بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده علوم کشاورزی
گروه علوم خاک
(گرایش فیزیک و حفاظت خاک)

عنوان:

ارزیابی مقایسه‌ای تغییرات فصلی پوشش گیاهی با نوسانات فرسایندگی باران و تولید رسوب

از:
فاطمه اسلامی

اساتید راهنما:
دکتر حسین اسدی **دکتر محمود عرب‌خدری**

استاد مشاور:
دکتر مجید وظیفه دوست

اسفند ۹۲

تقدیم به:

معلّمان بزرگ زندگیم،

پدر و مادرم

آنان که فروغ نگاهشان

و گرمی کلامشان

سرمایه‌های جاودانه زندگی من

تقدیر و تشکر

حمد و سپاس خدای ماه و خورشید که فرصت و توانم داد که مرحله ای از مراحل زندگیم را پشت سر گذارنم.

از پدر و مادر عزیزی که اولین معلمان زندگیم بودند و در تمامی مراحل زندگی با صبوری حامی روزهای سخت زندگیم بودند.

از اساتید گرامی جناب آقای دکتر حسین اسدی، دکتر محمود عرب خدری و دکتر مجید وظیفه دوست که همواره از رهنمودهای ارزنده شان برخوردار بودم و مرا صبورانه در این راه حمایت کردند و اساتید محترمی که زحمت بازخوانی و داوری این پایان نامه را برعهده داشتند. هم چنین از مهندس رضابیات، دکتر یونس خسروی و مهندس افشین پرتوی در همفکری های به هنگامشان کمال تقدیر و تشکر دارم.

سپاسگزار تمام عزیزانی هستم که به نوعی در این راه یار و همیار من بودند.

اسلامی - زمستان ۹۲

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فهرست جدول‌ها ..... ز
فهرست شکل‌ها ..... ح
چکیده فارسی ..... ط
چکیده انگلیسی ..... ی
مقدمه ۱

فصل اول- کلیّات و مروری بر منابع

۱-۱- فرسایش خاک و تولید رسوب ۴
۱-۱-۱- عوامل موثر بر فرسایش خاک ۶
۱-۱-۲- عوامل موثر بر تولید رسوب ۶
۱-۲-روش‌های برآورد رسوب ۸
۱-۲-۱- منحنی سنجه رسوب ۱۰
۱-۲-۲- برازش مدل به منحنی سنجه رسوب ۱۲
۱-۳- استفاده از GIS و RS در مطالعه فرسایش خاک و برآورد رسوب ۱۳
۱-۳-۱- سیستم اطلاعات جغرافیایی ۱۴
۱-۳-۲- سیستم سنجش از راه دور ۱۵
۱-۳-۳- کاربرد سنجش از دور در بررسی وضعیت پوشش گیاهی ۱۸
۱-۴- معرفی سنجنده مودیس و کاربردهای آن ۱۹
۱-۴-۱- سنجنده مودیس ۱۹
۱-۴-۲- کاربرد داده‌های سنجنده مودیس ۲۰
۱-۵- ماهواره لندست ۲۲
۱-۶- مروری بر کارهای پیشین ۲۴

فصل دوم- مواد و روش‌ها

۲-۱- شرح اطلاعات حوضه‌ها ۲۸
۲-۱-۱- حوضه آبخیز کسیلیان ۲۸
۲-۱-۱-۱- موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز کسیلیان ۲۸
۲-۱-۱-۲- مشخصات فیزیوگرافی حوضه آبخیز کسیلیان ۲۹
۲-۱-۱-۳- وضعیت پوشش گیاهی حوضه کسیلیان ۲۹
۲-۱-۱-۴- وضعیت اقلیم حوضه کسیلیان ۳۱
۲-۱-۱-۵- وضعیت خاک و فرسایش حوضه کسیلیان ۳۲
۲-۱-۲- حوضه آبخیز سد لتیان ۳۳
۲-۱-۲-۱- موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز سد لتیان ۳۳
۲-۱-۲-۲- مشخصات فیزیوگرافی حوضه آبخیز سد لتیان- زیر حوضه رودک ۳۴
۲-۱-۲-۳- وضعیت پوشش گیاهی زیر حوضه لتیان ۳۴
۲-۱-۲-۴- وضعیت اقلیم حوضه لتیان- زیر حوضه رودک ۳۴

۲-۱-۲-۵- وضعیت خاک حوضه آبخیز لتیان ۳۵
۲-۲- گردآوری اطلاعات پایه و تجزیه و تحلیل آن ۳۵
۲-۲-۱- داده‌های هیدرولوژی ۳۶
۲-۲-۱-۱- محاسبه رسوبدهی حوضه‌ها ۳۷
۲-۲-۱-۲- محاسبه فرسایندگی حوضه‌ها ۳۸
۲-۲-۲- تصاویر DEM ۳۹
۲-۳- تصاویر ماهواره‌ای ۴۰
۲-۳-۱- تصاویر ماهواره لندست ۴۰
۲-۳-۲- تصاویر مودیس ۴۰
۲-۴- تهیه نقشه کاربری با استفاده از تصاویر لندست ۴۱
۲-۵- محاسبه شاخص گیاهی (NDVI) با استفاده از تصاویر مودیس ۴۳
۲-۶- محاسبه شاخص گیاهی هر کاربری در حوضه‌های آبخیز با استفاده از تصاویر مودیس ۴۳
۲-۷- تجزیه و تحلیل داده‌ها ۴۴

فصل سوم- نتایج و بحث

۳-۱- میانگین شاخص گیاهی NDVI و تغییرات زمانی آن ۴۶
۳-۱-۱- شاخص گیاهی حوضه کسیلیان ۴۶
۳-۱-۲- شاخص گیاهی حوضه لتیان ۴۹
۳-۲- نقشه کاربری اراضی حوضه‌های آبخیز مورد مطالعه ۵۲
۳-۳- میانگین شاخص گیاهی NDVI برای کاربری‌های حوضه‌های مورد مطالعه ۵۳
۳-۴- نتایج منحنی سنجه رسوب حوضه‌ها ۵۸
۳-۵- تغییرات زمانی رسوبدهی در حوضه‌های مورد مطالعه ۶۰
۳-۶- بررسی تغییرات زمانی رسوبدهی و شاخص پوشش گیاهی در حوضه‌های مورد مطالعه ۶۲
۳-۶-۱- تغییرات زمانی رسوبدهی و شاخص پوشش گیاهی در حوضه کسیلیان ۶۲
۳-۶-۲- همبستگی بین رسوب‌دهی و شاخص پوشش گیاهی در حوضه کسیلیان ۶۴
۳-۶-۳- همبستگی بین تولید رسوب با شاخص پوشش گیاهی در کاربری‌های مختلف در حوضه کسیلیان ۶۵
۳-۶-۴- تغییرات زمانی رسوبدهی و شاخص پوشش گیاهی در حوضه لتیان ۶۷
۳-۶-۵- همبستگی بین رسوب‌دهی و شاخص پوشش گیاهی در حوضه لتیان ۶۹
۳-۷- بررسی تغییرات زمانی رسوبدهی با فرسایندگی باران ۷۰
۳-۸- برنامه مدیریتی کاربری اراضی حوضه کسیلیان ۷۲
۳-۹- برنامه مدیریتی حوضه لتیان ۷۷
۳-۱۰- نتیجه‌گیری ۷۸
۳-۱۱- پیشنهادها ۷۹
فهرست منابع ۸۰

فهرست جدول‌ها

صفحه

جدول۱-۱- باندهای مورد استفاده در مطالعات پوشش گیاهی ۲۰
جدول ۱- ۲- ویژگی‌ها و کاربرد هر یک از باندهای سنجنده TM..... ۲۳
جدول ۲-۱- اطلاعات فیزیوگرافی حوضه کسیلیان ۲۹
جدول ۲-۲- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های باران‌سنجی و هواشناسی حوضه کسیلیان ۳۲
جدول ۲-۳- اطلاعات فیزیوگرافی حوضه لتیان ۳۴
جدول ۲-۴- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های باران‌سنجی و هواشناسی حوضه لتیان ۳۵
جدول ۲-۵- ویژگی آماری داده‌های رسوب معلق مورد استفاده در حوضه‌ها ۳۷
جدول۲-۶- مشخصات تصاویر لندست ۴۰
جدول ۲-۷- تاریخ تصاویر MODIS برای حوضه کسیلیان ۴۱
جدول ۲-۸- تاریخ تصاویر MODIS برای حوضه لتیان ۴۱
جدول ۳-۱- آمار میانگین بارندگی ماهانه پنج ساله از ایستگاه‌های باران سنجی حوضه کسیلیان..... ۴۷
جدول ۳-۲- آمار میانگین دمای ماهانه ایستگاه سنگده حوضه کسیلیان ۴۸
جدول۳-۳- آمار میانگین دمای ماهانه ایستگاه شیرگاه حوضه کسیلیان ۴۹
جدول ۳-۴- آمار میانگین دمای ماهانه ایستگاه امامه حوضه لتیان..... ۵۰
جدول ۳-۵- متوسط آمار بارندگی ماهانه ایستگاه‌های باران سنجی حوضه لتیان..... ۵۱
جدول ۳-۶- مساحت کاربری‌های حوضه کسیلیان ۵۲
جدول ۳-۷- مساحت کاربری‌های حوضه لتیان ۵۳
جدول ۳-۸- شاخص گیاهی NDVI به تفکیک کاربری‌های در حوضه کسیلیان برای سال آبی ۸۷-۸۶(خشک‌سالی)..... ۵۴
جدول ۳-۹- NDVI کاربری‌های حوضه آبخیز کسیلیان برای سال آبی ۸۰-۷۹ (سال متوسط).....۵۵
جدول ۳-۱۰- NDVI کاربری‌های حوضه آبخیز کسیلیان برای سال آبی ۸۴- ۸۳ (ترسالی) ۵۵
جدول ۳- ۱۱- شاخص گیاهی NDVI به تفکیک کاربری‌های حوضه لتیان برای سال آبی ۸۰-۷۹(خشک‌سالی) ۵۶
جدول ۳-۱۲- NDVI کاربری‌های حوضه آبخیز لتیان برای سال آبی ۸۸-۸۷ (سال متوسط) ۵۷
جدول ۳-۱۳- NDVI کاربری‌های حوضه آبخیزلتیان برای سال آبی ۸۲-۸۱ (مرطوب) ۵۸
جدول ۳-۱۴- معادلات برازش شده به منحنی سنجه رسوب و رسوبدهی معلق برآوردی برای حوضه‌های مورد مطالعه ۵۹
جدول ۳-۱۵- ضریب همبستگی بین NDVI و میزان تولید رسوب ۱۶روزه (ایستگاه شیرگاه) ۶۴
جدول ۳-۱۶- نتایج ضریب همبستگی NDVI و رسوب ۱۶ روزه حوضه لتیان (ایستگاه رودک) ۶۹
جدول ۳-۱۷- برنامه زراعی محصولات کشاورزی حوضه کسیلیان ۷۳

فهرست شکل‌ها **صفحه**

شکل ۲-۱- موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز کسیلیان ۲۸
شکل ۲-۲- موقعیت جغرافیایی حوضه لتیان ۳۳
شکل ۲-۳-الف- DEM حوضه کسیلیان ۳۹
شکل ۲-۳-ب- DEM حوضه لتیان ۳۹
شکل ۳-۱- تغییرات زمانی شاخص گیاهی در سه دوره زمانی سال‌های خشک (۸۷-۸۶)، مرطوب (۸۴-۸۳) و متوسط (۸۰-۷۹) در حوضه کسیلیان ۴۶
شکل ۳-۲- تغییرات زمانی شاخص گیاهی در سه دوره زمانی سال‌های خشک (۸۰-۷۹)، مرطوب (۸۲-۸۱) و متوسط (۸۸-۸۷) در حوضه لتیان ۵۰
شکل ۳-۳- نقشه کاربری اراضی حوضه آبخیز کسیلیان ۵۲
شکل ۳-۴- نقشه کاربری اراضی حوضه آبخیز لتیان ۵۳
شکل۳-۵- منحنی سنجه رسوب حد وسط دسته‌ها حوضه کسیلیان در ایستگاه شیرگاه ۵۹
شکل۳-۶- منحنی سنجه رسوب حد وسط دسته‌ها در ایستگاه رودک ۵۹
شکل ۳-۷- الف- تغییرات زمانی رسوبدهی حوضه کسیلیان ۶۰
شکل ۳-۷-ب- تغییرات زمانی رسوبدهی حوضه کسیلیان (داده‌های تعدیل شده) ۶۰
شکل ۳-۸- تغییرات زمانی رسوبدهی حوضه لتیان ۶۱
شکل ۳-۹- تغییرات زمانی NDVI، دبی جریان و میزان رسوب نرمال شده در سال آبی ۸۷-۸۶ (خشک‌سالی) در حوضه کسیلیان ۶۲
شکل۳-۱۰-تغییرات زمانی NDVI ، دبی جریان و میزان رسوب نرمال شده در سال آبی ۸۴-۸۳ (مرطوب) در حوضه کسیلیان ۶۳
شکل۳-۱۱- تغییرات زمانی NDVI ، دبی جریان، میزان رسوب نرمال شده در سال آبی ۸۰-۷۹ (متوسط) در حوضه کسیلیان ۶۳
شکل ۳-۱۲ - همبستگی بین شاخص گیاهی کاربری‌های مختلف و لگاریتم میزان رسوب در حوضه کسیلیان ۶۶
شکل ۳-۱۳- تغییرات زمانی NDVI ، دبی جریان و میزان رسوب نرمال شده در سال آبی ۸۸-۸۷ (متوسط) در حوضه لتیان ۶۷
شکل ۳-۱۴-تغییرات زمانی NDVI ، دبی جریان و میزان رسوب نرمال شده در سال آبی ۸۲-۸۱ (مرطوب) در حوضه لتیان ۶۸
شکل ۳-۱۵-تغییرات زمانی NDVI ، دبی جریان و میزان رسوب نرمال شده در سال آبی ۸۰-۷۹ (خشک‌سالی) در حوضه لتیان ۶۸
شکل ۳-۱۶-تغییرات زمانی رسوبدهی، فرسایندگی و دبی جریان نرمال شده حوضه کسیلیان (سال آبی ۸۲-۸۳) سال متوسط ۷۰
شکل ۳-۱۷-تغییرات زمانی فرسایندگی، دبی و رسوبدهی نرمال شده حوضه لتیان در سال آبی ۸۲-۸۱ (سال مرطوب) ۷۱
شکل ۳-۱۸-تغییرات زمانی فرسایندگی، دبی و رسوبدهی نرمال شده حوضه لتیان در سال آبی ۸۰-۷۹(سال خشک‌سالی) ۷۲
شکل ۳-۱۹- تغییرات زمانی رسوبدهی ۴۴ ساله حوضه کسیلیان و مراحل رشد گیاه سویا بهاره (الف) سویای تابستانه(ب) ۷۴
شکل ۳-۲۰- تغییرات زمانی رسوب‌دهی ۴۴ ساله حوضه کسیلیان با مراحل رشد گیاه کلزا در کاربری کشاورزی ۷۵
شکل ۳-۲۱- تغییرات زمانی رسوب‌دهی ۴۴ ساله حوضه کسیلیان با مراحل رشد گندم وجو روی کاربری کشاورزی ۷۶
شکل ۳-۲۲- تغییرات زمانی رسوب۴۴ ساله با زمان استفاده از مراتع حوضه کسیلیان ۷۷
شکل ۳-۲۳- تغییرات زمانی رسوب‌دهی ۵۲ ساله حوضه لتیان ۷۸

ارزیابی مقایسه‌ای تغییرات فصلی پوشش گیاهی با نوسانات فرسایندگی باران و تولید رسوب

فاطمه اسلامی

چکیده

فرسایش خاک از مهم‌ترین معضلات زیست محیطی، کشاورزی و تولید غذا در جهان است، که اثرات مخربی بر تمام اکوسیستم‌های طبیعی و تحت مدیریت انسان دارد. فرسایش و برخی از عوامل موثر بر آن نظیر فرسایندگی و پوشش گیاهی دارای چرخه فصلی هستند. اطلاعات کافی درازمدت از این چرخه از الزامات مدیریت صحیح این معضلات است. هدف از تحقیق حاضر، بررسی تغییرات زمانی پوشش گیاهی و فرسایندگی و تاثیر آن بر میزان تولید رسوب در دو حوضه انتخابی کسیلیان در البرز شمالی و لتیان در البرز جنوبی بوده است. به این منظور ابتدا با توجه به آمار دبی سالانه، سه دوره زمانی به عنوان خشک‌سالی، ترسالی و متوسط انتخاب گردید. تصاویر ماهواره‌ای TM برای استخراج نقشه کاربری اراضی استفاده شد. تغییرات فصلی پوشش گیاهی ۱۶روزه با بهره‌گیری از شاخص گیاهی (NDVI) استخراجی از تصاویر مودیس بررسی شد. در تحقیق حاضر، از روش حد وسط دسته‌ها برای تهیه منحنی سنجه رسوب استفاده شده و سپس با استفاده از دبی روزانه، رسوب‌دهی روزانه محاسبه شد. جهت محاسبه عامل فرسایندگی باران نیز از داده‌های رگبار یک دقیقه‌ای ایستگاه منتخب دارای باران‌نگار در هر حوضه استفاده شد. متعاقبا رسوب‌دهی و فرسایندگی ۱۶ روزه مشابه با دوره‌های شاخص گیاهی، برای سه سال مورد بررسی برآورد گردید. بررسی نتایج NDVI نشان می‌دهد که افزایش و کاهش این شاخص با آن‌چه در طبیعت اتفاق می‌افتد انطباق داشته و با آغاز فصل سرما شاخص کاهش یافته و با ورود به فصل گرم شاخص سیر صعودی به‌خود می‌گیرد. نتایج نشان داد، NDVI در حوضه لتیان دارای ضریب تغییرات بالایی در مقایسه با حوضه کسیلیان است. دلیل این موضوع احتمالا آب و هوای خشک‌تر این حوضه است. در حوضه کسیلیان، بین مقادیر ۱۶ روزه شاخص گیاهی و مقدار رسوب تولیدی همبستگی منفی بالایی در هر سه سال خشک‌سالی، ترسالی و سال متوسط مشاهده شد، اما بالاترین همبستگی در سال آبی ۸۴-۸۳ به‌عنوان ترسالی، دیده شد. در مقابل در حوضه لتیان، بین شاخص گیاهی و مقدار رسوب تولیدی همبستگی معنی‌داری در هیچ یک از سه سال مشاهده نشد. در حوضه کسیلیان، زمان اوج رسوب‌دهی سه سال با هم یکسان نبود. در حالی‌که اوج رسوب‌دهی تمام سال‌ها در حوضه لتیان بدون تفاوت بارز زمانی در محدوده اوایل اسفند تا اوایل اردیبهشت هم‌زمان با ذوب برف رخ داد. در حوضه کسیلیان تطابق بالایی بین تغییرات زمانی پوشش گیاهی، فرسایندگی و تولید رسوب وجود داشت، اما در حوضه لتیان احتمالا به دلیل رژیم بارش عمدتا برفی در زمستان، رسوب‌دهی در دوره زمستان از تغییرات فرسایندگی تبعیت نداشت. در نهایت بر اساس تغییرات زمانی رسوب‌دهی، فرسایندگی و شاخص پوشش گیاهی، برنامه‌های مدیریتی برای کاربری‌های کشاورزی، مرتع و جنگل ارائه گردید.

کلید واژه: فرسایش آبی، شاخص گیاهی، سنجش از دور، رسوب‌دهی.

Comparative assessment of vegetation cover seasonality with temporal variation of rainfall erosivity and sediment load

Fatemeh Eslami

Abstract

Soil erosion is a major environmental concern in the agriculture and food production around the world. This problem can significantly impact on natural and managed ecosystems as well as human beings. Erosion rate and some affected factors such as erosivity and vegetation cover show seasonality during year. Long-term data on their seasonal cycles are necessary for proper planning of land management and erosion control measures. This study was aimed to evaluate the changes in vegetation cover and its effect on sediment yield. Two basins, Kasilian in Northern Alborz and Latian in Southern Alborz, were selected. The study carried out for three years of drought, normal and wet which were selected based on analyzing average annual flow discharges. Landsat TM images were used to obtain land use maps of the basins. Spatial and temporal variations in vegetation cover were derived at 16-day intervals form MODIS data of the standard normalized difference vegetation index (NDVI). For estimating daily suspended sediment, we used a combination of logged mean loads within discharge classes sediment rating curve and average daily discharge data. Rainfall erosivity factor, EI30, was determined for selected gauging site in each basin based on 1-minute interval rain records. They were followed then by computing suspended sediment yield and erosivity at 16-day intervals, simultaneous to the NDVI. The study of the results of NDVI shows that the increase and decrease in this index is compatible with the seasonal changes; that is, with the beginning of the cold season, the index decreases and in the hot season the index follows an increasing trend. The results indicate that the NDVI in Latyan basin had a higher coefficient of variation compared to Kasilian basin. The reason for this observation is probably due to a more arid climate of the Latyan basin. In all the three studied years (drought, normal, and wet years), a high negative correlation was found in the Kasilaian basin between the 16-day values of vegetation index and the sediment yield. However, the highest correlation was in the water-year of 2004-05 (humid year). In contrast, in all the studied years of the Latyan basin, no significant correlation was observed between the two aforementioned factors. The peak of the sediment yield in each studied year in the Kasilaian basin did not occur at the same period of time compared to the other years; while, the peaks for the Latyan basin were concurrent with the melting of snow in the beginning of the spring. With seasonal changes in the Kasilaian basin, high correlations were observed among the vegetation cover, rain erosivity and sediment yield. In the Latyan basin however, erosivity was not followed by the sediment yield which seems to be the result of a snowy regime of precipitation during winter. Finally, based on sediment yield, erosivity, and vegetation index temporal variations, management plans were presented for agricultural, range, and forest land uses.

Keywords: water erosion, vegetation index, Remote Sensing, deposition

مقدمه

مقدمه

امروزه به علت توسعه جمعیت، نیازهای روز افزون بشری، بهره‌برداری هرچه بیش‌تر انسان‌ها و استفاده غیر اصولی از زمین، شدت فرسایش خاک و تولید رسوب رو به فزونی است. با توجه به پیامدها و مشکلات ناشی از تولید رسوب و فرسایش خاک در حوضه‌های آبخیز و نیز اهمیت مدیریت صحیح و کنترل فرسایش و رسوب، آگاهی از میزان و تغییرات زمانی فرسایش و تولید رسوب و هم‌چنین شناسایی عوامل موثر بر آن ضرورت دارد. متاسفانه اندازه‌گیری طولانی مدت از تغییرات تلفات خاک در کرت‌های فرسایش در ایران و حتی در جهان به ندرت انجام شده است. وجود آمار طولانی مدت رسوب معلق حوضه‌های آبخیز که منعکس‌کننده وضعیت فرسایش خاک بالادست است، می‌تواند تا حدی این نقیصه را جبران کند. برای برآورد میزان تولید رسوب و شناسایی تغییرات زمانی آن می‌توان از منحنی سنجه‌ی رسوب استفاده کرد. این منحنی با ایجاد ارتباط بین دبی آب و رسوب اندازه‌گیری شده در محل ایستگاه آب‌سنجی به‌دست می‌آید و در ایران [میرابوالقاسمی و مرید،۱۳۷۴؛ عرب خدری و حکیم‌خانی،۱۳۸۲؛ مساعدی و همکاران، ۱۳۸۴] و سایر کشورها [e.g. Walling, 1977; Morche& Schmidt, 2006] بسیار مورد استفاده قرار گرفته است. پژوهش‌های زیادی تاکنون بر نحوه‌ی ترسیم منحنی‌های سنجه [Crawford, 1991] و نیز افزایش صحت و دقت این منحنی‌ها صورت گرفته است [وروانی و همکاران، ۱۳۸۴؛ بدیعی، ۱۳۷۷؛ صادقی، ۱۳۸۴؛ مختاری، ۱۳۸۶]. با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده جریان و به کمک معادله سنجه رسوب می‌توان مقدار بار معلق رسوب انتقالی را برآورد نمود [عرب خدری و همکاران، ۱۳۸۴؛ Sadeghi et al., 2008; Asselman, 2000]. عوامل بسیاری چون اقلیم، کاربری اراضی، صحت آمار و نحوه تجزیه تحلیل‌های آماری بر شکل و شیب منحنی‌ها موثر هستند. مرتضایی [۱۳۷۶] عواملی چون خاک، پوشش گیاهی، زمین شناسی و مساحت حوضه را بر روی ضرایب منحنی‌های سنجه و در نتیجه رسوبدهی حوضه‌ها موثر می‌داند. از میان این عوامل، دو عامل پوشش گیاهی و فرسایندگی باران به دلیل تغییرات زیاد طبیعی و دخالت انسان و برهم‌کنش این دو فاکتور از اهمیت خاصی در فرسایش و تولید رسوب برخوردار می‌باشند. وجود تغییرات فصلی در این دو عامل، برهم کنش آن‌ها را پیچیده‌تر و پراهمیت‌تر می‌کند. به طور کلی چنان‌چه در دوره‌ای از سال که فرسایندگی بالا است، سطوح فاقد پوشش و لخت زیاد باشد، خطر فرسایش افزایش می‌یابد.

در مدل‌های خانواده USLE (USLE، RUSLE، MUSLE) برای نشان دادن اثر پوشش گیاهی از فاکتور C استفاده می‌شود. عامل C برای انواع پوشش گیاهی و زمان‌های مختلف در طول دوره رشد هر گیاه تغییر می‌کند. مقدار C می‌تواند از صفر برای مناطق چمنی و جنگلی با پوشش ۱۰۰ درصد، تا یک برای مناطق بدون پوشش (خاک لخت)، در شرایط آیش و اراضی شخم خورده متفاوت باشد. ارزیابی پوشش گیاهی سطح زمین در مقیاس مزرعه با مطالعه صحرایی امکان‌پذیر است. در حالی‌که برای سطوح وسیع مثل حوضه‌ها می‌توان از تصاویر و اطلاعات ماهواره‌ای استفاده کرد. داده‌های ماهواره‌ای با

ویژگی‌های خاص خود نظیر سطح پوشش وسیع، پوشش تکراری و منظم و هم‌چنین افزایش روز افزون توان تفکیک طیفی و مکانی و زمانی آن‌ها امکانات جدیدی را در مورد بررسی وضعیت پوشش گیاهی سطوح زمین فراهم ساخته است [Koch et al., 1993; Itten et al., 1993]. در واقع سنجش از دور به عنوان منبع تامین بسیاری از داده‌های مورد نیاز برای تخمین تولید رسوب از جمله کاربری اراضی و پوشش گیاهی است [Maxwel et al., 2003].

فرسایندگی باران به صورت قدرت فرسایشی باران در بروز فرسایش تعریف می‌شود [Lal, 1990]. بررسی‌ها نشان می‌دهد، در بسیاری از نقاط دنیا فاکتور فرسایندگی (R) در مدل USLE همبستگی بالایی با فرسایش خاک دارد [Rosewell, 1996]. فاکتور (R) در معادله جهانی خاک برای دوره‌های مختلف، از طریق محاسبه مقدار بارندگی، شدت بارندگی و محاسبه انرژی جنبشی رگبار (E) و حداکثر شدت بارش ۳۰ دقیقه‌ای تعیین می‌گردد. از آن‌جایی که منحنی بارندگی و داده‌های تفصیلی رگبار در بسیاری از ایستگاه‌های هواشناسی موجود نمی‌باشند، بسته به منطقه جغرافیایی، مقیاس، شرایط محلی و نوع اندازه‌گیری با استفاده از مقادیر بارندگی متوسط سالیانه، ماهیانه، روزانه و یا حتی ۱۲ و ۶ ساعته در صورت موجود بودن، و نیز نمایه‌هایی دیگری نظیر نمایه فورنیه، روابطی برای محاسبه آن توسعه داده شده و از آن برای برآورد فرسایندگی باران استفاده می‌شود [حکیم‌خانی و همکاران، ۱۳۸۵؛Rosewell, 1996; Renard et al.,1991]. فرسایندگی باران دارای چرخه فصلی می‌باشد و این چرخه از مکانی به مکان دیگر متفاوت است. مثلا مرادی و همکاران [۱۳۸۵] در خوزستان، بوشهر و کهکیلویه و بویر احمد نشان دادند که در فصل زمستان و نیز ماه‌های بهمن، آذر، اسفند و دی در اولویت اول از نظر خطر فرسایندگی قرار دارند. در پژوهشی دیگر صادقی و همکاران [Sadeghi et al., 2011] نشان دادند که بیشینه‌ی فرسایندگی در ایران در ماه‌های مارس، دسامبر و نوامبر رخ می‌دهد حال آن که کمینه آن طی ماه‌های جولای و اوت اتفاق می‌افتاد.

بر اساس آن‌چه بیان شد، اطلاعات کافی درازمدت از چرخه فصلی فرسایندگی با تحلیل آمار بارش قابل دست‌یابی است و به تصویر کشاندن تغییرات زمانی پوشش گیاهی نیز با تحلیل اطلاعات مختلف امکان‌پذیر است. انتظار می‌رود در دوره‌هایی با فرسایندگی بالا، چنان‌چه پوشش گیاهی نتواند به مقدار کافی خاک را حفاظت کند، رسوب‌دهی نرخ بالایی داشته باشد. وجود آمار اندازه‌گیری غلظت رسوب در ایستگاه‌های واقع در خروجی حوزه‌های آبخیز، بررسی اثرات دو عامل فرسایندگی و پوشش گیاهی را فراهم می‌کند. بر این اساس هدف از تحقیق حاضر بررسی تغییرات زمانی پوشش گیاهی و هم‌چنین تغییرات فصلی فرسایندگی در دو حوضه انتخابی یکی در البرز شمالی و دیگری در البرز جنوبی به منظور شناسایی تاثیر این دو فاکتور در میزان تولید رسوب حوضه‌ها و هم‌چنین نشان دادن نقش پوشش‌های گیاهی متفاوت در حفاظت خاک می‌باشد.

فصل اول

کلیّات و بررسی منابع

۱-۱- فرسایش خاک و تولید رسوب

خاک یکی از اصلی‌ترین منابع طبیعی است که رشد گیاهان را تضمین و بیش از ۹۷ درصد نیازهای غذایی جهان را برآورده می‌کند. لایه سطحی خاک، نهاده اصلی در تولیدات گیاهی است. در چند دهه گذشته این منبع طبیعی با ارزش در اثر عوامل انسانی مختلف نظیر جنگل‌زدایی، چرای بیش از حد و سوء مدیریت اراضی و پدیده‌هایی نظیر فرسایش آبی و بادی، تخریب شده و ارزش آن کاهش یافته است [همت‌زاده و همکاران، ۱۳۸۶]. فرسایش خاک مهم‌ترین عامل تخریب زمین در سطح جهان شناخته شده است.

به‌طورکلی فرسایش بر دو نوع است: فرسایش طبیعی و فرسایش تسریعی. فرسایش طبیعی که همان فرسایش زمین‌شناسی است، حاصل فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بدون دخالت انسان بوده و معمولا بطئی و کند می‌باشد. ولی فرسایش تسریعی که به‌طور عمده به وجود آمده از فعالیت‌های انسانی مانند کشاورزی، جاده‌سازی، استخراج معادن می‌باشد، مخرب است. فرسایش عادی یا فرسایش زمین‌شناسی در طی میلیون‌ها سال مورفولوژی سطح زمین را شکل داده است. این نوع تغییرات در سطح زمین، معمولا مفید بوده احتیاجی به کنترل آن نمی‌باشد. در مقابل، چنان‌چه فرسایش تسریعی بیش‌تر از خاکسازی طبیعی باشد آثار سوء اقتصادی و اجتماعی فراوانی دارد [Morgan, 1995]. فرسایش و پیامدهای ناشی از آن، با تشدید بهره‌برداری انسان از طبیعت از اوائل قرن بیستم، اثرات منفی خود را بر اکوسیستم حیاتی وارد ساخته است [Lu et al., 2001].

فرسایش و رسوب‌زایی یکی از مشکلات مهم در مدیریت حوضه‌های آبخیز کشور می‌باشد که روز به روز بر شدت آن افزوده می‌شود. سازمان برنامه و بودجه [۱۳۷۸] به نقل از منابع مختلف، فرسایش خاک کشور در سال ۱۳۵۵ را معادل یک میلیارد تن، ده سال بعد ۱/۵ میلیارد تن، و در سال ۱۳۷۵ معادل ۲/۵ میلیارد تن گزارش کرده است.. تبعات فرسایش خاک در کشور ما به‌طورکلی به شکل انباشت رسوبات در پشت سدها، پدیده شن‌های روان، جریان‌های گل‌آلود، گرد و غبار، افزایش وقوع سیلاب و آلودگی خاک می‌باشد [سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۸]. عوامل اصلی فرسایش در ایران، افزایش جمعیت، استفاده بیش از حد از زمین و به طور کلی در ارتباط با مدیریت غیر صحیح اراضی است. همه این موارد با تخریب پوشش‌گیاهی می‌تواند فرسایش را تشدید می‌کند. یوسفی‌فرد (۲۰۰۷) [به نقل از نجفیان و همکاران، ۱۳۸۹] مطالعه‌ای با هدف برآورد رسوب، رواناب و هدررفت عناصر غذایی در چهار کاربری اراضی، شامل مرتع با پوشش گیاهی تقریباً خوب (۲۰ ٪<)، مرتع با پوشش گیاهی ضعیف (۱۰ ٪<)، دیم‌زار و دیم‌زارهای رهاشده واقع در منطقه چشمه‌علی (سولیجان) استان چهار محال و بختیاری انجام دادند. نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقدار رواناب در کاربری دیم‌زار رها شده و کم‌ترین مقدار در کاربری مرتع با پوشش گیاهی خوب ایجاد شد. بیش‌ترین مقدار رسوب و هدر رفت عناصر غذایی در کاربری دیم‌زار مشاهده شد. هم‌چنین

کم‌ترین مقدار رسوب و هدررفت عناصر غذایی در کاربری مرتع با پوشش گیاهی خوب دیده شد. متین (۲۰۰۳) [به نقل از نجفیان و همکاران،۱۳۸۹] در طی بررسی مقدار فرسایش در اراضی دیم، آیش و مراتع تخریب شده در استان اصفهان به این نتیجه رسیدند که افزایش پوشش‌گیاهی از طریق کنترل چرا یا احیای مراتع و تبدیل اراضی کم بازده به مرتع، در کاهش رواناب و رسوب دخالت مستقیم دارد.

از آن‌جایی که فرسایش تسریعی اکثراً به دست بشر صورت می‌گیرد بدون تردید با به‌کار بردن اصول صحیح می‌توان از آن جلوگیری کرد. به منظور اجرای برنامه‌های حفاظت و کنترل فرسایش خاک و کاهش رسوب‌دهی ضرورت دارد که حجم کل بار رسوبی و شدت فرسایش در یک حوضه آبخیز ارزیابی و برآورد شود و عوامل مؤثر در فرسایش حوضه شناسایی گردند. به‌طوری‌که شناسایی این عوامل ما را در انتخاب راه‌کارهای مناسب جهت کنترل فرسایش و حفظ منابع طبیعی یاری نماید [علیزاده، ۱۳۶۸]. اولین قدم در این راه، تهیه نقشه شدت فرسایش، بررسی عوامل خطر فرسایش، تحلیل و برآورد میزان فرسایش و رسوب و ارائه راه‌کارهای مدیریتی است. با توجه به روند فزآینده فرسایش خاک و مساحت وسیع اراضی و گاهی صعب العبور بودن مناطق، استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی امری ضروری به نظر می‌رسد [جهان‌سیر، ۱۳۸۰]. در دهه‌های اخیر، به دلیل عواملی چون رشد جمعیت، مهاجرت روستاییان به شهرها و سطح پایین فن‌آوری تولید محصولات کشاورزی زمینه‌های فرسایش و تخریب منابع خاک فراهم شده است. عوامل تهدیدکننده خاک در ایران را باید در کمبود بارندگی (که موجب کاهش پوشش گیاهی می‌شود)، کاهش مواد آلی خاک، افزایش شوری و قلیائیت خاک، تبدیل کاربری اراضی و آلاینده‌های صنعتی جست‌جو کرد. توزیع ناموزون بارندگی در سطح کشور باعث شده است که در اثر رگبارهای ناگهانی با جاری شدن سیل در مناطق مختلف، زمینه فرسایش خاک فراهم آید، به طوری‌که هر ساله مقادیری از خاک‌های حاصل‌خیز از چرخه تولید خارج می‌شود. ازسوی دیگر، خشکی هوا و افزایش تبخیر آب، شرایط شوری خاک را به وجود می‌آورد. مواد آلی خاک نیز به دلیل مدیریت‌های زراعی نامناسب کاهش یافته و باز تولید مواد آلی در خاک کم شده است. هم‌چنین این روند به افزایش شوری خاک و مواد قلیائی در آن منجر شده است. افزایش کاربری‌های مسکونی و صنعتی که در اثر توسعه سریع شهرها به وجود آمده باعث کاهش زمین‌های زراعی و مراتع شده و به کاهش کیفیت خاک و ناپایداری آن منجر شده است و هم‌چنین فاضلاب‌های صنعتی و شهری با وارد ساختن عناصر سنگینی مانند کادمیم، سرب و روی از کیفیت خاک می‌کاهند [سازمان برنامه بودجه، ۱۳۷۸].

۱-۱- عوامل موثر بر فرسایش

به‌طور کلی فرسایش خاک به فرآیندی گفته می‌شود که در آن یک عامل یا نیروی فرساینده ذرات و اجزای خاک را از بستر اصلی خود جدا کرده و به مکانی دیگر منتقل می‌کند. بنابراین مواردی که در فرسایش دخالت عمده‌ای می‌توانند داشته باشند عبارتند از: شدت بهره‌برداری از زمین، میزان مواد آلی، نوع مواد تشکیل دهنده خاک، ترکیبات شیمیایی و نوع مدیریت خاک می‌باشند [Morgan, 1995]. شدت فرسایش بستگی به شیب و تراکم کشت نباتات منطقه مربوطه دارد. برآورد میزان فرسایش و رسوب در حوضه‌های آبخیز در مدیریت و برنامه‌ریزی‌های حوضه‌های آبخیز بسیار حائز اهمیت است. نقش فرسایش در کاهش حاصل‌خیزی و هدر رفت خاک، پرشدن مخازن سدها، گرفتگی انسداد مجاری آبیاری، آبراهه‌ها و رودخانه‌ها، گل آلود کردن آب رودخانه‌ها و کاهش کیفیت آب و آلودگی آب‌های مناطق پایین دست از دیر باز شناسایی و مورد توجه متخصصین و کارشناسان بوده است. لازمه برنامه‌ریزی و اتخاذ میزان فرسایش و تولید رسوب، آگاهی از مناطق بحرانی و اولویت‌بندی آن‌ها برای اجرای برنامه‌ها و اقدامات آبخیزداری برای کاهش فرسایش و مهار تولید و حمل رسوب است. تحقیق و بررسی رای [Ray, 1996] بر روی رواناب و رسوب مراتع آلبرتای کانادا نشان داد که زیاد شدن رواناب در اثر شدت چرا، موجب افزایش رسوب می‌شود. شاخ و برگ گیاهان علاوه بر تقلیل ضربات برخورد قطرات باران به سطح خاک، پس از پوسیدن، باعث افزایش مواد آلی خاک شده که موجب افزایش نفوذ پذیری و کاهش آبدوی می‌شود [رفاهی، ۱۳۸۵]. تحقیقات در هنگ کنگ نشان داد که ایجاد خندق، پس از، از بین رفتن پوشش جنگلی به‌وجود می‌آید [علیزاده، ۱۳۶۸]. از طرفی هرچه مقدار سیلت خاک بیش‌تر باشد، فرسایش‌پذیری خاک افزایش می‌یابد [بای بوردی، ۱۳۶۸]. پرورش نیا [۱۳۷۰]، مطالعات انجام شده در اصفهان مشخص کرد که از بین رفتن پوشش گیاهی موجب افزوده شدن قدرت هرزآب و در نهایت عامل ایجاد خندق می‌شود.

۱-۱-۱- عوامل موثر بر تولید رسوب

حوضه‌های آبریز منبع اصلی تغذیه رسوبی رودخانه‌ها تلقی می‌شود. فرسایش سطح خاک حوضه بخش مهمی از رسوب حمل شده توسط رودخانه‌ها را به خود اختصاص می‌دهد. طبق بررسی‌های انجام شده، سالیانه به‌طور متوسط معادل ۱۸/۳ میلیارد تن مواد رسوبی از سطح قاره‌ها فرسایش یافته و از طریق رودخانه‌ها تخلیه می‌شود [Gary, 2005]. انواع مختلف فرسایش در سطح حوضه آبریز را می‌توان شامل؛ فرسایش ورقه‌ای و آبراهه‌ای، فرسایش خندقی، زمین لغزش، رخداد جریان واریزه‌ای و کوه ریزش دانست [Graf, 1984].

فرسایش ورقه‌ای و آبراهه‌ای منجر به جدا شدن ذرات خاک به‌خصوص ریزدانه‌ها نظیر رس و سیلت توسط بارندگی از سطح خاک حوضه آبخیز می‌گردد. با تمرکز جریان در آبراهه‌های کوچک مواد رسوبی فرسایش یافته به سمت آبراهه‌های بزرگ‌تر و

نهایتا رودخانه حمل می‌شود. فرسایش خندقی نیز عمدتا در اراضی با شیب ملایم و یا نسبتا تند که دارای ضخامت خاک زیادی هستند تشکیل می‌شود. وقوع بارش‌های متمرکز، کاهش پوشش گیاهی، بهره برداری غیراصولی از زمین و افت بستر رودخانه‌ها را می‌توان از جمله عوامل اصلی در وقوع فرسایش خندقی برشمرد [Gary, 2005]. پدیده زمین لغزش عامل مهم دیگری در تغذیه رسوبی رودخانه‌ها می‌باشد. در اثر زمین لغزش توده عظیم مواد رسوبی اشباع شده به سمت رودخانه سرازیر و به تدریج با جریان رودخانه‌ای به پایین دست حمل می‌شود. رخداد جریان واریزه‌ای نیز شکل دیگری از حرکت توده‌ای موادرسوبی است که طی آن دانه‌های رسوب در سیال غلیظی از آب و رس شناور شده و به صورت مخلوطی از ذرات ریز تا قطعات بزرگ سنگ، راه خود را به سوی رودخانه باز می‌کند. از این رو مواد رسوبی به دست آمده از آن، که پدیده جریان گلی نیز خوانده می‌شود، دارای طیف دانه‌بندی وسیعی است [تماب، ۱۳۷۱]. در مناطق کوهستانی علاوه بر متداول بودن پدیده‌های زمین لغزش و جریان گلی بخش مهمی از رسوب ورودی به رودخانه‌ها حاصل پدیده کوه‌ریزش می‌باشد. در شیب‌های تند توده‌های سنگ متلاشی شده همراه با خاک و سنگ ریزه‌ها در اثر پدیده هوازدگی و با تاثیرپذیری از حرکات بطئی تکتونیکی و اثرهای ناشی از رطوبت به‌دست آمده از بارندگی به قعر دره‌ها و داخل رودخانه‌ها سرازیر می‌گردد. ریزش این مواد در پای دامنه‌ها منجر به تشکیل مخروط افکنه‌های واریزه‌ای متوالی در مسیر رودخانه گردیده و منبع تغذیه رسوب مستمری را فراهم می‌آورد.

علاوه‌بر منابع رسوب ورودی از سطح حوضه آبریز، مواد رسوبی موجود در بستر و کناره‌های رودخانه‌ها نیز بخشی از منابع تغذیه رسوبی را به خود اختصاص می‌دهد. وقوع کف‌کنی حاصل فرسایش مواد رسوبی موجود در بستر رودخانه‌ها می‌باشد. به‌علاوه در اثر پدیده کف‌کنی، خاک کناره‌ها نیز ناپایدار شده و در اثر ریزش توده‌ای همراه با جریان آب به پایین دست حمل می‌شود. در مسیر رودخانه‌ها هم‌چنین بعضی شاخه‌های فرعی مواد رسوبی به رودخانه تخلیه می‌کند. تعیین بار رسوبی رودخانه‌ها مستلزم تهیه داده‌های آماری و انجام اندازه‌گیری‌های میدانی و تهیه اطلاعات پایه‌ای مرتبط با سامانه رودخانه‌ای و حوضه آبریز آن می‌باشد. به لحاظ اهمیت و نقش ثبت داده‌های آماری در بررسی و شناخت پدیده انتقال رسوب استفاده از روش‌های تجربی از اوایل قرن نوزدهم میلادی متداول گردید و برای اولین بار اندازه‌گیری بار معلق توسط گراس و سابورس[1] در سال ۱۸۰۸ انجام گرفت [تماب، ۱۳۷۱]. عرب‌خدری و حکیم‌خانی [۱۳۸۰]، به روش رگرسیون چند متغیّره، چند مدل برآورد رسوب‌دهی معلق در مورد تحلیل منطقه‌ای رسوب معلق در حوزه دریاچه ارومیه انجام دادند، که در نهایت عوامل دبی متوسط سالانه، درصد سنگ‌های حساس به فرسایش، بارش متوسط سالیانه و درصد اراضی رو به شمال را به عنوان عوامل اصلی بیش از ۹۳ درصد از تغییرات رسوب معلق بیان داشتند. لازم به ذکر است، با استقرار و افزایش درصد پوشش گیاهی، با

[1] .Gross & Subours

وجود افزایش رواناب، از میزان رسوب کاسته می‌شود [چایکندی، ۱۳۸۲]. دادرسی [۱۳۸۴] در تحقیقی نشان داد که حداقل رسوب در حوضه‌ای اتفاق می‌افتد که پوشش گیاهی متراکم و شیب حوضه ملایم باشد. در تحقیقات بیات [۱۳۸۴] با تغییر درصد پوشش گیاهی، میزان رسوب به‌صورت معنی‌داری تغییر می‌کند، افزایش و کاهش پوشش گیاهی به میزان ۲۵ درصد، مقدار تولید رسوب را به ترتیب ۲۹/۸ درصد کاهش و تا ۲۶/۸ درصد افزایش داد.

۱-۲- روش‌های برآورد رسوب

به طور کلی تلاش‌های انجام شده در بررسی مدل‌های برآورد رسوب با مشکلات اساسی روبه‌رو بوده است که مهم‌ترین آن‌ها به اهداف مورد نظر باز می‌گردد. عمدتاً مدل‌های موجود از نظر هدف دارای تفاوت قابل توجهی می‌باشند. تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از مدل‌ها، اغلب برای دست‌یابی به سه هدف شامل برنامه‌ریزی برای مهار فرسایش، برنامه‌ریزی و طراحی برای منابع آب و بالاخره برنامه‌ریزی در مورد کنترل کیفی آب‌های سطحی بوده است. نکته اساسی در استفاده از مدل‌های برآورد فرسایش و تولید رسوب، علاوه بر دست‌یابی به مقادیر فرسایش و تولید رسوب انتخاب مناسب‌ترین مدل به ویژه در حوضه‌های فاقد آمار رسوب‌سنجی می‌باشد که در این زمینه بتواند پاسخ‌گوی نیاز باشد. بررسی انجام شده در زمینه واسنجی انواع مدل‌های برآورد فرسایش و تولید رسوب حاکی از این است که صحت و دقت هریک بر اساس مقادیر ثبت شده رسوب مورد آزمون قرار گرفته است. مشکل اساسی که در رد یا عدم رد مدل‌های برآورد فرسایش و تولید رسوب وجود دارد به صحت و دقت مقدار رسوب اندازه‌گیری شده و صحت و دقت مقدار رسوب برآورد شده به‌وسیله مدل مورد استفاده بستگی دارد [Hadley et al., 1985].

مواد رسوبی حمل شده در رودخانه به تبعیت از تغییر مشخصه‌های هندسی رودخانه و خصوصیات جریان، فرصت ترسیب یافته و این فرآیند به‌صورت پدیده رسوب‌گذاری در بازه‌های مختلف رودخانه خودنمایی می‌کند. از نقطه نظر مکانیسم انتقال، بار رسوبی به دو دسته بار معلق و بار کف تقسیم می‌گردد. آن گروه از ذرات درشت رسوبی که به صورت‌های لغزیدن، غلتیدن و انجام پرش‌های کوتاه در نزدیکی بستر آبراهه حرکت کرده و دائماً در تماس با بستر می‌باشند بار بستر را تشکیل می‌دهند. درحالی‌که بارمعلق شامل ذرات کوچک‌تری می‌شود که در بدنه اصلی جریان درحال تعلیق می‌باشند و با سرعتی تقریباً معادل سرعت جریان حرکت می‌کنند. درطول سالیان متمادی شمار زیادی از روابط برای محاسبه میزان بار رسوبات رودخانه پیشنهاد گردیده است. متاسفانه تعدد روابط تجربی ارائه شده، اصلاح آن‌ها و ارائه ضرائب جدید واسنجی معادلات نشان می‌دهد هنوز روش تحلیلی یا تجربی مناسبی که براساس آن به تخمین درستی از میزان رسوبات حمل شده توسط جریان دست یافت ارائه نشده است. هم‌چنین باید توجه داشت که روابط به‌وجود آمده، حداکثر ظرفیت حمل رودخانه را برآورد می‌کنند در حالی‌که ممکن است این مقدار رسوب در اختیار رودخانه نباشد و دبی رسوب اندازه‌گیری شده خیلی کمتر از میزان محاسبه شده از

روابط موجود باشد. به‌طور مثال در رودخانه‌های کوهستانی، در فصل کم‌آبی سطح بستر آن‌ها از لایه‌ی درشت دانه‌ای پوشیده می‌شود و عملاً مقدار رسوب اندازه‌گیری شده خیلی ناچیز می‌باشد. درحالی‌که در همین زمان روابط موجود ممکن است میزان حمل رسوب را قابل توجه محاسبه کنند [شفاعی بجستان، ۱۳۷۸]. به‌همین دلیل به‌منظور دستیابی به تخمینی نزدیک به واقعیت از میزان رسوبات حمل شده رودخانه از داده‌های هم‌زمان اندازه‌گیری شده دبی- دبی رسوب در ایستگاه‌های هیدرومتری استفاده و با رسم منحنی سنجه مربوط، معادله‌ای جهت تخمین بار رسوب برای استفاده در دبی‌های متفاوت به‌دست می‌آید. از موارد استفاده از منحنی‌های سنجه رسوب تعیین بار رسوب سالیانه رودخانه‌ها با استفاده از داده‌های روزانه جریان و یا منحنی دوام جریان می‌باشد. علاوه براین معادله سنجه رسوب به‌منظور کنترل روش‌های تجربی برآورد رسوبات و هم‌چنین به‌عنوان شرایط مرزی در مدل‌های ریاضی به‌کار می‌رود. منحنی‌های سنجه رسوب یکی از معمول‌ترین روش‌های برآورد بار رسوب معلق رودخانه‌ها هستند [Walling and Webb, 1981].

به‌صورت کلی روش‌های برآورد بار معلق رودخانه‌ها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

- روش‌های مبتنی بر قوانین دینامیک و مکانیک سیالات که عموما توسط متخصصین و صاحب‌نظران علم هیدرولیک ارائه شده‌اند.
- روش‌های مبتنی بر اندازه‌گیری مستقیم و تحلیل‌های آماری که بیش‌تر توسط صاحب‌نظران علم هیدرولوژی توصیه شده‌اند. روش‌های هیدرولوژیکی از جمله: روش اداره عمران اراضی ایالات متحده (USBR)، حد وسط دسته‌ها، سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO)، برآورد کننده نااریب با حداقل واریانس (MVUE)، تخمین‌گر شبه بیشینه درست نمایی (QMLNE) و اصلاح‌گر (Smearing) می‌توان اشاره کرد [زنگانه و همکاران، ۱۳۸۸].

از آن‌جایی که بسیاری از حوضه‌های آبخیز در اکثر کشورهای جهان از جمله ایران فاقد ایستگاه رسوب‌سنجی هستند، استفاده از مدل‌های تجربی و روش‌های آماری برآورد مقادیر رسوب معلق انتقالی توسط رودخانه ضروری به نظر می‌رسد. در تخمین بار معلق رودخانه معمولاً از روش‌های هیدرولوژیکی استفاده می‌شود که در این بین برآورد مستقیم بهترین روش می‌باشد و برای این منظور باید آمار کاملی از غلظت رسوب و هم‌چنین دبی جریان متناظر در دست باشد که در اغلب موارد به علّت کمبود امکانات، نیروی انسانی و بالا بودن هزینه، امکان برداشت داده رسوب و دبی به اندازه کافی مقدور نمی‌باشد [صادقی و همکاران، ۱۳۸۴]. بنابراین در بسیاری از تحقیقات از روش‌های غیرمستقیم تخمین بار رسوبی شامل درون‌یابی و برون‌یابی استفاده می‌شود. از جمله روش‌های معمول تخمین مقادیر رسوب معلق در روش برون‌یابی ایجاد رابطه بین دبی جریان و رسوب در قالب منحنی سنجه رسوب است که به‌صورت وسیعی در مطالعات مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد [Walling, 1977; Schmicdt and Morche, 2006]. مرتضایی [۱۳۷۶] با برقراری روابط رگرسیونی بین ضرایب معادله سنجه رسوب و