

بررسی دبی موثر جهت انتقال رسوبات معلق در آبراهه‌های حوزه آبخیز سد زاینده‌رود^۱

نصرت‌الله اسماعیلی^۲ محمد مهدوی^۳

چکیده

در این تحقیق دبی موثر برای انتقال رسوبات معلق در آبراهه‌های حوزه آبخیز سد زاینده‌رود با استفاده از آمار دبی و رسوب ایستگاه‌های هیدرومتری و رسوب‌سنجی موجود بر روی این آبراهه‌ها تعیین گردید. طول دوره آمار رسوب این ایستگاه‌ها از ۶ تا ۲۱ سال و مساحت حوزه‌های مورد مطالعه مربوط به آنها، بین ۳۲۱ تا ۱۴۴۴ کیلومتر مربع بود. به‌منظور تعیین دبی موثر، با استفاده از آمار رسوب و دبی متوسط روزانه مربوط به هر ایستگاه میزان رسوب معلق روزانه برای هر سال آبی از طول دوره آماری موجود محاسبه شد. پس از آن برای هر ایستگاه، میزان دبی در طول دوره آمار مربوطه به آن به چند طبقه با فواصل مساوی تقسیم و فراوانی (تکرار) دبی و نیز میزان رسوب معلق تجمعی برای هر یک از این طبقات تعیین شد. سپس این ارقام برای هر ایستگاه به‌صورت یک هیستوگرام دبی رسوب معلق رسم و با توجه به آن دبی موثر تعیین گردید. نتایج نشان می‌دهد که برای ایستگاه‌های مورد مطالعه، دبی موثر جهت انتقال رسوب معلق دارای مقدار پایینی است. مدت مربوط به این دبی که با استفاده از آمار مدت جریان محاسبه شده است، در ایستگاه‌های مختلف متفاوت بوده و به‌طور متوسط از ۲۸/۵ تا ۵۸/۰۵ درصد را شامل می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: دبی موثر، رسوب معلق، انتقال رسوب، حوزه آبخیز و سد زاینده‌رود.

^۱ - تاریخ دریافت: ۸۰/۶/۳۱، تاریخ تصویب نهایی: ۸۰/۱۱/۲۹

^۲ - عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد (E-mail: esmailee@yahoo.com)

^۳ - استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

مقدمه

پدیده فرسایش خاک از مواردی است که با به مخاطره انداختن بستر حیات انسان، عواقب ناگوار غیرقابل جبرانی را در درازمدت متوجه او می‌سازد. با وقوع هر بارندگی مقادیر بسیار زیادی خاک از سطح حوزه‌های آبخیز شسته شده و از محلی به محل دیگر منتقل می‌گردد و در اثر این امر بتدریج و به آرامی ولی به طور مداوم و مستمر از حاصلخیزی اراضی کاسته شده و در درازمدت شرایط بیابانی بر آنها حاکم می‌شود. مقایسه گذشته و حال بسیاری از اراضی در مناطق مختلف حاکی از شواهد زیادی از تبدیل اراضی حاصلخیز به اراضی بیابانی است. ذرات خاک شسته شده از حوزه‌ها علاوه بر اینکه حیات آبی و آبریان را به مخاطره می‌اندازد، سبب بالارفتن هزینه پالایش آب و پوسیدگی و خرابی انواع دستگاه‌های مربوط به تاسیسات و کارخانه‌هایی می‌گردد که به نحوی در تماس با آب می‌باشند و سرانجام در مخازن سدها، کانال‌ها و ... رسوب می‌کنند، که این مورد نیز از موارد تهدیدکننده این قبیل سرمایه‌گذاری‌ها به‌شمار می‌رود.

فرسایش خاک و حمل رسوب پدیده‌ای است که با نزول هر بارندگی و جریان یافتن آب در سطح زمین در نواحی مختلف در مقیاس‌های متفاوتی اتفاق می‌افتد، ولی به نظر می‌رسد که جریان‌های با میزان مختلف از این نظر تاثیرات متفاوتی به جای می‌گذارند، بویژه در دوره‌های زمانی درازمدت که این تاثیر از یک طرف جنبه بزرگی (حجم) جریان را دربرمی‌گیرد و از سوی دیگر جریان‌های با بزرگی مختلف تکرار (فراوانی)های متفاوتی را نیز دارا می‌باشند. با در نظر گرفتن نکات اخیر، بررسی این مسئله که در طول یک دوره زمانی درازمدت جریان‌های متفاوت از نظر میزان حمل رسوب به چه نحو عمل کرده‌اند و نیز اینکه کدام جریان‌ها بیشترین میزان تاثیر را از این نظر دارا بوده‌اند، به همراه مشخص ساختن میزان تداوم این دسته از جریان‌ها، از مسائلی است که به منظور پاسخ به آنها تحقیق حاضر برای اولین بار در

حوزه آبخیز سد زاینده‌رود به مرحله اجرا درآمده است.

برای این منظور با استفاده از آمار ایستگاه‌های هیدرومتری و رسوب‌سنجی موجود بر روی آبراهه‌های منطقه طرح، میزان رسوب معلق روزانه هر ایستگاه برای هر سال آبی در طی دوره آماری موجود محاسبه و پس از آن با استفاده از این آمار و نیز آمار دبی روزانه برای هر ایستگاه در طول دوره یاد شده یک هیستوگرام دبی رسوب معلق رسم گردید و با استفاده از آن دبی موثر برای هر ایستگاه در طول دوره مذکور تعیین شد. مدت مربوط به این میزان از جریان‌ها نیز با استفاده از آمار مدت جریان محاسبه شده است.

از نظر سابقه تحقیق این موضوع فقط می‌توان به کارهای انجام شده در خارج از کشور اشاره کرد، که نتایج بعضی از این تحقیقات به اختصار بیان می‌گردد. نتایج تحقیقات آندرووس^۱ (۱۹۸۰) به منظور تعیین دبی موثر، دبی مقطع پر و مقایسه این دو نشان داد که دبی موثر برای بار کل در حوزه مورد مطالعه یک پدیده نسبتاً مکرر بوده است. در ایستگاه‌های مورد مطالعه در این تحقیق به طور متوسط دبی موثر برابر یا بیشتر از ۱۱ روز در دوره مورد مطالعه یا ۱/۵ روز در سال بود. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که برای آبراهه‌های مورد مطالعه دبی مقطع پر و دبی موثر تقریباً برابر بوده‌اند، بنابراین مطالعات مربوط به آبراهه‌های با دبی مقطع پر نشان می‌دهد که این آبراهه‌ها توسط دبی‌های موثر شکل گرفته‌اند و نسبت به آنها تنظیم شده‌اند (۳).

مطالعات بنسن و توماس^۲ (۱۹۶۶) در ایالات متحده آمریکا مبین آن است که دبی غالب به دست آمده در مورد بسیاری از رودخانه‌های مورد مطالعه خیلی کمتر از دبی مقطع پر است.

نتایج تحقیق پیک‌آپ و وارنر^۳ (۱۹۷۶) نشان می‌دهد که دبی غالب که به عنوان موثرترین دبی در ارتباط با حمل (انتقال) رسوبات معلق در نظر گرفته

^۱ - Andrews

^۲ - Benson & Thomas

^۳ - Pickup & Warner

مطالعه بار رسوبی سالیانه و کل مواد جامد محلول و معلق حمل شده در طی مدت مطالعه نشان داد که انتقال کل مواد محلول، ۱/۸۵ برابر انتقال کل مواد معلق است، که دلیل این نسبت، برداشت و حمل مواد محلول که یک فرایند مداوم است در مقایسه با حمل مواد معلق که کاملاً به صورت پراکنده و غیردائم صورت می‌گیرد می‌باشد. همچنین رابطه بین بار رسوبی تجمعی و دبی تجمعی بر این امر تاکید دارد که بین بار رسوبی و دبی در مورد مواد محلول نسبت به مواد معلق رابطه نزدیکتری وجود دارد. بررسی مقادیر دبی موثر در حمل بار رسوبی رودخانه مشخص کرد که برداشت مواد محلول عمدتاً توسط جریان‌هایی با دبی کمتر از نصف دبی مقطع پر انجام می‌گیرد و محدوده دبی‌های نزدیک به دبی با مقطع پر در مقایسه با دبی‌های حد، بیشتر رسوب معلق را حمل می‌کنند. در نهایت تاکید گردیده که دبی‌هایی با تکرار و حجم متوسط بشدت سیستم رودخانه‌ای مورد مطالعه را تحت تاثیر قرار می‌دهند.

نتایج مطالعات نش^۴ (۱۹۹۴) که با استفاده از تجزیه و تحلیل آمار ۵۵ رودخانه در آمریکا انجام گرفته، نشان می‌دهد که همبستگی ضعیفی بین زمان تناوب‌های مشاهده شده و پیش‌بینی شده برای دبی موثر وجود دارد که این امر نتیجه عدم توانایی تابع‌نمایی در برآورد مناسب میزان حمل رسوب با استفاده از دبی در برخی دبی‌های بالا یا دبی‌های حد عنوان گردیده است.

زمان تناوب (دبی موثر) مشاهده شده برای رودخانه‌های مورد مطالعه بسیار متغیر است و مقادیری از یک هفته تا چندین دهه را دربرمی‌گیرد. این تغییرات احتمالی نتیجه تفاوت زیاد دبی، رسوب، ویژگی‌های کانال و خصوصیات حوزه آبخیز رودخانه قلمداد شده است. در نهایت نتیجه‌گیری گردید که به دلیل این تغییرات حتی صحبت از کاربرد یک زمان تناوب فراگیر باید با احتیاط صورت گیرد (۸).

مطالعات اشمر و دی^۵ (۱۹۸۸) نشان داده است که دبی موثر برای آبراهه‌های مطالعه شده رویدادهای

شده، برای اکثر رودخانه‌های مورد مطالعه در منطقه طرح حدوداً ۱۰ برابر کوچکتر از دبی مقطع پر و ۲ تا ۱۲ برابر کوچکتر از سیلاب ۱/۵۸ ساله که به عنوان یک دبی مقطع پر متوسط پیشنهاد شده، می‌باشد. همچنین نتیجه‌گیری شده که این دبی که حدود ۳ تا ۵ بار در سال روی داده، اکثر بار بستر را منتقل کرده و تعیین خصوصیات بستر آبراهه‌ها و شکل آنها را موجب گردیده است (۱۰).

در تحقیقات نولن و همکاران^۱ (۱۹۸۷) دبی مقطع پر و بزرگی و تکرار دبی موثر جهت انتقال رسوبات معلق و ارتباط بین دبی مقطع پر و دبی موثر بررسی شد. نتایج نشان داد که اگرچه عمل انتقال و جابه‌جایی رسوبات اغلب در دبی‌هایی که بار معلق کمی دارند صورت گرفته، ولی رسوبات معلق بسیار زیادتری توسط دبی موثر انتقال یافته‌اند. براساس نتایج این تحقیق دبی موثر که به طورمتناوب روی داد، تکرار نسبتاً بالایی داشته است (۹).

در تحقیقی که توسط سایشینگابل^۲ (۱۹۹۹) به منظور تعیین نرخ حمل رسوب معلق و رابطه آن با دبی موثر براساس منحنی مدت دبی روزانه به عمل آمد، مشخص شد که طبقه دبی موثر دامنه تغییراتی از ۰/۰۳ تا ۱۶/۱ درصد دوره مورد مطالعه را شامل می‌شود، که به طور متوسط در ۸/۴ درصد از دوره مورد مطالعه اتفاق افتاده است. همچنین وی معادلاتی برای پیش‌بینی دبی موثر از روی دبی با مقطع پر و سطح زهکشی ارائه کرده است (۱۱).

در تحقیقات وب و والینگ^۳ (۱۹۸۲) در بریتانیا میزان رسوب معلق و محلول سالیانه، توزیع زمانی این رسوبات، مقایسه رواناب با میزان رسوب معلق و محلول سالیانه و نیز تعیین میزان دبی موثر برای مواد معلق و محلول مورد بررسی قرارگرفت. بررسی داده‌های مربوط به بار رسوبی در این مطالعه تغییرپذیری بیشتر بار معلق را نسبت به دبی در مقایسه با بار محلول نشان می‌دهد (۱۲).

^۱ - Nolan et al.

^۲ - Sichingable

^۳ - Webb & Walling

^۴ - Nash

^۵ - Ashmore & Day

جریان از میانگین این دسته از جریان‌ها فراتر رفته است.

موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز سد زاینده‌رود در قسمت شمال غربی حوزه آبخیز رودخانه زاینده‌رود در $2' 50^{\circ}$ تا $45' 50^{\circ}$ طول شرقی و $18' 32^{\circ}$ تا $12' 33^{\circ}$ عرض شمالی واقع گردیده است.

این حوزه از شمال به حوزه آبخیز رودخانه گلپایگان، از جنوب به حوزه آبخیز رودخانه کارون، از شرق به حوزه آبخیز رودخانه مرغاب و از غرب به حوزه آبخیز رودخانه دز محدود می‌شود. رودخانه زاینده‌رود از دامنه کوه‌های زاگرس جریان می‌یابد و مرتفع‌ترین نقطه آن مربوط به کوه کاربوش در جنوب غربی حوزه با ارتفاع ۳۹۷۴ متر و پست‌ترین نقطه آن مربوط به بستر رودخانه در محل سد با ارتفاع ۱۹۷۶ متر از سطح دریاست و ارتفاع متوسط حوزه برابر ۲۴۷۷ متر است.

از نظر ویژگی‌های هیدرولوژیکی، رودخانه‌های ورودی به دریاچه سد زاینده‌رود عبارتند از: شاخه اصلی زاینده‌رود، رودخانه پلاسجان و رودخانه سمندگان که تا قبل از احداث سد دو رودخانه مهم حوزه (شاخه اصلی زاینده‌رود و رودخانه پلاسجان) در ۲۰ کیلومتری محل فعلی سد در مجاورت دهکده بردشاه به هم پیوسته و رودخانه زاینده‌رود را تشکیل می‌دادند، ولی پس از احداث سد، شاخه اصلی زاینده‌رود که از کوه‌رنگ سرچشمه می‌گیرد، در قلعه شاهرخ به دریاچه سد می‌ریزد و شاخه پلاسجان هم قبل از روستای کمیتک وارد دریاچه سد می‌گردد.

منابع آبی شاخه اصلی زاینده‌رود را اغلب چشمه‌های بزرگ و کوچک متعدد تشکیل می‌دهند. این چشمه‌ها بیشتر در مسیر رودخانه اصلی زاینده‌رود که از کوه‌رنگ سرچشمه می‌گیرد، قرار گرفته‌اند و مقدار آب آنها بین $3/5$ تا 50 مترمکعب در ثانیه اندازه‌گیری و برآورد شده است. علاوه بر این، انحراف آب کارون علیا از طریق سد انحرافی و تونل‌های کوه‌رنگ به داخل زاینده‌رود موجب فزونی منابع آب این رودخانه از سال ۱۳۳۲ به این طرف گردیده است (شایان ذکر است که در بخش مربوط

با بزرگی متوسط را تشکیل می‌دهد است. میزان مدت دبی موثر در ایستگاه‌های مورد مطالعه بسیار متفاوت بوده و مقادیری کمتر از ۱ تا بیش از ۱۵ درصد (دوره جریان) را شامل گردیده است.

مواد و روش‌ها

ابتدا با استفاده از اعداد چند مورد (حدود ۳۰-۲۵) اندازه‌گیری دبی و رسوب همزمان که برای هر یک از ایستگاه‌های هیدرومتری و رسوب‌سنجی منطقه طرح در سال‌های مختلف صورت گرفته و موجود بود و نیز با استفاده از برقراری رابطه لگاریتمی دبی آب - دبی رسوب، برای هر سال آبی از دوره آماری موجود برای هر ایستگاه، یک منحنی سنج رسوب تهیه شد (۲ و ۷). پس از آن با توجه به آمار موجود ثبت‌شده اندازه‌گیر آب در تمامی روزهای سال در ایستگاه‌های منطقه طرح، میزان متوسط دبی روزانه برای همه روزهای هر یک از سال‌های دوره آماری محاسبه شد. در مرحله بعد با استفاده از این ارقام دبی و نیز منحنی سنج رسوب تشکیل شده، میزان رسوب معلق برای هر یک از مقادیر دبی متوسط روزانه در هر یک از سال‌های دوره آماری برای هر ایستگاه محاسبه شد. سپس میزان دبی در دوره آماری مربوط به هر ایستگاه به چند طبقه با فواصل مساوی تقسیم گردید. پس از آن در هر یک از این طبقات، فراوانی (تکرار) دبی و نیز میزان رسوب معلق تجمعی محاسبه شد. در مرحله بعد این ارقام برای هر ایستگاه به صورت یک هیستوگرام دبی رسوب معلق رسم گردید و با توجه به هیستوگرام به دست آمده برای هر ایستگاه، طبقه‌ای از دبی که بیشترین میزان بار معلق را در طول دوره آماری مربوطه حمل کرده، به عنوان دبی موثر انتخاب شد.

مدت مربوط به حدود بالا و پایین این طبقه از دبی با توجه به آمار مدت جریان محاسبه گردیده است. این مدت برای هر یک از حدود یاد شده درصد روزهای دارای جریان را نشان می‌دهد که میزان جریان از آن حد تجاوز کرده است. همچنین درصد مدت متوسط دبی موثر برای هر ایستگاه معرف درصد روزهای دارای جریان می‌باشد که میزان

درحجم پایین وقوع می‌یابند بیشتر است، لکن در طی یک دوره درازمدت، جریان‌های با حجم پایین که از فراوانی بالایی برخوردار بوده‌اند، در حمل و انتقال رسوبات معلق در آبراهه‌های مورد مطالعه تاثیر بیشتری داشته‌اند.

در مقایسه تحقیق حاضر و مطالعات مشابه انجام شده توسط اشمر و دی (۵)، به نظر می‌رسد دبی موثر در آبراهه‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر از تکرار و مدت بالاتری برخوردار است که با در نظر گرفتن نتایج به دست آمده بسیار منطقی به نظر می‌رسد، زیرا:

اولاً: همان‌گونه که در بررسی نتایج طرح دیده شد، در همه آبراهه‌های منطقه اجرای این تحقیق دبی موثر جهت انتقال رسوب معلق رویدادی با بزرگی پایین است، حال آنکه در مطالعات اشمر و دی (۵) این دبی برای آبراهه‌های مطالعه شده رویدادی با بزرگی متوسط را تشکیل می‌داده است. بدیهی است هرچه دبی موثر رویداد با بزرگی پایین‌تری باشد، اغلب به همان نسبت تکرار بیشتری خواهد داشت و در نتیجه از دوام بالاتری نیز برخوردار خواهد بود.

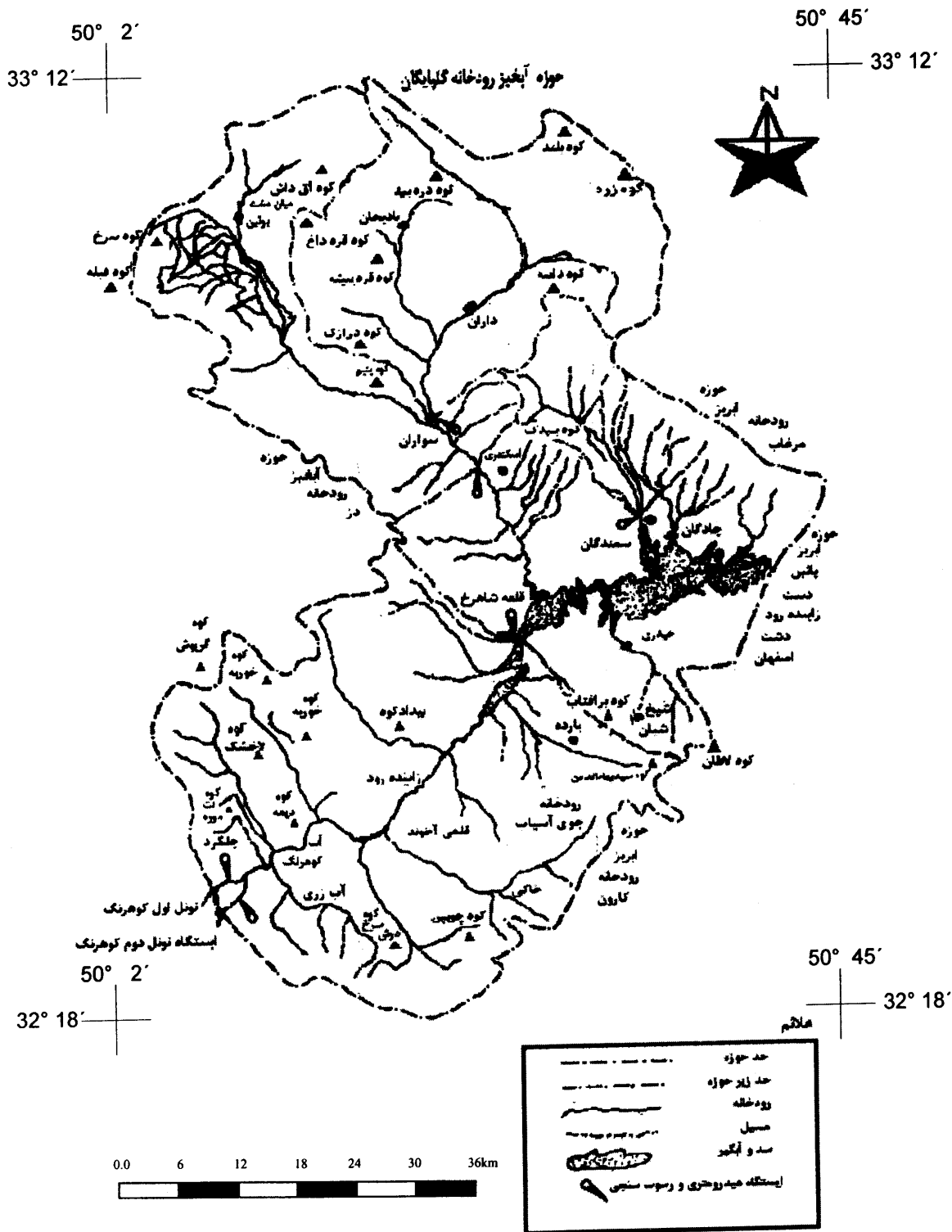
ثانیاً: مطالعه و بررسی‌های نگارنده در مورد مطالعات محققان فوق مبین آن است که فراوانی و مدت‌های پایین در تحقیق انجام شده توسط این محققان، مربوط به آن دسته از آبراهه‌هایی است که در آنها جریان حد یا جریانی تقریباً نزدیک به آن به عنوان دبی موثر شناخته شده است که در واقع با داشتن تکرار واحد یا تکراری در حدود آن، بیشترین مقدار بار رسوبی را در طی دوره آماری حمل نموده است. در این صورت دبی موثر از نظر مدت و نیز تکرار متوسط سالیانه در یک دوره چندین ساله دارای مقدار بسیار پایینی خواهد بود. مقایسه نتایج تحقیق اخیر با نتایج مطالعات انجام شده توسط بنسن و توماس (۶) و نیز نتایج حاصل از تحقیق حاضر این مطلب را بیشتر روشن می‌سازد. حالت اخیر در هیچ‌یک از آبراهه‌های مربوط به تحقیق حاضر مشاهده نشده است.

به محاسبه دبی و رسوب، مقادیر دبی و رسوب انحرافی از تونل‌های ۱ و ۲ کوهرنگ از مقادیر نظیر در ایستگاه‌های مربوطه کسر شده است. رودخانه پلاسجان از کوه‌های حدود گلپایگان سرچشمه می‌گیرد. با وجود اینکه این رودخانه در بخش‌های شمالی حوزه در جریان است و نسبتاً قسمت قابل توجهی از اراضی حوزه را زهکش می‌کند، سهم کمی از آب رودخانه زاینده‌رود را تشکیل می‌دهد. زیرحوزه مربوط به رودخانه سمنندگان در قسمت شرق حوزه آبخیز سد زاینده‌رود و در جنوب شرقی زیرحوزه پلاسجان واقع شده است. رودخانه سمنندگان پس از عبور از ایستگاه هیدرومتری و رسوب‌سنجی مندرجان به دریاچه سد می‌ریزد (۱). شکل ۱، حوزه آبخیز سد زاینده‌رود را به تفکیک هر زیرحوزه به همراه موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری و رسوب‌سنجی موجود در این زیرحوزه‌ها نشان می‌دهد.

نتایج

بررسی هیستوگرام‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه (شکل ۲)، نشان می‌دهد که دبی موثر جهت انتقال رسوب معلق برای همه آبراهه‌های مطالعه شده رویدادهای با بزرگی پایین است، که این امر تاکیدی است بر نظریات ولمن و میلر^۱ (۱۹۶۰) که توسط محققان دیگر نیز تایید شده است. براساس نظریه اخیر نسبت بالای انتقال رسوب با جریان‌های با حجم پایین و فراوانی بالا همراه است (۱۳). نتایج به دست آمده به‌طور صریح نظریه این محققان را مبنی بر اینکه در انتقال رسوب در یک دوره چندین ساله، تاثیر همه‌جانبه جریان‌های بزرگ کمتر از جریان‌های کوچک است، تایید می‌کند. به عبارت دیگر، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل هیستوگرام‌های فوق برای ایستگاه‌های مورد مطالعه به خوبی نشان داده است که اگرچه برای جریان‌هایی که از نظر بزرگی در حد بالایی اتفاق می‌افتند، در هر نوبت از وقوع میزان رسوب معلق حمل‌شده نسبت به جریان‌هایی که

^۱ - Wolman & Miller



شکل ۱- حوزه آبخیز سد زاینده رود به تفکیک هر زیرحوزه

اسکندری است. مطالعه طبقه موثر دبی در هیستوگرام مربوط به این ایستگاه‌ها مشخص می‌سازد که دبی موثر در آنها نسبتاً مکرر بوده و از نظر تکرار متوسط سالیانه این دبی در حدود ۳۰ درصد زمانی در آبراهه‌های مربوط به این ایستگاه‌ها اتفاق افتاده است (جدول ۱). حالت دوم این نمودارها مربوط به ایستگاه‌هایی است که مناطق دارای آبراهه‌های کوچک کوهپایه‌ای و تپه‌ای را دربرمی‌گیرند و حوزه‌های مربوط به آنها، حوزه‌های تقریباً کوچک فراز آب می‌باشند که دو ایستگاه سواران و مندرجان را شامل می‌گردد. بررسی طبقه موثر دبی در هیستوگرام مربوط به این ایستگاه‌ها نشان می‌دهد که دبی موثر در آنها از تکرار بالایی برخوردار بوده و به‌طور متوسط حدود ۸۰ درصد زمانی در آبراهه‌های مربوط به این ایستگاه‌ها اتفاق افتاده است. هیستوگرام این ایستگاه‌ها به صورتی است که در آنها میزان بار رسوبی جریان‌ها در سمت انتهایی بالایی دامنه دبی، تا حدودی افزایش چشمگیری داشته و حتی در مورد ایستگاه سواران جریان حد در طی دوره آماری مربوط به این ایستگاه، بار رسوبی بسیار نزدیک به دبی موثر را حمل نموده و سبب به‌وجود آمدن یک حداکثر ثانویه در قسمت انتهایی بالایی دامنه دبی، در هیستوگرام مربوط به این ایستگاه گردیده است. توجه به این مطلب گویای این واقعیت خواهد بود که در بعضی مواقع جریان حد به‌عنوان دبی موثر عمل خواهد کرد.

توجه به موقعیت و شرایط جریان و رسوب آبراهه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد بعضی از شرایطی که نقش آنها در افزایش فراوانی و مدت دبی موثر به اثبات رسیده است، در حوزه مورد مطالعه و در تحقیق حاضر نیز بی‌تاثیر نبوده‌اند، از جمله این عوامل می‌توان به بالا بودن غلظت رسوب معلق در دبی‌های پایین، اشمر و دی (۵)، اشاره کرد.

بررسی موقعیت حوزه آبخیز ایستگاه‌های سواران و مندرجان (شکل ۱) و نیز در نظر گرفتن دبی موثر به‌دست آمده برای این ایستگاه‌ها، نظریه اشمر و دی (۵) را، مبنی بر اینکه حوزه‌های فراز آب کوچک در مناطق کوهستانی و تپه‌ها، بیشتر تحت تاثیر جریان‌های مکرر با مدت دوام بالا قرار می‌گیرند، تایید می‌کند.

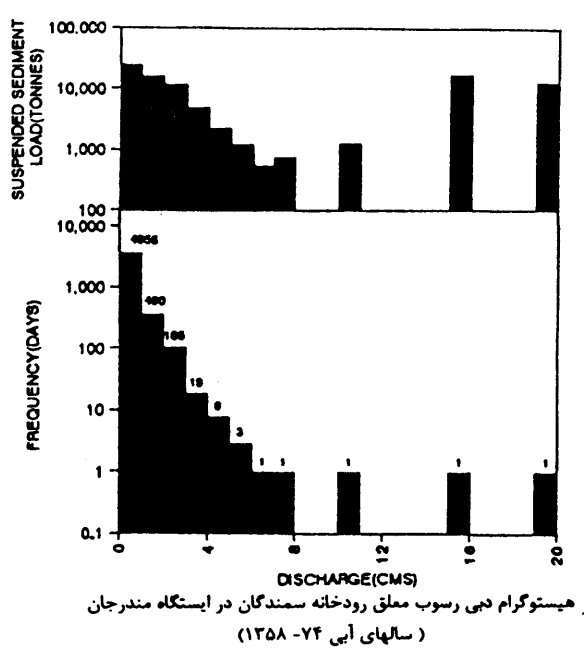
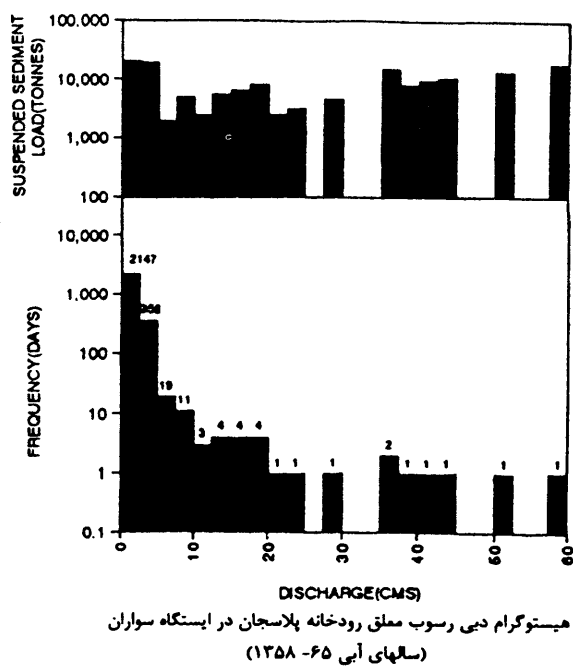
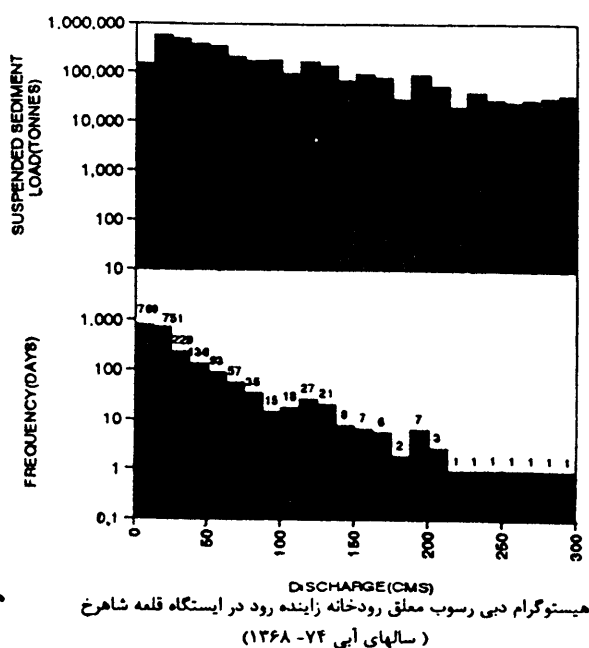
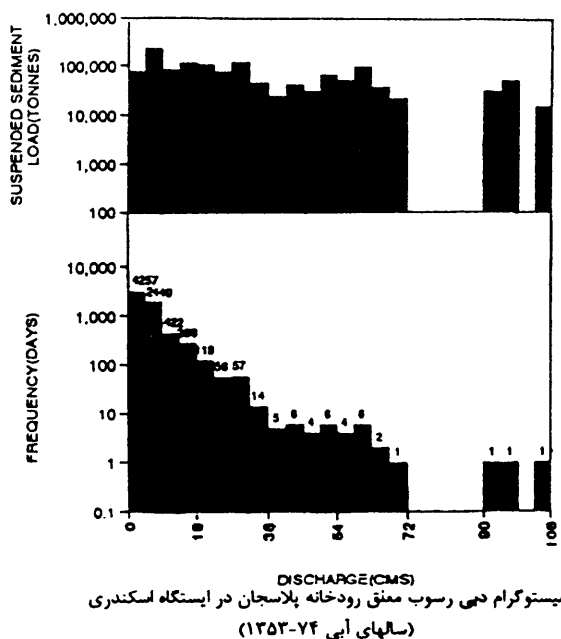
میزان مدت دبی موثر در ایستگاه‌های مورد مطالعه با هم متفاوت بوده و به‌طور متوسط از ۲۸/۶ تا ۵۰/۰۵ مدت جریان را شامل گردیده است.

بحث و نتیجه‌گیری

علی‌رغم محدود بودن آبراهه‌های دارای ایستگاه هیدرومتری و رسوب‌سنجی منطقه طرح، هیستوگرام‌های به‌دست آمده برای آبراهه‌های مناطق مختلف، متنوع است (شکل ۲) و از این حیث می‌توان دو حالت کلی برای آنها در نظر گرفت. اولین حالت مربوط به ایستگاه‌های واقع بر روی رودخانه‌های بزرگی است که از مناطق کوهستانی سرچشمه می‌گیرند که شامل دو ایستگاه قلعه شاهرخ و

جدول ۱- مساحت حوزه آبخیز، طول دوره آمار رسوب، دبی موثر و مدت دبی موثر برای ایستگاه‌های مورد مطالعه

درصد مدت متوسط	درصدمدت		طبقه موثر دبی (مترمکعب بر ثانیه)		دوره آماری	طول دوره آمار رسوب (سال)	مساحت حوزه آبریز (کیلومتر مربع)	ایستگاه	رودخانه
	حد پایین	حد بالا	حد پایین	حد بالا					
۴۷/۷۷	۳۰/۶۳	۶۴/۹	۲۵	۱۲/۵	۱۳۶۸-۷۴	۶	۱۴۴۰	قلعه شاهرخ	زاینده‌رود
۲۸/۶	۱۲/۶۹	۴۴/۵	۹	۴/۵	۱۳۵۳-۷۴	۲۱	۱۶۴۴	اسکندری	پلاسیان
۵۸/۰۵	۱۶/۱	۱۰۰	۲/۵	-	۱۳۵۸-۶۵	۷	۶۲۵	سواران	پلاسیان
۵۵/۷۴	۱۱/۴۸	۱۰۰	۱	-	۱۳۵۸-۷۴	۱۶	۲۳۱	مندرجان	سمندگان



شکل ۲- هستوگرام‌های دبی رسوب معلق ایستگاه‌های منطقه طرح

منابع

- ۱- اخباری، تقی، ۱۳۶۱. گزارش هیدرولوژی طرح جامع آبخیزداری سد زاینده‌رود، سرچنگلداری کل استان اصفهان.
- ۲- وزارت نیرو، معاونت امور بهره‌برداری و مدیریت منابع آب، دفتر بررسی‌های منابع آب‌های سطحی، ۱۳۷۰. دستورالعمل نمونه‌برداری و محاسبه مواد رسوبی معلق.
- 3-Andrews, E.D., 1980. Effective and bankfull discharges of streams in the Yampa River Basin, Colorado and Wyoming, *J.Hydrol.*, (46):311-330.
- 4-Ashmore, P.E., 1986. Suspended sediment transport in Rep. IWD-HQ-WRB-SS, Sed. Surv. Sect., Water Surve. Of Can., Water Resour. Branch, Inland Waters Directorate, Environment Canada, Ottawa, Ont., 9-86.
- 5-Ashmore, P.E.& T.J.Day, 1988. Effective discharge for suspended sediment transport in streams of the Saskatchewan River Basin, *Water Resour.*, (24): 864-870.
- 6-Benson, M.A. & D.M. Thomas, 1966. A definition of dominant discharge, *Bull. Int. Assoc. Sci. Hydrol.*, 76-80.
- 7-Ferguson, R.I., 1986. River loads underestimated by rating curves, *Water Resour. Res.*, (22): 24-76.
- 8-Nash, D.B., 1994. Effective sediment transporting discharge from magnitude-frequency analysis, *J. Geol.*, (102):79-95.
- 9-Nolan, K.M., T.E. Lisle, & H.M. Kelsey, 1987. Bankfull discharge and sediment transport in northwestern California, *Erosion and sedimentation in the Pacific Rim*, IAHS Pub., (165): 439-449.
- 10-Pickup, G.&R.F.Warner, 1976. Effects of hydrologic regime on magnitude and frequency of dominant discharge, *J.Hydrol.*, (29): 51-75.
- 11-Sichingable, H.M., 1999. Magnitude-frequency characteristics of effective discharge for suspended sediment transport, Fraser River, British Columbia, Canada, *Hydrological Processes*, 13(9):1361-1380.
- 12-Webb, B.W.& D.E. Walling, 1982. The magnitude and frequency characteristics of fluvial transport in a Devon Drainage Basin and some geomorphological implications, *Catena*, (9):9-23.
- 13-Wolman, M. G. & J.P.Miller, 1960. Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes, *Geol.*, (68):54-740.

The Study of Effective Discharge for Suspended Sediment Transport in Streams of the Zayandeh-rood Dam Basin

N. Esmaeili¹

M. Mahdavi²

Abstract

Effective discharge for suspended sediment was determined in Zayandeh-rood Dam Watershed stream using available discharge and suspended sediment records. During the record length of 6 to 21 years, the drainage area for these stream basins varied from 321 to 1,444 km². Effective discharge was determined using suspended sediment load and daily mean discharge obtained from each station for each water year of the period recorded. They were grouped in several classes in term of size and then plotted as histogram. The discharge increment with the largest cumulative load taken to be the effective discharge. The results showed that the magnitude of the effective discharges and their duration were different. It is apparent from these data that the effective discharge for suspended sediment transport might be in many cases low magnitude event. The duration of the effective discharge, which was calculated using flow period record, was different in various stations. The average values ranged from 28.5 to 58.05 percent.

Keywords: Effective discharge, Suspended sediment, Sediment transport, Basin, Zayandeh-rood Dam

¹ - Faculty member, Faculty of Agriculture, Shahrekord University

² -Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran