یکدیگر تفاوت دارند، اما هرگز نمی‌توان با استفاده از میانگین‌ها، جامعه‌های مورد مطالعه را گروه‌بندی کرد. این آزمون در برنامه SPSS تعبیه شده است[۱۸].

۱-۵-۱۲ آنالیز تشخیص

آنالیز تشخیص[۱] عبارت است از به دست آوردن یک یا چند ترکیب خطی از متغیرهای مستقل که بتوانند تعدادی از گروه‌های از پیش تعیین شده را از هم تفکیک کنند. یکی از موضوعاتی که در منشایابی رسوبات اهمیت دارد، تفکیک و جداسازی واحدهای مورد مطالعه (منشا رسوب) با استفاده از چندین ویژگی اندازه‌گیری شده آن می‌باشد. چنانچه بتوان به خوبی کلاس-های مختلف واحدهای مورد مطالعه (زیرحوزه‌ها) را با توجه به ویژگی‌های اندازه‌گیری شده از هم جدا نمود، آنگاه این امکان وجود دارد که بتوان نمونه رسوب را به یکی از آن واحدهای تفکیک شده منتسب نمود. اختصاص بهینه[۲] نمونه رسوب به آن واحد مورد مطالعه که احتمال بیشتری در تعلیق آن وجود دارد موضوع اصلی منشایابی رسوب می‌باشد.

دراین خصوص در حالت کلی m نمونه تصادفی از گروه‌های مختلف وجود دارد که هر کدام دارای ویژگی‌هایی در اندازه $n_1, n_2, \ldots, n_m$ می‌باشد و برای هر عضو، اطلاعات مربوط به p متغیر در دسترس است. جدول(۱-۲) شکل سازمان‌دهی شده داده‌ها جهت تفکیک به روش آنالیز تشخیص را نشان می‌دهد.

---

[۱] Discriminant Analysis
[2] Option Allocation