

## بررسی وضعیت رسوبدهی چند رودخانه مرزی ایران در دوره‌های بلندمدت آماری و راهبردهای مدیریتی

جواد وروانی<sup>۱</sup>، رضا جعفری نیا<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۲

### چکیده

فهم رفتار رسوبدهی معلق رودخانه‌ها، تغییرات مکانی و زمانی آن از جنبه‌های مختلف به‌خصوص در دوره‌های خشک‌سالی در فرآیند مدیریت حوزه‌های آبخیز اهمیت دارد. در این تحقیق به‌منظور بررسی وضعیت رسوبدهی چند رودخانه در دوره‌های خشک‌سالی اقلیمی، با انتخاب دو ایستگاه هیدرومتری و رسوب سنجی معرف رودخانه‌های گنجان چم و گاوی در مرز غربی کشور اصلی واقع‌شده‌اند در ابتدا نسبت به برآورد رسوبدهی معلق ۳۰ ساله هر یک از ایستگاه‌ها به روش حد وسط دسته‌ها و تلفیق آمار آبدهی روزانه و ماهانه اقدام گردید. همچنین بر اساس معادله آنالیز ناحیه‌ای رسوب منطقه عوامل مؤثر بر رسوبدهی رودخانه‌های مذکور مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اساس تطبیق مقادیر رسوبدهی و بارندگی وضعیت نمودارهای میانگین متحرک سه‌ساله در هریک از ایستگاه‌ها بوده است. نتایج نشان می‌دهد که علی‌رغم وجود روند نزولی در میانگین بارش سالیانه رسوبدهی ویژه ایستگاه‌ها تغییر چندانی نداشته و حالت ایستایی دارند.

### واژه‌های کلیدی: رسوب معلق، خشک‌سالی، گنجان چم و گاوی، ضریب تغییرات

رسوبدهی، حد وسط دسته‌ها

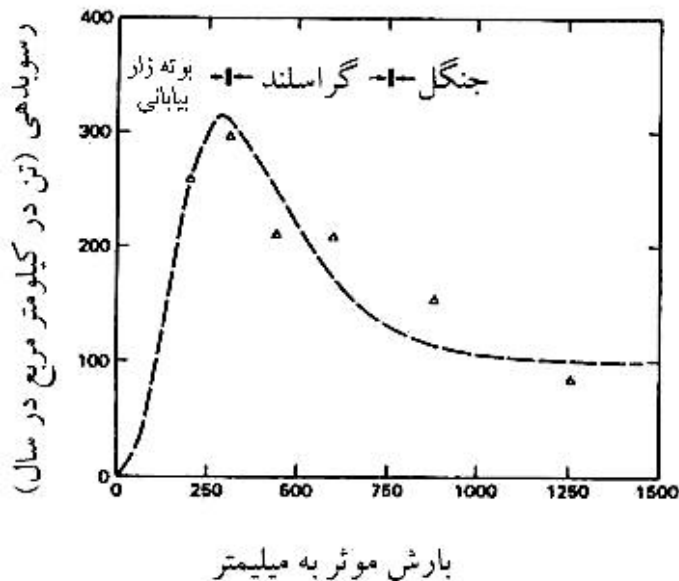
۱-دانشیار گروه منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده فنی - مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی-واحد اراک، نویسنده

مسئول، Varvani\_55@yahoo.com

۲-استادیار گروه منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده فنی - مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی-واحد اراک r-jafarinaia@iaiu-arak.ac.ir

## مقدمه

روابط بین اقلیم و تولید رسوب توسط افراد مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است که همگی بیانگر تأثیر تغییرات اقلیم چه از نظر زمانی و یا مکانی در رسوبدهی است. در این زمینه می‌توان به کار آقای لانگبین و شیوم (۱۹۵۸، به نقل از Walling و Webb، ۱۹۸۳) اشاره کرد که رابطه بین تولید رسوب سالیانه و بارش را ارائه داده‌اند (شکل ۱). همچنین این رابطه توسط شیوم (۱۹۷۸، به نقل از Walling و Webb، ۱۹۸۳) توسعه داده شد. منحنی ارائه‌شده بیانگر روابط متقابل انرژی فرساینده‌گی و تراکم پوشش گیاهی است. بیشترین تولید رسوب در بارش مؤثر سالیانه ۳۰۰ میلی‌متر (مناطق نیمه‌خشک) روی می‌دهد. در مناطق با بارندگی مؤثر بیش از ۳۰۰ میلی‌متر رشد و توسعه پوشش گیاهی باعث حفاظت بیشتر خاک می‌گردد و در مناطق خشک‌تر میزان انرژی فرساینده‌گی خاک محدود می‌گردد. بیشتر محققین این رابطه را به نام رابطه لانگبین - شیوم به کار می‌برند.



شکل ۱- رابطه بین بارش مؤثر و رسوبدهی در نقاط مختلف دنیا

(لانگبین و شیوم، ۱۹۵۸)

در امریکا رابطه پیشنهاد شده توسط Stoddart بر اساس داده های Judson و Ritter می تواند مدنظر قرار گیرد. در این منحنی که بر اساس داده های متوسط ۷ ایستگاه بزرگ به دست آمده است، در صورتی که فرض شود میزان رسوب دهی در زمانی که میزان رواناب از حداقل مشاهده شده کمتر باشد به سمت صفر میل می کند، با قانون لانگبین و شیوم مطابقت دارد. در منحنی Dendy و Bolton که بر اساس گروه بندی داده های رسوب سنجی مخازن ۵۰۰ منطقه به دست آمده است، حداکثر مقدار رسوب دهی در رواناب سالانه ۲۵ تا ۷۵ میلی متر مشاهده می شود. در صورتی که این مقدار رواناب به بارندگی مؤثر در دامی ۵۰ درجه فارنهایت تبدیل شود مقادیر ۴۵۰ تا ۵۰۰ میلی متر را به دست می دهد که از مقدار ۳۰۰ میلی متر پیشنهاد شده توسط لانگبین و شیوم بیشتر است. چهار منحنی از دیگر نقاط دنیا که همگی نشان می دهند که قانون لانگبین و شیوم صدق جهانی زیادی ندارد. در منحنی های ارائه شده توسط فورنیه و دو گلاس با افزایش مقدار بارندگی به ترتیب از ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی متر مقدار رسوب دهی زیادتر می شود و این مورد مغایر با روابط ارائه شده لانگبین و شیوم می باشد. روابط ارائه شده در منحنی Wilson تا حدودی متفاوت با بقیه روابط است، چرا که در این منحنی دو مقدار پیک در بارندگی سالانه ۷۵۰ و ۱۷۵۰ میلی متر وجود دارد. این دو مقادیر پیک مربوط به شرایط نیمه مرطوب و تروپیکال می باشد؛ به طوری که این دو مورد کاملاً با روابط لانگبین و شیوم مغایرت دارد.

با توجه به منحنی های ارائه شده از نقاط مختلف دنیا و امریکا می توان اظهار نظر کرد که روند پیشنهادی برای تغییرات رسوب با بارش مؤثر سالانه توسط لانگبین و شیوم بیشتر در مناطق با اقلیم قاره ای کاربرد داشته و در مناطق دیگر که اقلیم فصلی وجود دارد کاربرد کمتری دارد. برای آزمون بیشتر قانون لانگبین - شیوم نشان دهنده داده های خام میانگین رسوب سالانه در مقابل

بارش متوسط ۱۲۴۶ ایستگاه است که توسط Walling و Kleo (۱۹۷۹) تهیه شده است. داده های مذکور نسبت به کارهای قبلی هم تفصیلی تر بوده و هم از نظر مکانی معرف می باشند. برای سهولت ترسیم داده های مختلف از مقیاس لگاریتمی استفاده شده است. نتیجه به دست آمده از این گراف مؤید این مطلب است که در مقیاس جهانی، بارش کنترل کننده ر سوب نبوده و فاکتور های دیگری مثل پستی و بلندی، سازندهای فرسایش پذیر و فعالیت های بشری در الگوی جهانی ر سوبدهی مؤثر می باشد.

## ضرورت و اهمیت تحقیق

لزوم نگرش های جدید و نوپدید در عرصه مدیریت و حکمرانی منابع آب ایجاب می کند تا شرایط کلی رودخانه ها و منابع آبی حوزه های آبخیز به طور دقیق و مفصل مورد بررسی قرار گیرند. در این بین کیفیت منابع آب رودخانه ها در کنار پارامترهای کمی اهمیت دوچندان پیدا می کند. در زمینه بررسی وضعیت رسوبدهی چند رودخانه مرزی ایران در دوره های خشک سالی اقلیمی و راهبرد های مدیریتی می تواند الگویی مطالعات جامع منابع آب رودخانه های مرزی را روش سازد.

همه گراف ها مؤید این موضوع هستند که در رژیم های بارندگی قاره ای اولین پیک رسوبدهی دیده می شود و دو مقدار پیک دیگر در رژیم بارندگی فصلی (مدیترانه ای) با بارش حدود ۱۲۵۰ میلی متر) و اقلیم تروپیکال (بارش بیش از ۲۵۰۰ میلی متر) دیده می شود. ر سوبدهی زیاد در رژیم های بارندگی فصلی را می توان با توسعه مستقیم قانون لانگبین و شیوم توضیح داد. چراکه در این مناطق رژیم فصلی مانع توسعه پوشش گیاهی شده، درحالی که انرژی فرساینده کل بارش مستقل از رژیم فصلی است. پراکندگی مشاهده شده در شکل ۱ مربوط به فاکتورهای زیادی علاوه بر بارش سالانه است و بررسی الگوی تغییرات جهانی ر سوب با ید ه همراه با بررسی فاکتور های زمین شناسی، توپوگرافی و کاربری اراضی، با روابط چندمتغیره باشد.

## روش‌شناسی

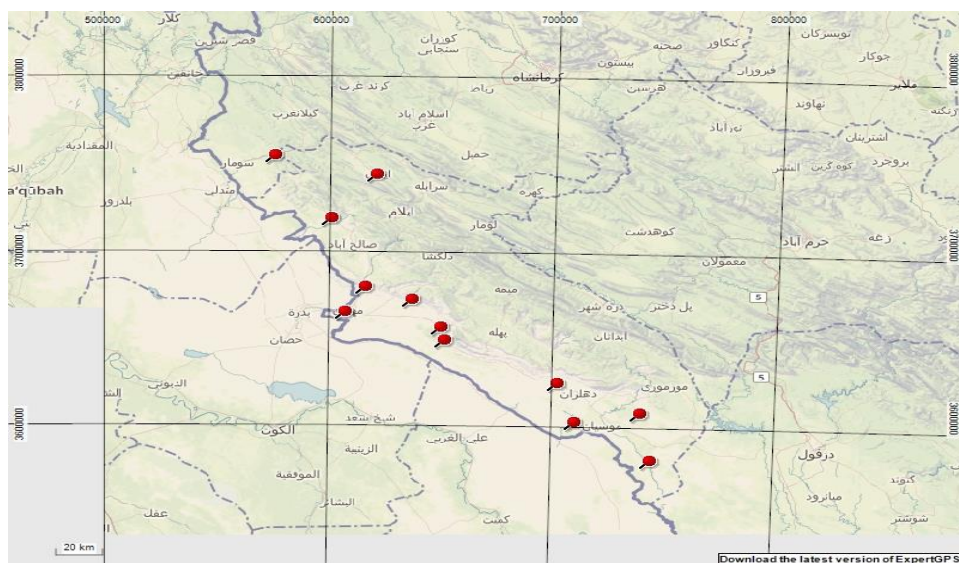
### منطقه مورد مطالعه:

#### رودخانه گاوی

رودخانه گاوی که با عبور از ارتفاعات شمالی از سمت شمال خاور وارد دشت مهران می‌شود و تقریباً تا مناطق میانی دشت در راستای شمال شرق- جنوب غرب حرکت کرده، سپس به سمت غرب تغییر جهت داده و پس از الحاق به رودخانه کنجان چم به کشور عراق وارد می‌شود

#### رود کنجان چم

این رود از کوه‌های سیوان در جنوب ایلام سرچشمه گرفته است و در جهت شمال شرقی به جنوب غربی، پس از طی ۱۲ کیلومتر از خط مرزی ایران و عراق در نزدیکی مهران به رود گاوی می‌پیوندد. سرچشمه اصلی این رودخانه کوه‌های چنگینه، علی بیگی و کوه ملاشاه هستند و جریان آب آفتاب، که از میش‌خاص سرچشمه می‌گیرد، نیز به آن می‌پیوندد. رودخانه چشمه ملک، که از کوه شاه‌نخجیر سرچشمه می‌گیرد نیز به آن ملحق می‌شود. این رود پس از عبور از بخش صالح‌آباد و شهرستان مهران به رودخانه دجله در کشور عراق می‌ریزد. طول این رود تا مرز ایران و عراق ۹۰ کیلومتر است. روی این رودخانه، سد انحرافی کنجان چم احداث شده است.



شکل ۲- محدوده اجمالی ایستگاه‌های منتخب رودخانه‌های مرزی غرب کشور

## روش اجرایی طرح

به منظور بررسی وضعیت رسوبدهی رودخانه‌های مذکور بعد از اخذ اطلاعات دبی جریان و غلظت رسوب نمونه برداری شده از شرکت توسعه منابع آب وزارت نیرو، اقدام به برآورد رسوبدهی رودخانه‌های مذکور با روش‌های مختلف آهاری گردید. در این تحقیق به منظور بررسی وضعیت رسوبدهی چند رودخانه در دوره‌های خشک‌سالی اقلیمی، با انتخاب چند ایستگاه هیدرومتری و رسوبسنجی معرف رودخانه‌های گنجان چم و گاوی در مرز غربی کشور اصلی واقع شده‌اند در ابتدا نسبت به برآورد رسوبدهی معلق ۳۰ ساله هر یک از ایستگاه‌ها به روش حد وسط دسته‌ها و تلفیق آهار آبدهی روزانه و ماهانه اقدام گردید. بر اساس معادله آنالیز ناحیه‌ای رسوب منطقه عواهل مؤثر در رسوبدهی منطقه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. وروانی وهم کاران (۱۳۹۸) با انجام تجزیه و تحلیل رگرسیونی در حوزه‌های مشابه معادله‌ای به صورت زیر ارائه می‌کند /

$$\text{Log (QS)} = 0/873 + 1/909 (\text{Log QW}) + 0/953 (\text{Log FD}) - 1/706 (\text{Log GR})$$

(معادله ۱)

در این معادله QS: رسوب‌دهی معلق به تن در سال، QW: دبی متوسط سالیانه به مترمکعب در ثانیه، FD: مجموع درصد مساحت اراضی مشجر نیمه متراکم و کم تراکم (دست‌خورده)، GR: مجموع درصد مساحت سازندهای زمین‌شناسی مقاوم به فرسایش و نسبتاً مقاوم به فرسایش ماقبل کواترنری می‌باشد. با توجه به معادله مذکور تا حدود زیادی می‌توان فاکتورهای مؤثر بر رسوب‌دهی معلق حوزه آبخیز را مورد بررسی قرار داد.

## یافته‌ها

### — بحث و نتیجه‌گیری

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین رسوب‌دهی معلق ویژه ایستگاه‌های منتخب به احتمال ۹۹/۹ درصد تفاوت وجود دارد. از طرفی همان‌طوری که از جدول مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون آماری LSD (جدول ۳) برمی‌آید، رودخانه گاوی در محل ایستگاه تنگ باجیک بیشترین تولید رسوب‌دهی ویژه در مدت ۳۰ سال با مقدار ۲۵۸/۱۳ تن بر کیلومتر مربع در سال را دارا است که تفاوت زیادی در سطح ۹۸ درصد بین این ایستگاه و ایستگاه رستم‌آباد بر روی رودخانه گاوی و در سطح ۹۹/۹ درصد بین ایستگاه‌های دیگر وجود دارد. در ردیف دوم ایستگاه‌های چنگوله-خوشاب و زعفرانی قرار دارند که متوسط رسوب ویژه آن‌ها به ترتیب ۱۷۴/۷۴ و ۱۵۴/۸۶ تن در کیلومتر مربع در سال است. تفاوت رسوب ویژه این دو ایستگاه در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نبوده ولی با ایستگاه‌های دیگر در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار است. در آخرین دسته، حوزه‌های دهلران و میمه هستند که رسوب ویژه آن‌ها ۷۰/۷ و ۹/۰۳ تن در کیلومتر مربع و در سال است. با توجه به معادله رگرسیونی پیشنهادشده برای منطقه می‌توان گفت که مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر رسوب‌دهی معلق حوزه آبخیز دبی متوسط سالیانه، مجموع درصد مساحت

واحدهای زمین‌شناسی مقاوم و نسبتاً مقاوم به فرسایش ماقبل کواترنو مجموع درصد مساحت اراضی مشجر نیمه متراکم و کم تراکم می‌باشند.

درصد اراضی مشجر	درصد سازندهای مقاوم به فرسایش	مساحت (کیلومتر مربع)	بار معلق تن در کیلومتر مربع	رودخانه - ایستگاه	
18	52	1176.12	9	کنجان چم	کنجان چم
27	21	492.75	175	گاوی	تنگ باجک
16	63	729	70	گاوی	رستم آباد
87	38	1162	154	چنگوله	خوشاب
59	82	۸۲۹	258	زعفرانی	زعفرانی
22	32	1711.38	680	میمه	جاده دهلران
25	37	2582	530	میمه	بیات

جدول ۵- مقادیر مشخصات مهم حوزه آبخیز ایستگاه‌های منتخب رودخانه‌های مرزی



بنابراین می توان گفت که یکی از عوامل اصلی افزایش رسوبدهی ویژه این سرشاخه دبی زیاد آن است اما این مطلب مانع از آن نمی شود که نقش فاکتورهای دیگر نادیده گرفته شود. اراضی مشجر (که در معادله ۱ رابطه مثبت با رسوبدهی معلق حوزه های آبخیز دارد) نشان دهنده افزایش رسوبدهی معلق حوزه آبخیز با افزایش درصد این اراضی است. طبق تعریف وزارت کشاورزی (۱۳۷۶) تراکم کم اراضی مشجر ناشی از قطع بی رویه و سایر عوامل مخرب است و به طور کلی حاصل دست کاری طبیعت توسط انسان است، میزان درصد این گونه اراضی در حوزه زعفرانی ۵۲/۵۳ درصد بوده و بیشتر از بقیه حوزه های آبخیز است. بنابراین دومین عاملی که در بالا بودن رسوب ویژه این حوزه آبخیز تأثیر دارد، تخریب اراضی مشجر در حوزه است. از طرفی با توجه به ضریب عامل زمین شناسی (درصد مساحت واحدهای مقاوم و نسبتاً مقاوم به فرسایش ماقبل کوتاه تر در معادله ۱) متوجه می شویم این عامل رابطه منفی با رسوبدهی معلق حوزه آبخیز دارد. میزان درصد واحدهای زمین شناسی مذکور را حوزه کنجان ۷۷/۷ درصد بوده که ظاهراً می باید باعث کاهش رسوبدهی معلق بشود اما این گونه نشده است به نظر می رسد شدت تخریب اراضی مشجر در این منطقه به گونه ای بوده است که مانع از تأثیر این عامل و کاهش رسوبدهی گردیده است. حوزه آبخیز رودخانه های گاوی در محل ایستگاه تنگ باجی که از نظر رسوبدهی ردیف دوم را دارد کمترین مقدار آبدهی (۱/۵۱ مترمکعب بر ثانیه) را در بین سرشاخه ها داشته و از طرفی میزان درصد اراضی مشجر نیمه متراکم و کم تراکم ۲۱/۸۱ درصد بوده و نسبت به سایر سرشاخه ها دومین مقدار را دارا است. کاهش درصد مساحت اراضی مشجر نیمه متراکم و کم تراکم (۵/۴۸ درصد) که به همراه دبی متوسط نسبتاً پائین (۱/۵۶ مترمکعب بر ثانیه) و همچنین درصد مساحت واحدهای زمین شناسی مقاوم

نسبتاً زیاد (۶۶/۱ درصد) باعث شده است که مقدار رسوبدهی ویژه حوزه رودخانه دوغ در محل ایستگاه تنگ راه کمترین مقدار باشد. همانطوری که از نتایج گفته شده برمی آید، مقدار رسوبدهی معلق سرشاخه‌های انتخاب شده تحت کنترل سه عامل دبی متوسط سالیانه، درصد واحدهای زمین‌شناسی مقاوم و نسبتاً مقاوم، درصد اراضی مشجر نیمه متراکم و کم تراکم است.

از بین عوامل مذکور تخریب اراضی مشجر در منطقه نکته‌ای است که حاصل دست‌کاری طبیعت توسط انسان بوده و باید در منطقه کنترل شود. Wasson (۱۹۹۹) معتقد است که در حوزه‌های آبخیز کوچک واریانس رسوبدهی معلق اراضی بالا بوده و علت آن تأثیر کاربری اراضی در رسوبدهی است و این واریانس با افزایش مساحت حوزه آبخیز کمتر می‌شود. در حوزه‌های آبخیز که دارای خندق می‌باشند. کاربری اراضی نقش فرعی را دارند اما در حوزه‌هایی که فاقد خندق می‌باشند کاربری اراضی دوباره اهمیت خود را در تولید رسوب نشان می‌دهد. همچنین وی طی تحقیقی در استرالیا به بررسی وضعیت رسوبدهی و تغییرات رسوب ویژه و واکنش حوزه‌های آبخیز نسبت به تخریب اراضی و افزایش نرخ فرسایش اراضی بالادست می‌پردازد و نتیجه‌گیری می‌کند که زیر حوزه‌های کوچک سرمنشأ نسبت به صدمه دیدن اراضی و افزایش نرخ فرسایش حساسیت زیادی دارند و واکنش آن‌ها سریع است. با افزایش سطح حوزه آبخیز و حرکت رسوب از بالادست و زمان پیمایش موجود واکنش کندتر می‌شود. مقایسه رسوبدهی معلق ویژه ۵ زیر حوزه مرزی با محک آماری LSD (حداقل تفاوت معنی‌دار) نشان می‌دهد که با اطمینان ۹۹ درصد میانگین رسوبدهی معلق ویژه زیر حوزه‌ها با همدیگر تفاوت دارند که این نتیجه‌گیری با استفاده از جدول تجزیه واریانس به‌خوبی قابل استخراج است. در این آزمون فرض صفر

بیانگر این است که میانگین رسوبدهی زیر حوزه‌ها باهم دیگر برابر است. جهت آزمون این فرض چنانچه واریانس رسوبدهی بین زیر حوزه‌ها از واریانس داخل زیر حوزه‌ها بزرگ‌تر باشد و بزرگی آن به حدی باشد که از نظر آماری قابل قبول باشد، دلیل بر آن است که میانگین‌ها مساوی نبوده و بین آن‌ها اختلاف معنی‌دار وجود دارد. چنانچه واریانس داخل زیر حوزه‌ها (آمار ۳۰ ساله) از واریانس رسوبدهی بین زیر حوزه‌ها بزرگ‌تر باشد، دلیل بر آن است که واریانس به وجود آمده در اثر اختلاف میانگین از نظر آماری ناچیز بوده و در نتیجه اختلاف معنی‌داری بین میانگین‌ها مشاهده نمی‌شود. لازم به تذکر است که همیشه بین میانگین‌ها اختلاف وجود دارد ولی اختلافی قابل‌بحث است که از نظر آماری بزرگی آن معنی‌دار باشد و در غیر این صورت از آن می‌توان صرف‌نظر کرد. همان‌گونه که از جدول تجزیه واریانس برمی‌آید، میانگین مربعات داخل گروه‌ها (۱۸۹۱۶/۸۷) از میانگین مربعات بین گروه‌ها (۲۷۸۴۴۵/۰۸) کوچک‌تر بوده و از نظر آماری در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است. با مشخص شدن تفاوت رسوبدهی معلق ویژه زیر حوزه‌ها می‌توان آن‌ها را به سه گروه تقسیم‌بندی نمود که جزئیات آن ذکر شد، اما نکته جالبی که می‌توان در اینجا به آن اشاره نمود شناخت جایگاه این تقسیم‌بندی در مقیاس جهانی (جدول ۱) است. با نگاهی به تقسیم‌بندی جانسون (۱۹۸۸) متوجه می‌شویم که رسوبدهی رودخانه گنجان با رسوبدهی ۲۵۸/۳ تن بر کیلومتر مربع در سال، در کلاس چهارم رسوبدهی ( $101t/km^2/yr - 500$ ) قرار می‌گیرد که این مقدار نسبتاً زیاد است. گروه دوم ایستگاه‌های میمه و زعفرانی که به ترتیب ۱۷۴/۷۴ و ۱۵۴/۸۶ تن بر کیلومتر مربع در سال رسوبدهی ویژه دارند نیز در کلاس چهارم رسوبدهی قرار می‌گیرند که بازهم بیانگر زیاد بودن رسوبدهی ویژه این زیر حوزه‌ها است. گروه سوم حوزه‌های تنگ باجی و گاوی با رسوبدهی ویژه به ترتیب ۷۰/۷ و ۹/۰۳ تن در کیلومتر مربع در سال می‌باشند، اگر

تقسیم‌بندی جهانی ملاک عمل قرار گیرد، این دو زیر حوزه در دو کلاس کاملاً متفاوت از هم قرار می‌گیرند اما چنانکه نتایج نشان می‌دهد تفاوت بین رسوبدهی ویژه این دو زیر حوزه از نظر آماری به حدی نیست که معنی‌دار تلقی شود و بنابراین جزء یک گروه به حساب می‌آیند. تشریح علل تفاوت رسوبدهی زیر حوزه‌ها به راحتی قابل انجام نیست چراکه عوامل زیادی در رسوبدهی و تولید رسوب حوزه‌های آبخیز، حتی در داخل یک حوزه تأثیر دارند. بدیهی است که چنین نتیجه‌گیری‌های در یک مطالعه اجمالی اعتبار بیشتری داشته و می‌توان برای شناخت کلی حوزه‌های بزرگ از آن استفاده کرد. نتایج حاصل از چنین مطالعاتی می‌تواند راهگشای مطالعات تفصیلی بعدی باشد. جهت تهیه نقشه رسوبدهی حوزه‌های آبخیز روش مشخص وجود ندارد چراکه مسئله ذخیره و حرکت مجدد رسوب در بین راه مشکلات زیادی در فهم رفتار رسوب معلق به وجود می‌آورد.

### نتایج راهبردهای تدافعی (WT)

چنانکه تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد تولید رسوب معلق حوزه‌های آبخیز بستگی به عوامل متعددی دارد. از طرفی مقایسه بین حوزه‌های رسوب معلق حاکی از تغییرات زیاد آن در بین سرشاخه‌ها و درون سیستم زهکشی حوزه آبخیز از بالادست تا نقطه خروجی است. در حال حاضر فهم کامل رفتار رسوب معلق رودخانه‌ها نیازمند استفاده از روش‌های مختلفی چون مشخصه‌نگاری ترکیبی و مدل‌های آماری است که خود مستلزم صرف هزینه‌های زیاد و دقت بالا است. اما در این بین مسئله نرخ تحویل رسوب و پدیده ذخیره و تحرک مجدد رسوب در بین شبکه زهکشی حوزه آبخیز باعث پیچیدگی بیشتر رفتار رسوبدهی معلق رودخانه‌ها می‌گردد. متمرکز شدن تحقیقات آینده در این مورد و بر روی سیستم بیلان

رسوب حوزه‌های آبخیز می‌تواند نتایج مفیدی را به همراه داشته باشد. پیشنهادهای اساسی زیر در این راستا قابل بررسی است.

ایجاد ستاد مقابله با پدیده فرسایش و رسوب‌دهی حوزه‌های آبخیز در سطح استان‌های مرزی و استفاده از کارشناسان نخبه بومی منطقه آشنا جهت هماهنگی ارگان‌های مختلف -اصلاح قوانین بهره‌برداری از منابع طبیعی در کاربری‌های مختلف و اعمال و ارجحیت ضوابط و معیارهای زیست‌محیطی و توسعه پایدار در بخش صنعت و معدن در سطح استان.

## مراجع:

۱. جاماب (شرکت مهندسی مشاور)، ۱۳۶۹، طرح جامع آب کشور، گزارش حوزه آبخیز گرگان رود، وزارت نیرو.
۲. عرب خدری، محمود، اکبر، زرگر، ۱۳۷۴، برآورد تولید رسوب در بخش شمالی البرز با استفاده از مدل‌های رگرسیونی، مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۲۱، صفحات ۲۲ تا ۲۸.
۳. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، (۱۳۷۹)، گزارش دومین کارگاه آموزشی و علمی آبخیزداری
۴. قدیمی عروس محله فریدون، ابراهیم امین سبحانی (۱۳۷۷)، بررسی رسوب زایی زونها و دوران‌های زمین‌شناسی در حوزه آبخیز دریاچه نمک، پژوهش و سازندگی، شماره ۳۹، تابستان ۱۳۷۷.
۵. وزارت کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی، پشتیبانی اداره کل آمار و اطلاعات، ۱۳۷۶، اطلس کاربری اراضی حوزه‌های شمال، نشریه شماره ۷۶/۰۹.
۶. ولی خوجینی علی، محمد علی نژاد هاشمی، (۱۳۷۷)، بررسی رسوب‌دهی حوزه آبخیز طالقان، مجله پژوهش و سازندگی شماره ۷۳۹ تابستان ۱۳۷۷.
۷. وروانی جواد، ۱۳۹۸، هیدرولوژی رسوب حوزه‌های آبخیز، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، ۲۲۰ صفحه
8. Darrell Lindu., Brenda Feitmajedi, (1999). Nutrient and suspended sediment concentrations, Trends, load, and yield, from Nontidal, Part of the Susquehanna, Potomac, Patuxent, and chop tank Rivers, (Internet).
9. Long Yoqian, 1992, the design and operation of sediment transport measurement programs, in River Basins, the Chinese experience- IAHS. Public. No 210, 1992.

10. Morris L.Gregory, Fan Jiuhoa, 1997, Reservoir Sedimentation Hand book, 25 chapters.
11. Reid, L.M., 1993, Research and cumulative watershed Effects United States Department of Agriculture forest service, Pacific, South West Research station, General Technical Report, PSW-GTR – 141.
12. Wasson R.J.1999 Runoff from the land to the Rivers and sea, (Internet).
13. Zhangxin Bao (1999), Status and causes of sediment changes Cheng du institute of mountain Hazards and Environment (Internet)