تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال یکم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۴
Volume 1, No. 1, Spring 2005(IR - WRR)
۱۰۱-۱۰۳

گزارش فنی

تهیه معادلات سنجه رسوب در شاخه‌های بالارونده و پایین رونده آبنگار با استفاده از مفهوم رگرسیون

سید حمید رضا صادقی[۱]

چکیده

عدم وجود اطلاعات کافی در خصوص چگونگی توزیع رسوب ناشی از هر رگبار در حوزه‌های آبخیز از عمده مشکلات مطالعات پروژه‌های حفاظت آب و خاک است. تاکنون ارتباط بین دبی آب و دبی رسوب با استفاده از معادلات توانی و صرفنظر از موقعیت دبی مورد مطالعه در شاخه بالارونده و پایین رونده آبنگار صورت پذیرفته است. در تحقیق حاضر، مفهوم رگرسیون برای تهیه دو معادله جداگانه سنجه رسوب برای شاخه‌های بالارونده و پایین رونده آبنگار در حوزه آبخیز امامه و زرین درخت ارائه و کارآیی آن مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج بررسی موید توانایی مفهوم رگرسیون در تهیه دو معادله جداگانه برای شاخه‌های بالارونده و پایین رونده آبنگار در حوزه‌های مورد مطالعه بوده است.

واژه های کلیدی: آبنگار، منحنی رسوب، سنجه رسوب، تجزیه و تحلیل رگرسیونی،

[۱]استادیار و مدیر گروه مهندسی آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ما: ند ا.

Development of Sediment Rating Curve Equations for Rising and Falling Limbs of Hydrograph Using Regression Concept

S.H.R. Sadeghi[1]

Abstract

Insufficient information regarding the distribution of sediment yield during a storm is one of the old problems in soil and water conservation projects. Untill now, the relationship between sediment and water discharge has only been investigated using the power equations and the position of samples have not been taken into account. In this paper, the concept of regression model was implemented to find out two separate equations defining the relationships between sediment yield and water discharge in two important segments of hydrograph namely, rising and falling limbs. The results revealed that the application of regression model is a suitable technique for the watershed is of Amameh and Zarrin Derakht in the study area.

Keywords: Hydrograph, Sediment Graph, Sediment Rating Curve, Reqression Analysis Amameh and Zarrin Derakht, watersheds.

1-Head and Assistant Professor , Department of Watershed Management Engineering, College of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modarres Univ., Noor, Iran E-mail: sadeghi@ modares.ut.i

۱- مقدمه

تخمین دقیق میزان رسوب تولیدی در هر رگبار مستلزم داشتن تعداد کافی نمونه‌گیری طول هر واقعه و یا منحنی کامل رسوب است، در حالی که در بسیاری از اوقات تنها چند نمونه رسوب طی هر رگبار برداشت و مقدار رسوب برآورد گردیده است. از طرفی هم اندازه‌گیری صحرایی رسوب نیز مستلزم صرف انرژی و ضمنا پر هزینه است که بعضا انجام آن را غیرممکن می سازد. به همین دلیل تهیه روش مناسب کاربرد در مناطق فاقد آمار کافی حائز اهمیت فوق‌العاده بوده و ارزش عملی زیادی از دیدگاه حفظ انرژی و سرمایه را به دنبال دارد. طبق منابع موجود، استفاده از این روش در خارج از کشور تاکنون در دستیابی به هدف مذکور به وضوح گزارش نشده و اطلاعات درباره تهیه مقادیر رسوب لحظه ای و همچنین تفاوت در تولید رسوب در زمانهای مختلف عموما به صورت محدود و کیفی اظهار شده اند Walling and Webb, (1982) و Gracia (1996). در خصوص استفاده از رگرسیون در تهیه مقادیر رسوب لحظه ای طی سیلابها در ایران می توان به تحقیق انجام شده توسط توفیقی (۱۳۸۱) در حوزه آبخیز زرین درخت (خانمیرزا) در استان چهارمحال و بختیاری اشاره کرد که بر توانایی استفاده از رگرسیون در تفکیک داده‌های رسوب در شاخه‌های بالارونده و پایین رونده آبنگار دلالت دارد. بنابراین ارائه روش و یا روشهایی که با استفاده از آنها بتوان با کمک مختصات آبنگارهای موجود، که به سادگی قابل تهیه است، برآورد دقیقی از رسوب ناشی شده طی رگبار مشابه را داشت بسیار کاربردی، حائز اهمیت و سریع خواهد بود.

۲- روش کار

مجموعه داده‌های رواناب و رسوب معلق مربوط به ایستگاه کمرخانی واقع در خروجی حوزه آبخیز معرف امامه با مساحت ۳۷۱۲ هکتار در حوزه سد لتیان به تعداد ۲۹۱ مورد در طول دوره آماری ۱۳۴۹-۱۳۷۶ جمع‌آوری و به منظور تجزیه و تحلیل استفاده شد. (Sadeghi,2000). حوزه مذکور در دامنه ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۳۸۶۸ متر از سطح دریا قرار داشته و دارای شیب متوسط۲۸/۵درصد است. مقدار متوسط بارندگی منطقه ۸۴۸/۴ میلیمتر در سال است. مقدار دبی حداقل و حداکثر حوزه مطالعاتی در دوره آماری مشابه به ترتیب ۰/۰۱ و ۲۱/۲ مترمکعب بر ثانیه گزارش شده و مقدار متوسط درازمدت تولید رسوب آن در دوره مذکور ۰/۵۳۷ تن در هکتار در سال است (صادقی، ۱۳۷۲). همچنین داده‌های همزمان دبی و رسوب هفت رگبار منفرد در فصل‌های پائیز و زمستان۱۳۸۰ با فاصله زمانی یک ساعته و مجموعاً به تعداد ۸۰ عدد در حوزهٔ آبخیز زرین درخت با مساحت حدود ۳۹۵۰۰۰ هکتار، یکی از سرشاخه های رودخانهٔ کارون، برداشت و برای استفاده در تحقیق حاضر مورد استفاده قرار گرفت. حوزهٔ آبخیز زرین درخت با شیب متوسط ۱۹/۵درصد، در جنوب شرقی استان چهارمحال و بختیاری واقع شده و دارای زمان تمرکز حدود ۹ ساعت بوده و طول آبراهه اصلی آن۴۰ کیلومتر است. بارندگی حوزه بین ۵۰۰ تا ۷۵۰ میلیمتر، اقلیم منطقه مورد مطالعه بر اساس روش گوسن مدیترانه ای گرم و خشک، عمده کاربری اراضی آن زراعت، مرتع و جنگل و خاکهای موجود درمنطقه اغلب با بافت سنگین گزارش شده اند (توفیقی، ۱۳۸۱).

روش استفاده از مفهوم رگرسیون بر اساس جداسازی (تفکیک) مجموعه داده‌ها با استفاده از خط رگرسیون برازش داده شده، مبتنی است. برای استفاده از روش مفهوم رگرسیون، در ابتدا منحنی سنجه رسوب با استفاده از کلیهٔ متغیرهای وابسته مورد بررسی (رسوب)و مستقل(دبی آب) منطقه ترسیم و روابط مختلف رگرسیونی شامل خطی، نمایی، پلی نومینال و توانی به آنها برازش داده شد(صادقی، ۱۳۸۰). پس از بدست آوردن معادله برای هر نقطه مشخص از دبی آب مقدار متناظر غلظت رسوب با استفاده از معادله محاسبه و با مقدار مشاهده ای مقایسه شد. از آنجایی که خط رگرسیون به عنوان تخمین میانگین از داده‌هاست، از این رو و در شرایط نسبتا ثابت حوزه آبخیز، نقاطی که در پایین این خط قرار گرفته‌اند مربوط به شاخه پایین رونده(پس از اوج تا خشکیدگی)بوده در حالی که نقاط واقع دربالای خط رگرسیون بیان کننده شاخه بالارونده (از آغاز سیلاب تا اوج) آبنگار خواهند بود.

پس از این مرحله مجموعه نقاط به دو دسته تقسیم و معادلات جداگانه‌ای برای هر کدام از زیر مجموعه داده‌ها تهیه شده که نمایانگر ارتباط بین داده‌های دبی آب و رسوب در دو ناحیه اصلی آبنگار است.

۳- نتایج و بحث

از بررسیهای به عمل آمده بر روی مجموعه داده‌های رواناب و رسوب مربوط به ایستگاه کمرخانی واقع در خروجی حوزه آبخیز معرف امامه نشان داد که از میان همه شکل‌های معادله، رابطه توانی زیر با داشتن بالاترین ضریب همبستگی، بهترین سازگاری را با مجموعه نقاط ارائه کرده است

$$Q_s = 7.18 Q_w^{1/8781} \qquad (r=0.85) \qquad (1)$$

که در آن Q_s دبی رسوبات معلق بر حسب تن بر روز و Q_w دبی آب به مترمکعب بر ثانیه است. به منظور به دست آوردن دقیق‌ترین رابطه با بالاترین ضریب همبستگی ,کلیه داده‌های موجود برحسب مقادیر مختلف دبی، ماه، فصل و سالهای جداگانه تقسیم‌بندی شد و در نهایت ضریب همبستگی در کلیه آنها از ۷۲ درصد تجاوز نکرد در حالی که طبقه‌بندی آنها به دو صورت سالهای ۱۳۵۹-۱۳۷۷و همه دوره یعنی ۱۳۴۹-۱۳۷۷ و برقراری ارتباط بین داده‌های مربوطه موجب به دست آمدن ضریب همبستگی ۸۵ درصد درهر مورد شده که با توجه به معیارارائه شده توسط Snedecor and Cochran(1989) درسطح ۵ درصد کاملا معنی‌دار هستند.

پس از آنالیز و مقایسه های آماری جفت داده‌های بدست آمده در مرحله برداشت داده‌های صحرایی در حوزه آبخیز زرین درخت، بهترین برازش دربین داده‌های دبی و رسوب توسط رابطهٔ توانی زیر با ضریب همبستگی ۷۴ درصد

جدول ۱ معادلات سنجه رسوب برای هر یک از شاخه‌های بالا رونده و پایین رونده آبنگار در حوزه های آبخیز امامه و زرین درخت

حوزه آبخیز	معادله سنجه رسوب درشاخه بالارونداَبنگار	شماره رابطه	ضریب همبستگی	معادله سنجه رسوب در شاخه پایین رونده آبنگار	شماره رابطه	ضریب همبستگی
امامه	$Q_s = 16.41\ Q_w^{1.84}$	(۳)	٪۹۴	$Q_s = 2.84\ Q_w^{2.05}$	(۴)	٪۹۴
زرین درخت	$Q_s = 4.96\ Q_w^{0.47}$	(۵)	٪۷۸	$Q_s = 1.45\ Q_w^{0.50}$	(۶)	٪۹۳

که در آن Q_s غلظت رسوبات معلق بر حسب گرم بر لیتر و Q_w دبی آب به مترمکعب بر ثانیه بدست آمد:

$$Q_s = 2.57 Q_w^{0.98} \quad (r=0.74) \quad (۲)$$

به منظور استفاده از مفهوم رگرسیون در جداسازی داده‌ها، مقادیر دبی رسوب با استفاده از رابطه ۱ و ۲ برای هر مقدار از دبی آب تخمینی و سپس مقادیر به دست آمده با مقادیر مشاهده‌ای متناظر آنها مقایسه شد. اگر مقادیر تخمینی دبی رسوب کوچکتر از مقادیر مشاهده‌ای آنها بود، نقطه مربوطه به شاخه بالارونده و در صورتی که مقدار رسوب تخمینی از مشاهده‌ای بیشتر بود به شاخه پایین رونده آبنگار نسبت داده شد. بدین ترتیب کل داده‌ها به دو دسته تقسیم و سرانجام معادلات زیر جدول(۱) برای هر یک از شاخه‌های بالا رونده و پایین رونده آبنگار درحوزه های مورد بررسی تهیه شد.

همانگونه که در جدول(۱) مشاهده می شود ضرایب همبستگی معادلات تفکیکی در هر یک از حوزه های آبخیز مورد بررسی از ضرایب همبستگی معادلات ۱ و ۲ بیشتر بوده است. به نحوی که در رابطه با حوزه آبخیز امامه این مقدار از ۸۵ درصد به ۹۴درصد افزایش پیدا کرده و در حوزه آبخیز زرین درخت، ضریب همبستگی از ۷۴درصد در معادله ۲ به ۷۸درصد و ۹۳ درصد به ترتیب در شاخه‌های بالارونده و پایین رونده آبنگار(معادلات ۵ و ۶) فزونی یافته است. به منظور کنترل کارآیی کاربرد رگرسیون در تهیه معادلات سنجه رسوب در شاخه بالارونده و پایین رونده آبنگار، داده‌های مربوط به ایستگاه زرین درخت با توجه به زمان نمونه برداری و در مطابقت با موقعیت قرارگیری آن در آبنگار نیز صورت پذیرفت. نتایج بدست آمده دلالت بر تطابق معادلات بدست آمده طی استفاده از مفهوم رگرسیون با خطای تخمین کمتر از ۵۰ و ۲۵درصد به ترتیب در دو قسمت شاخه بالارونده و پایین رونده آبنگار دارد. اختلاف آشکار مشاهده شده در معادلات بدست آمده مربوط به دو قسمت اصلی آبنگار، موید تفاوتهای موجود در فرآیند تولید رسوب در حوزه‌های آبخیز است که با نظر Walling and Webb (1982) مبنی بر تاثیرپذیری میزان تولید رسوب بر اساس موجودیت آن در حوزه های آبخیز مطابقت دارد. به منظور کنترل کارآیی کاربرد رگرسیون در تهیه معادلات سنجه رسوب در شاخه بالارونده و پایین رونده آبنگار، داده‌های مربوط به ایستگاه زرین درخت با توجه به زمان نمونه برداری و در مطابقت با موقعیت قرارگیری آن در آبنگار نیز صورت پذیرفت. نتایج بدست آمده دلالت بر تطابق معادلات بدست آمده طی استفاده از مفهوم رگرسیون با خطای تخمین کمتر از ۵۰ و ۲۵ درصد به ترتیب در دو قسمت شاخه بالارونده و پایین رونده آبنگار دارد. اختلاف آشکار مشاهده شده در معادلات بدست آمده مربوط به دو قسمت اصلی آبنگار، موید تفاوتهای موجود در فرآیند تولید رسوب در حوزه های آبخیز است که با نظر Walling and Webb (1982) مبنی بر تاثیرپذیری میزان تولید رسوب بر اساس موجودیت آن در حوزه‌های آبخیز مطابقت دارد.

۴- نتیجه‌گیری

از مجموع روشهای ممکن برای دستیابی به مقدار رسوب خروجی از حوزه های آبخیز، استفاده از داده‌های دبی آب به واسطه موجودیت بیشتر و دقت قابل قبول معمول است. با توجه به نتایج بدست آمده طی این تحقیق اینگونه استنباط می شود که استفاده از مفهوم رگرسیون جهت ایجاد ارتباط بین مقادیر رسوب و دبی آب در شکل معادلات سنجه رسوب به تفکیک برای شاخه‌های بالارونده و پایین رونده آبنگار، برای تکمیل اطلاعات رسوب جمع‌آوری شده طی رگبارهای مطالعاتی مناسب است اگرچه ارزیابی کارآیی آن در حوزه های آبخیز دیگر کشور نیز توصیه می شود.

۵- مراجع

توفیقی، ب.، ۱۳۸۱. تهیه مدل تغییرات زمانی رسوب در حوزه آبخیز زرین درخت در استان چهارمحال و بختیاری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس. ۹۲ص.

صادقی،س.ح. ر.، ۱۳۷۲. بررسی دقت و کارآیی مدل کامپیوتری SEDIMOT-II در برآورد سیلاب و رسوب، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس. ۳۲۰ص.

صادقی، س.ح. ر.، ۱۳۸۰. معرفی دو مدل برای تهیه منحنی سنجه رسوب در شاخه صعودی و نزولی هیدروگراف. همایش ملی مدیریت اراضی، فرسایش خاک و توسعه پایدار، اراک ۲-۴ بهمن ۱۳۸۰.

Gracia-Sanchez,J.,(1996), Genaration of synethic sedimentgraph. Hyddologyical processes (10): 1181-1191

Sadeghi, S. H. R. (2000), Some aspects of spatial and temporal distribution and development of prediction models of watershed sediment yield, Ph.D.Dissertation, G.B. Pant University, India.

Snedecor, G. W. and Cochran, W. G., (1989), Statistical methods. The Iowa State University Press 8th edition, USA.

Walling, D.E. and B.W.Webb, (1982), Sediment availability and the prediction of storm-period sediment yields,the Proceedings of the Exeter Symposium, IAHS Publications: 327-337.