تعیین جریان غالب رودخانه دز

علی عصاره[۱*]، عباس گوبانی[۲]

۱) گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

۲) گروه مهندسی و مدیریت منابع آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

*نویسنده مسئول: ali_assareh_2003@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱۰ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۰۷**

چکیده

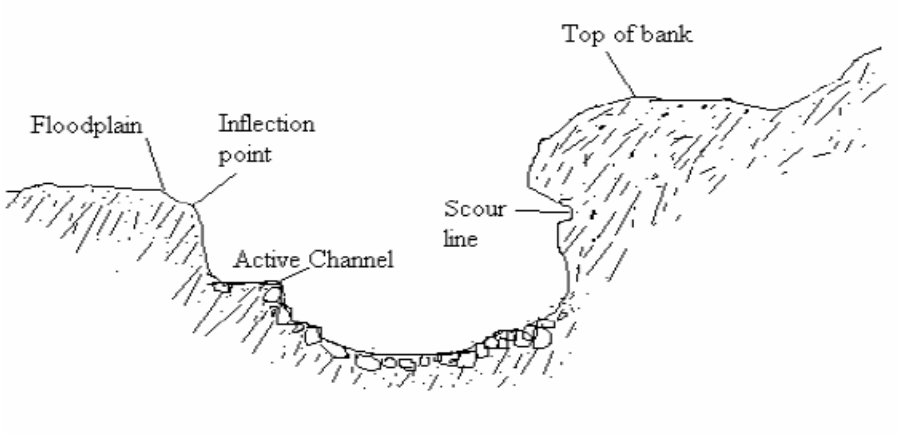
در مسایل مورفودینامیکی و ساماندهی رودخانه، از جریان غالب رودخانه که شکل دهنده آبراهه است؛ به عنوان دبی طراحی در مسایلی چون احیاء رودخانه استفاده می‌شود. داده‌های دبی متوسط روزانه، حداکثر پیک سالانه، دبی رسوب، دبی- اشل و پروفیل مقطع عرضی رودخانه در ایستگاه موردنظر در بازه زمانی۱۴۰۰-۱۳۸۲ از امور آب استان خوزستان تهیه گردید. نتایج تحقیق نشان داد دبی موثر در رودخانه دز ۲۴۶ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد. با توجه به اینکه مقدار توان رابطه دبی رسوب بزرگتر از یک به دست آمد؛ می‌توان نتیجه گرفت که بار رسوب معلق رودخانه دز زیاد بوده و رودخانه از نوع ماسه‌ای است. متوسط سالانه رسوب عبوری ۳۴۴۴۲۶/۴۸ تن در سال و دبی عبوری رسوب از ایستگاه دزفول ۱۰/۹۲ کیلوگرم بر ثانیه به دست آمد. رقوم مقطع پر ۹/۱۱ متر از کف رودخانه و دبی مقطع پر ۲۷۰۹/۴۴ متر مکعب بر ثانیه به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: جریان غالب، دبی موثر، دبی مقطع پر، دبی رسوب، دز.

مقدمه

هیأت بین دولتی تغییر اقلیم (IPCC) در گزارش خود (۲۰۱۳) بیان می‌نماید افزایش متوسط دمای جهان که ناشی از ادامه انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد، می‌تواند ناهنجاری‌هایی را در تمام متغیرهای سیستم آب و هوایی به‌وجود آورد. به عبارتی تغییرات دما و بارش می‌تواند موجب بسیاری از ناهنجاری‌ها در شرایط اقلیمی گردد (خوش‌اخلاق و همکاران، ۱۳۹۸). با توجه به حساسیت سیستم‌های هیدرولوژیکی به تغییرات پارامترهای اقلیمی، این سیستم‌ها تأثیرپذیری زیادی از این ناهنجاری‌ها دارند (قاسمی و موگهی، ۱۳۹۶). با توجه به اینکه اطلاع از تغییرات دبی رودخانه‌ها جهت برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر منابع آب لازم می‌باشد؛ در سال‌های اخیر مطالعات فراوانی باید درباره‌ی بررسی تغییرات ویژگی‌های هیدرولوژیکی جریان رودخانه‌ها صورت پذیرد. در مسایل مورفودینامیکی و ساماندهی رودخانه، از جریان غالب رودخانه که شکل دهنده آبراهه است؛ به عنوان دبی طراحی در مسایلی چون احیاء رودخانه استفاده می‌شود. اصولاً جریان غالب می‌تواند به روش صحرایی، جریان با یک دوره بازگشت معین و یا جریان موثر محاسبه شود. تعادل اشکال رودخانه‌ها متأثر از انرژی ناشی از جریان آب و مقاومت رسوبات در مقابل فرسایش است و جریان موثر هم جریانی است که بیش‌ترین رسوب را در طول دوره آماری انتقال می‌دهد (Inglis, 1941). هرگونه تغییر در مورفولوژی آبراهه نتیجه تغییرات محلی در رسوب است. وقتی رودخانه در تعادل و یا رژیم است، مورفولوژی مقطع پر خودش را نسبت به جریانی که باعث انتقال بیش‌ترین رسوب می‌شود تنظیم می‌کند. بطوری‌که طی دوره‌ای هیچ فرسایش و یا رسوب‌گذاری خاصی در طول آبراهه وجود نخواهد داشت، اما هرگونه تغییر در رژیم جریان و یا رسوب رودخانه مقدار این جریان را تغییر داده و منجر به ناپایداری در آبراهه خواهد شد. این ناپایداری در آبراهه تا رسیدن به شرایط جدید ادامه داشته و آبراهه برای رسیدن به تعادلی جدید لازم است که خود را با شرایط جدید وفق دهد (پاسبان و همکاران، ۱۳۹۶). بنابراین دبی غالب با یکی از ۳ تعریف، دبی موثر (Wolman and Miller, 1960)، دبی مقطع پر (Wolman and Leopold, 1957) و متوسط سیل سالانه تعریف می‌شود. دبی‌های کوچک با فراوانی زیاد در یک آبراهه بسیار زیاد اتفاق می‌افتد. اما این دبی‌ها فاقد قدرت لازم برای انتقال رسوب هستند. از طرفی دبی‌های خیلی بزرگ می‌توانند رسوبات خیلی زیادی را انتقال دهند؛ اما این دبی‌ها آنقدر به ندرت اتفاق می‌افتند که نمی‌توانند برای انتقال حجم زیادی از رسوب در یک دوره زمانی موثر باشند. بنابراین باید دبی‌های متوسطی وجود داشته باشند که هم دارای فراوانی و هم قدرت کافی باشند تا بتوانند رسوبات زیادی در طی یک مدت طولانی منتقل نمایند؛ که این دبی متوسط، همان جریان موثر است. جریان مقطع پر، حداکثر دبی است که یک آبراهه می‌تواند انتقال دهد بدون آنکه بر روی دشت سیلابی سرریز شود. این دبی بخاطر داشتن اهمیت مورفولوژیکی رودخانه تعریف می‌شود؛ زیرا نشان دهنده نقطه اتصال بین فرآیندهای تشکیل آبراهه و تشکیل دشت سیلابی می‌باشد. تنها روش برای تعیین دبی مقطع پر، تخمین و یا یافتن ارتفاع مقطع پر برای بازه‌ای از رودخانه بر اساس نشانه‌های موجود می‌باشد (West, 2007). بررسی منابع نشان می‌دهد نشانه‌های زیادی برای تشخیص ارتفاع مقطع پر مطرح

شده است؛ ولی هیچ‌یک نمی‌تواند کاربرد عمومی داشته باشد. (شکل ۲) پنج مورد نشانه برای تعیین دبی مقطع پر را نشان می‌دهد.

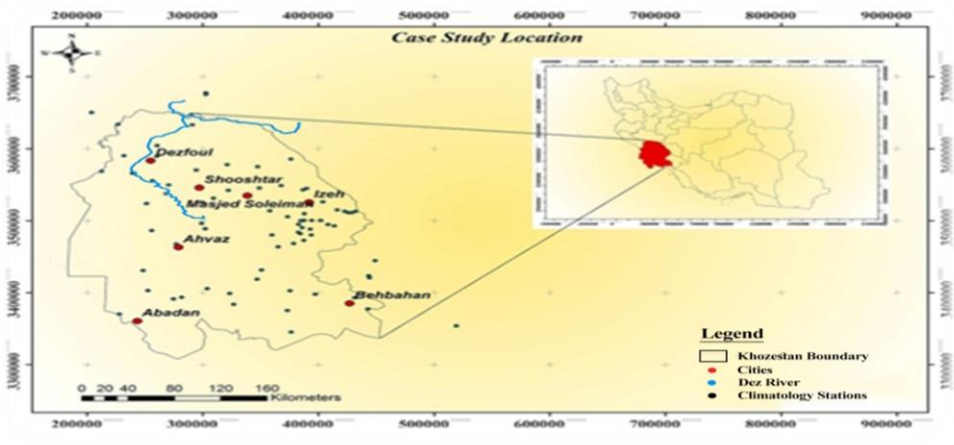


شکل۱: نشانه‌های تشخیص ارتفاع مقطع پر

پس از تشخیص ارتفاع مقطع پر، روش‌های زیادی برای محاسبه دبی مقطع پر وجود دارد که می‌توان به استفاده از منحنی دبی- اشل، استفاده از گراف‌های: دبی- مساحت، عرض سطح آب- مساحت، عمق هیدرولیکی- دبی، نسبت عرض به عمق- دبی و اشل- مساحت و همچنین استفاده از منحنی فراوانی وقوع جریان، استفاده از معادله مانینگ و روش پارکر برای رودخانه‌های شنی، اشاره نمود. به علت مشکلاتی که در تشخیص رقوم مقطع پر جریان وجود دارد، بسیاری از محققین دبی تشکیل دهنده آبراهه را به یک دبی با دوره بازگشت ویژه مرتبط دانسته‌اند. به‌طوری‌که دبی مقطع پر در آبراهه‌های پایدار در حدود دبی‌های با دوره بازگشت تقریبی یک تا ۲/۵ سال و سیلاب‌هایی با دوره بازگشت ۱/۵ سال است که یک شاخص متوسط در بسیاری از رودخانه‌ها می‌باشد. در سال‌های اخیر مطالعات فراوانی درباره‌ی بررسی تغییرات ویژگی‌های هیدرولوژیکی جریان رودخانه‌ها صورت گرفته است. Thodsen (۲۰۰۷) نشان داد که مقادیر دبی رودخانه‌های دانمارک طی سال‌های ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ از ماه دسامبر تا اگوست کاهش و در ماه‌های سپتامبر و اکتبر افزایش یافته است. قاسمی و موگهی (۱۳۹۶) با بررسی تغییرات دبی رودخانه‌های استان چهارمحال بختیاری بیان داشتند که در مقیاس فصلی و سالانه دبی در تمام ایستگاه‌ها دارای روند کاهشی می‌باشد. مقدار کاهش در مقیاس سالانه بین ۰/۸ مترمکعب بر ثانیه در ایستگاه گردبیشه تا ۱۷ مترمکعب بر ثانیه در ایستگاه بهشت آباد متغیر است. در مقیاس فصلی نیز نتایج حاکی از کاهش معنی‌دار دبی در تمام ایستگاه‌های مورد بررسی در فصل تابستان است؛ درحالی‌که در فصل زمستان به جز در دو ایستگاه سولگان و ده‌چشمه، در بقیه روند معنی‌داری مشاهده نشد. یوسف‌وند و همکاران (۱۳۸۶) جریان موثر، دبی مقطع پر و دبی سیلابی برای رودخانه نکارود را به ترتیب ۱۵، ۳۲۵/۸ و ۳/۶۷ مترمکعب بر ثانیه برآورد نمودند. این تحقیق با هدف تعیین جریان غالب رودخانه دز انجام شد.

مواد و روش‌ها

رودخانه دز در حوضه آبریز دز با مساحت ۲۱۷۲۰ کیلومتر مربع از ارتفاعات جنوب غربی اراک، بروجرد، الیگودرز و کوه‌های بختیاری سرچشمه گرفته و سهم عمده‌ای در تشکیل یکی از پرآب‌ترین رودخانه‌های ایران یعنی کارون دارد (شکل۲). حوضه آبریز رودخانه دز از لحاظ موقعیت جغرافیایی بین ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۷ دقیقه عرض شمالی محدود شده است. کیفیت آب رودخانه دز تا قبل از رسیدن به شهرستان دزفول در ایستگاه دزفول که در بالادست شهر دزفول قرار دارد از کیفیت بسیار خوبی برخوردار است، اما پس از ورود به شهر در اثر ورود فاضلاب‌های شمال شهر کیفیت آن مقداری کاهش می‌یابد. قسمت عمده‌ای از فاضلاب جنوب شهرستان دزفول و در نزدیکی پل پنجم این شهرستان با شدت جریان زیاد وارد رودخانه دز می‌شود و این قسمت از رودخانه را به دریاچه بزرگی از فاضلاب به همراه مواد روغنی و زباله تبدیل می‌کند که باعث کاهش شدید کیفیت آب رودخانه دز می‌شود.



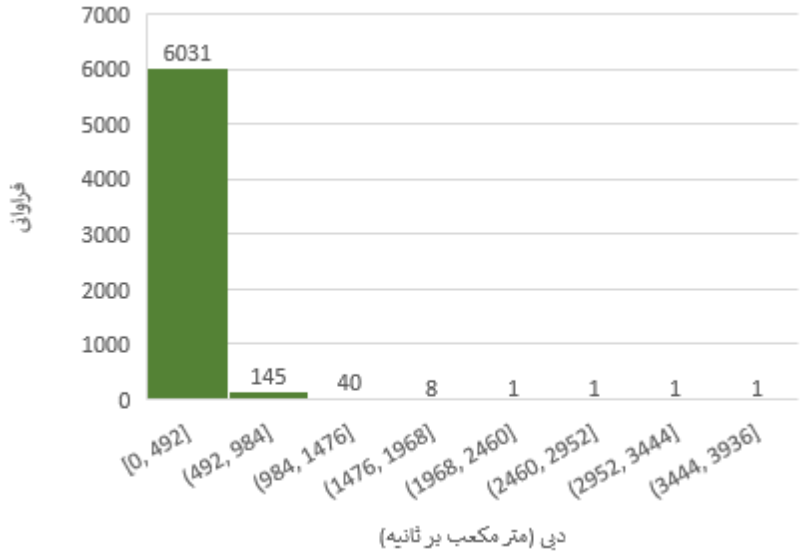
شکل ۲: موقعیت رودخانه دز در استان خوزستان

برای محاسبه جریان موثر، دبی مقطع پر و متوسط سیل سالیانه، ایستگاه دزفول در رودخانه دز انتخاب شد. داده‌های دبی متوسط روزانه، حداکثر پیک سالانه، دبی رسوب، دبی- اشل و پروفیل مقطع عرضی رودخانه در ایستگاه موردنظر در بازه زمانی ۱۴۰۰-۱۳۸۲ از امور آب استان خوزستان تهیه گردید. از آنجا که دبی موثر، دبی است که بیش‌ترین بار دبی رسوب را در یک دوره زمانی از سال حمل می‌کند، بنابراین با رسم منحنی دبی جریان- دبی رسوب و رسم هیستوگرام فراوانی دبی‌های روزانه با کلاس مشخص و ضرب عرض‌های دو منحنی در یکدیگر، منحنی دیگری به دست می‌آید که به ازائ هر دبی جریان، میزان رسوب انتقال یافته به‌وسیله آن را بدهد. در این حالت دبی نظیر ماگزیمم رسوب، به عنوان دبی موثر معرفی می‌شود (Copeland et al., 2005). با استفاده از نقشه‌برداری و بررسی منطقه و دشت سیلابی در ایستگاه دزفول، رقوم مقطع پر از کف رودخانه اندازه‌گیری شد. داده‌های دبی- اشل به دست آمده از ایستگاه هیدرومتری برای به دست آوردن منحنی دبی- اشل مورد استفاده قرار گرفت. برای محاسبه میانگین سیل سالیانه احتمال وقوع سیل و دوره بازگشت محاسبه شد. با رسم دبی در

مقابل دوره بازگشت، سیلاب‌های با دوره بازگشت ۲ سال و یا احتمال وقوع ۵۰ درصد به عنوان متوسط سیل سالانه منظور گردید.

نتایج و بحث

هیستوگرام فراوانی دبی‌های متوسط روزانه در (شکل ۳) نشان داده شده است. به این منظور از دبی‌های متوسط روزانه ۱۸ سال گذشته ایستگاه دزفول استفاده شد.



شکل۳: فراوانی وقوع دبی‌های روزانه در ایستگاه دزفول

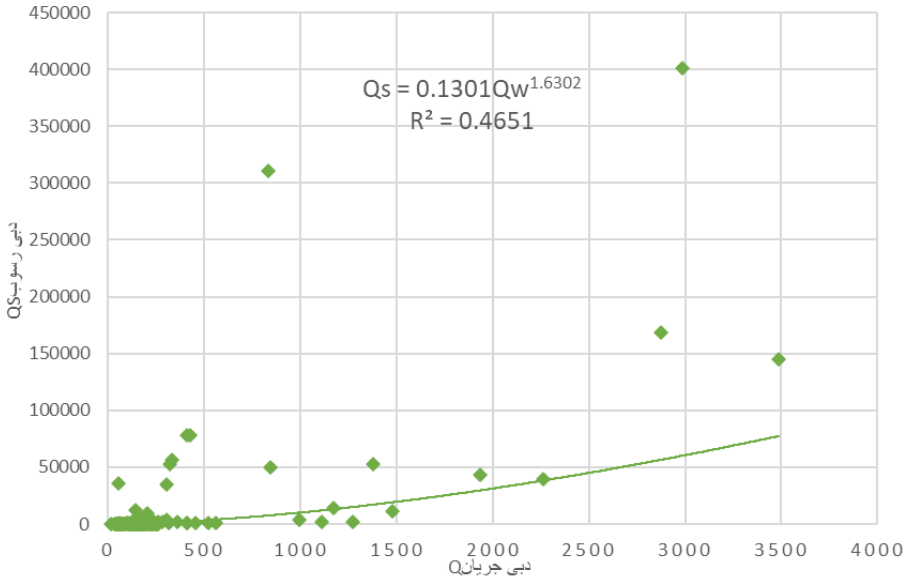
برای محاسبه رابطه بین دبی رسوب- دبی جریان، داده‌های اندازه‌گیری شده غلظت رسوب بر روی یک محور مختصات لگاریتمی رسم و سپس یک تابع توانی از آن برازش داده شد (شکل۴).

$$Qs = 0.1301 Qw^{1.6302}$$

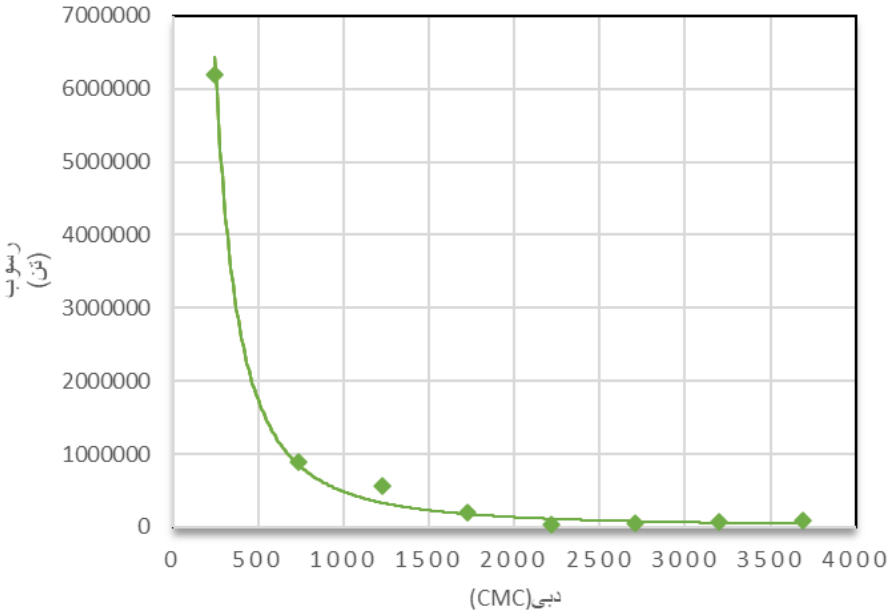
رابطه۱:

با توجه به اینکه مقدار توان رابطه دبی بزرگتر از یک می‌باشد؛ می‌توان نتیجه گرفت که بار رسوب معلق رودخانه دز زیاد بوده و رودخانه از نوع ماسه‌ای می‌باشد. پس از تعیین رابطه دبی- رسوب (رابطه ۱)، دبی‌های متوسط هر کلاس فراوانی را در رابطه (۱) قرار داده و دبی‌های رسوب متناظر با هر متوسط دبی با فراوانی مشخص محاسبه شد. با استفاده از مقدار دبی رسوب و فراوانی وقوع بر حسب روز، منحنی بار رسوب بر حسب تن نسبت به شاخص کلاس‌ها به دست آمد (شکل۵). منحنی مواد بار بستر باید یک توزیع پیوسته با یک پیک واحد را نشان دهد. اگر چنین باشد جریان موثر با متوسط دبی برای آن کلاس مطابقت دارد و دبی که حداکثر بار رسوب را در آن دوره زمانی از خود عبور می‌دهد جریان موثر خواهد بود. نتایج این تحقیق در (شکل ۵) نشان می‌دهد دبی موثر در رودخانه دز ۲۴۶ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد. چنانچه دبی رسوب را در فراوانی متناظر با آن دبی ضرب نماییم $\sum Qsf(Q)$ مقدار کل رسوب حمل شده در دوره آماری به دست می‌آید (۶۱۹۹۶۷۶/۶۲ تن). با تقسیم این مقدار

بر سال‌های آماری (۱۸ سال)، متوسط سالانه رسوب عبوری به دست می‌آید (۳۴۴۴۲۶/۴۸ تن در سال). به عبارتی دبی عبوری رسوب از ایستگاه دزفول ۱۰/۹۲ کیلوگرم بر ثانیه به دست می‌آید.



شکل۴: رابطه دبی جریان- دبی رسوب در ایستگاه دزفول

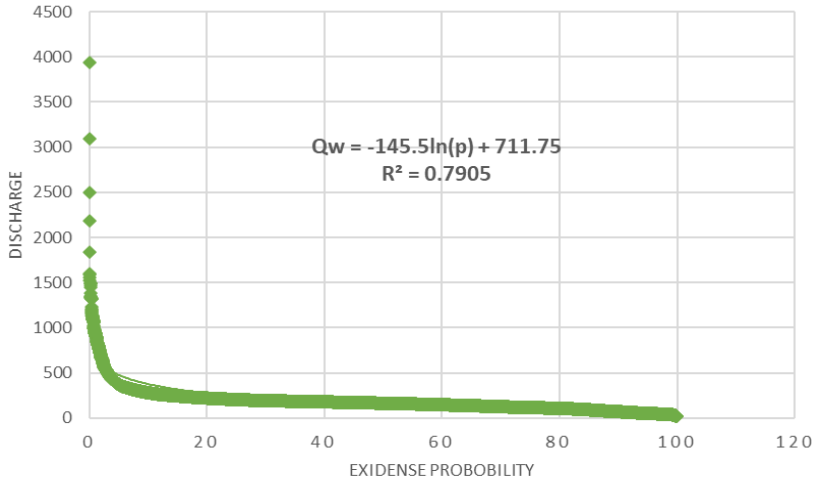


شکل۵: منحنی مواد بار بستر در ایستگاه دزفول

(شکل۶) رابطه دبی با احتمال وقوع در رودخانه دز را نشان می‌دهد. با قراردادن دبی موثر در این رابطه، مقدار احتمال وقوع دبی جریان موثر به دست می‌آید. سپس با استفاده از رابطه (۲) تعداد روزهای وقوع جریان موثر محاسبه می‌شود (جدول۱).

رابطه۲: $$n = \frac{p*365}{100}$$

که در آن: n، تعداد روز و p احتمال وقوع بر حسب درصد است.

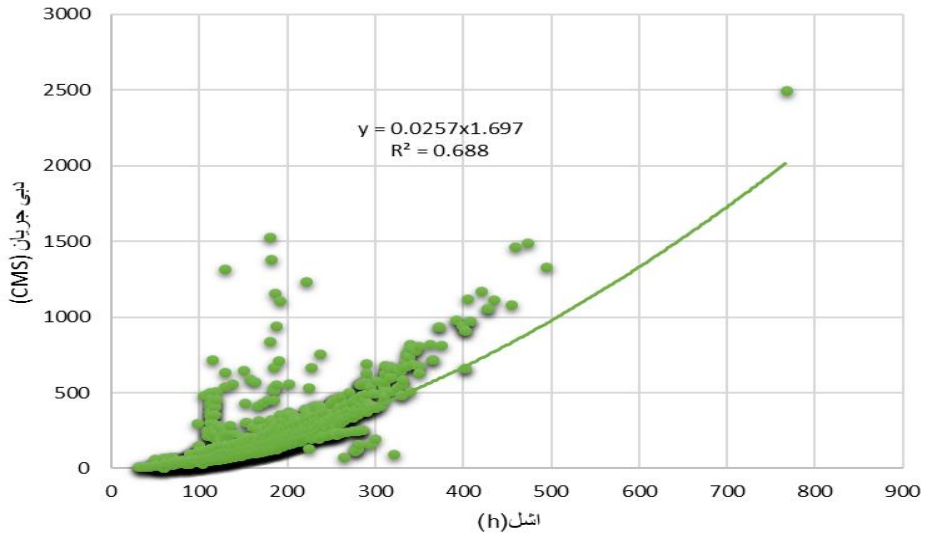


شکل۶: رابطه دبی و احتمال وقوع در ایستگاه هیدرومتری دزفول

جدول ۱: تعداد روزهای وقوع جریان موثر

ایستگاه	معادله دبی –احتمال وقوع	احتمال وقوع جریان موثر	تعداد روزهایی از سال که جریان موثر رخ می‌دهد
دزفول	Q = -145.5ln(p) + 711.75	۲۴/۵۵۷۸۳۵	۸۹/۶۳۶۰۹۵۹۵

با استفاده از نقشه‌برداری و بررسی منطقه و دشت سیلابی در ایستگاه دزفول رقوم مقطع پر ۹/۱۱ متر از کف رودخانه به دست آمد. داده‌های دبی–اشل به دست آمده از ایستگاه هیدرومتری دزفول برای به‌دست آوردن منحنی دبی- اشل مورد استفاده قرار گرفت. با محاسبه تابع توانی دبی در مقابل رقوم سطح جریان، دبی جریان سرریز به دست آمد (شکل۷). (جدول۲) خلاصه محاسبات دبی مقطع پر را نشان می‌دهد.



شکل۷: رابطه دبی- اشل

جدول ۲: محاسبات دبی مقطع پر

ایستگاه	معادله دبی -اشل	R^2	رقم مقطع پر	دبی مقطع پر (m^3/s)
دزفول	$Qw = 0.0257h^{1.697}$	۰/۶۸۸	۹/۱۱	۲۷۰۹/۴۴

نتیجه‌گیری

با مطالعه دبی‌های متوسط روزانه ۱۸سال گذشته ایستگاه دزفول، نتایج تحقیق نشان داد دبی موثر در رودخانه دز ۲۴۶ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد. با توجه به اینکه مقدار توان رابطه دبی رسوب بزرگتر از یک به دست آمد؛ می‌توان نتیجه گرفت که بار رسوب معلق رودخانه دز زیاد بوده و رودخانه از نوع ماسه‌ای است. متوسط سالانه رسوب عبوری ۴۸/ ۳۴۴۴۲۶ تن در سال و دبی عبوری رسوب از ایستگاه دزفول ۱۰/۹۲ کیلوگرم بر ثانیه به دست آمد. رقوم مقطع پر ۹/۱۱ متر از کف رودخانه و دبی مقطع پر ۲۷۰۹/۴۴ متر مکعب بر ثانیه به دست آمد.

منابع

پاســـبان، ع.، خدابخش، س.، غریب رضـــا، م. ر.، ملکی، م. و رفیعی، ب. (۱۳۹۶). برآورد و واکاوی رولناب و انتقال رسوب و تاثیر آن بر سیستم رسوبی رودخانه‌های الموت و شاهرود (شمال استان قزوین). دوفصلنامه رسوب‌شناسی کاربردی، دوره۵، شماره۹، ص ۱۱۵-۹۹.

خوش‌اخلاق، ف.، احمدی، ن. و کریمی احمدآبادی، م. (۱۳۹۸). واکاوی همدید اثر گرمایش جهانی بر روند دمای ترازهای جوّی در ایران. مجله اطلاعات جغرافیایی، دوره ۲۸، جلد ۱۰۹، ص ۲۲۲-۲۱۱.

قاســـمی، ا. ر. و موگهی، م. (۱۳۹۶). بررســـی تغییرات دبی رودخانه‌های اســـتان چهارمحال و بختیاری. مجله اطلاعات جغرافیایی، دوره ۲۶، جلد ۱۰۲، ص ۱۷۳-۱۶۳.

یوسف‌وند، ف.، باقری، ع. و توانا، م. ه. (۱۳۸۶). بررسی دبی موثر انتقال رسوب در رودخانه نکارود- مازندران. چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران مدیریت حوزه‌های آبخیز، دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، ۲-۱ اسفند ۱۳۸۶، کرج، ایران.

Copeland, R., Soar, P. and Thorne, C. (2005). Channel-forming discharge and hydraulic geometry width predictors in meandering Sandbed Rivers. Proceeding of World Water and Environmental Resources Congress: Impacts of Global Change CD-ROM, ASCE, Reston, Va.

Inglis, C.C. (1941). Meandering of Rivers. Central Board of Irrigation (India), 24, pp: 98-99.

IPCC. (2013). Climate Change, Working Group I, the Physical Science Basis. United Nations Environment Program (UNEP) and World Meteorological Organization (WMO).

Thodsen H. (2007). The influence of climate change on stream flow in Danish Rivers. Journal of Hydrology, 333 (2-4), pp: 226-238.

Wolman, M.G. and Leopold, L.B. (1957). River Floodplains: Some observations on their formation. US Geological Survey, Professional paper, 282-C, Washington DC.

West, T. S. (2007). Relationships of Dominant Discharge and Channel Form to Select Watershed Characteristics in Snowmelt Dominated Streams. M.S. thesis, Department of Civil and Architectural Engineering, Laramie, Wyoming, USA.

Wolman, M.G. and Miller, J.P. (1960). Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes. Journal of Geology, 68 (1), pp: 54-74.

Determining the dominant flow of Dez river

Ali Asareh[1*] and Abas Goubani [2]

1). Department of Water Sciences and Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

2) Department of Water resources Engineering and management, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

***Correspondence author:** ali_assareh_2003@yahoo.com

Received Data: 2023. 03. 01 **Accepted Data: 2023. 05.28**

Abstract

In the morphodynamical issues and organization of the river, from the dominant flow of the river that forms the waterway; It is used as a design discharge in issues such as river restoration. The data of average daily flow, maximum annual peak, sediment flow, Eshel- Discharge and cross-section profile of the river in the target station in the period of 2012-2021were prepared from Khuzestan Province Water Affairs. The results of the research showed that the effective discharge in Dez river is 246 cubic meters per second. Considering that the power value of the relation of sediment discharge was greater than one; It can be concluded that the suspended sediment load of Dez river is high and the river is sandy. The average annual passing sediment was 344426.48 tons per year and the sediment passing rate from Dezful station was 10.92 kg/s. The number of the full section was 9.11 meters from the river bottom and the discharge of the full section was 2709.44 cubic meters per second.

Keywords: Dominant flow, effective flow rate, full section flow rate, sediment flow rate, Dez.