

تحلیل فراوانی جریانهای حداقل (Low flow) در حوزه آبخیز گیلوان به منظور مدیریت کیفیت آب شرب و کشاورزی منطقه

اسماعیل دودانگه، سعید سلطانی کویائی، علی سرحدی

دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

خشکسالی یکی از بلاایای طبیعی است که در هر اقلیمی احتمال وقوع آن وجود دارد. خشکسالی انواع مختلفی دارد که در این مطالعه به بررسی جریان کم (جریان حداقل) بعنوان یک شاخص خشکسالی هیدرولوژیک در حوزه آبخیز گیلوان که یکی از مراکز مهم کشاورزی و تولید برنج است پرداخته شده است. برای این منظور پس از بررسی صحت داده‌ها، متوسط جریان ۷ روزه در هر سال آبی برای این منطقه مورد محاسبه قرار گرفت و سپس با استفاده از برنامه Hyfa تحلیل فراوانی مقادیر جریان کم در منطقه صورت گرفت و پس از برازش توابع احتمالاتی مختلف به داده‌های مذکور با استفاده از روش گشتاورها و حداکثر درستنمایی تابع گاما به عنوان مناسبترین توزیع انتخاب شد و در انتها مقادیر جریان حداقل با دوره‌های بازگشت مختلف برای این منطقه مورد محاسبه قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: شاخص جریان کم، توابع احتمالاتی، حداکثر درستنمایی، گیلوان

مقدمه

در چند دهه اخیر افزایش تقاضای آب بدلیل افزایش جمعیت و گسترش صنعت باعث گردیده این ماده حیاتی به نحو مطلوبی مورد استفاده قرار نگیرد. این مسئله به خصوص در سالهایی که با پدیده خشکسالی مواجه هستیم و میزان آبهای جاری به حداقل خود می‌رسد حادث است [۱]. خشکسالی از مزمن ترین و زیان بارترین بلاایای طبیعی است [۲] که در اقلیمهای مختلف از نواحی با آب و هوای مرطوب گرفته تا نواحی با آب و هوای خشک و نیمه خشک اتفاق می‌افتد [۳] و آثار آن به دلیل نقش اساسی منابع آب در فعالیتهای انسانی بسیار روشن است. در یک تعریف کلی خشکسالی وضعیتی از کمبود بارندگی و افزایش دما قلمداد شده که در هر وضعیت اقلیمی ممکن است رخ دهد. توصیف زمانی و مکانی این پدیده بسیار مشکل است [۲]. خشکسالی دارای انواع مختلفی می باشد که می توان آنرا به خشکسالی هواشناسی، هیدرولوژیکی یا کشاورزی تقسیم بندی نمود. خشکسالی هیدرولوژیکی با کاهش قابل توجه آب در دسترس در همه اشکال آن در چرخه هیدرولوژیکی در یک سرزمین تعریف می‌شود. این اشکال در متغیرهای متنوع هیدرولوژیکی مانند جریان رودخانه ای (مشمول بر آب حاصل از برف و جریان بهاره)، سطح دریاچه و مخزن و همچنین سطح آب های زیر زمینی منعکس می‌شوند. در بین این متغیرها جریان رودخانه ای از لحاظ مقدار آب به مراتب یک متغیر بسیار مهم بوده و یک متغیر کلیدی برای بیان کردن منابع آب سطحی می‌باشد. از این رو خشکسالی هیدرولوژیکی به کاهش و کسری جریان رودخانه ای نسبت به حالت طبیعی بستگی دارد [۴].

جریان کم عبارت است از کمترین جریان متوسط در یک روز یا چند روز پیاپی ۳، ۵، ۷، ۱۵، ۳۰، ۶۰ روزه در طول یکسال است [۵] که علت محاسبه جریان کم برای روزهای پیاپی به حداقل رساندن اثر تغییرات و نوسانات کوچک جریان است [۶] تفاوت جریان کم و سیل در این است که در سیل پیشامد بزرگتر متناظر با دوره بازگشت بزرگتر و در جریان کم پیشامد کوچکتر متناظر با دوره بازگشت بزرگتر می باشد [۵]. در منابع هیدرولوژی معمولاً تحلیل فراوانی سیل بیشتر مورد توجه بوده و کمتر به تحلیل فراوانی جریان های کم پرداخته شده است [۶].

برآورد آمار و ارقام جریان کم برای مطالعات مختلف هیدرولوژی از قبیل مدیریت کیفیت آب، تعیین حداقل جریان آبی مورد نیاز در پایین دست برای تولید برق و خنک سازی، طراحی سیستمهای آبیاری و ارزیابی تاثیر خشکسالیهای طولانی مدت بر روی اکوسیستمهای آبی ضروری است [۵].

از نظر زیست محیطی به حداقل رسیدن آب رودخانه ها باعث افزایش نسبی غلظت آلودگی و در نتیجه کاهش اکسیژن محلول در آب می شود که پیامد آن مرگ و میر ماهی ها و دیگر آبزیان است. از دیدگاه مدیریتی نیز حداقل آب در مطالعات آبرسانی شهری و صنعتی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. به طور کلی محاسبه جریان کم و دانستن ویژگیهای آن در دفع فاضلاب در رودخانه ها، تعیین محل استقرار

طرح های تصفیه فاضلاب و مدیریت محیط زیست رودخانه ها حائز اهمیت است. یکی از روشهای پیش بینی خشکسالی تحلیل فراوانی است، گرچه به عقیده برخی از محققان پیشگیری و ممانعت کامل از وقوع کمبود آب ممکن نیست ولی با برآزش توزیع احتمال مناسب بر داده های یک رودخانه می توان پیشامد متناظر با احتمال وقوع یا دوره بازگشت خاصی را تعیین نمود و با اتخاذ تدابیر مدیریتی و اجرای برنامه های مقابله با خشکسالی تاثیرات و پیامدهای آن را کاهش داد [۲]. بنابراین هدف اولیه تحلیل فراوانی، ارتباط دادن بزرگی حوادث حدی به فراوانی وقوع آنها از طریق استفاده از توزیعهای آماری می باشد. در هیدرولوژی سعی میشود برای داده ها توابع احتمالاتی مناسبی پیدا شود تا از روی آنها بتوان مقدار متغیر موردنظر را به ازاء احتمالات مختلف محاسبه کرد. از نظر تئوری، توابع احتمالاتی مختلفی وجود دارد که بصورت تجربی اندازه گیری و ثبت شده اند. بهترین تابعی که با داده های موردنظر مطابقت داشته باشد به عنوان تابع توزیع احتمال برگزیده میشود تا بتوان از روی آن به ازاء هر احتمال موردنظر مقدار متغیر هیدرولوژی را بدست آورد. دقت تحلیل فراوانی بستگی به انتخاب نوع توزیع احتمالاتی و روش تخمین پارامترهای آن دارد [۷] تا سکر (۱۹۸۷) با تحلیل ۲۰ رودخانه در ویرجینیای آمریکا توزیعهای ویبل ۳ پارامتری و لوگ پیرسون را جهت تحلیل سری جریان کم ۷ روزه پیشنهاد کرد [۸]. برایان (۲۰۰۰) با مطالعه منطقه اوتاگو چنین نتیجه گرفت که روش گشتاور خطی مناسب ترین روش برای داده های منطقه ای در برآزش توزیعهای احتمال می باشد و نتیجه گرفت که توزیع لوگ نرمال دو پارامتری برتر از توزیع ویبول می باشد [۹]. اسپنس (۱۹۷۳) در کانادا نشان داد که توزیع نرمال لگاریتمی بهترین برآزش به جریان های کم را دارد. [۱۰] Lime و Lye دریافتند که مقادیر حدی تعمیم یافته و توزیعهای لجستیک تعمیم یافته توزیعهای مناسب برای توزیع وقایع حداکثر سیل در منطقه Savarak مالزی می باشد [۵]. با توجه به نتایجی که از مطالعات پیشین حاصل شده است می توان دریافت که بسته به منطقه موردنظر، توزیع و یا توزیعهای خاصی انتخاب و پیشنهاد شده است. با توجه به اینکه اکثر مطالعاتی که انجام شده است در خصوص انتخاب مناسبترین توزیع برای جریانهای حداکثر بوده است و کمتر به مطالعه جریانهای کم رودخانه ای پرداخته شده است لذا در این تحقیق سعی شده است تا مناسبترین توزیع وقایع جریانهای حداقل برای حوزه آبخیز گیلوان که قطب تولید برنج در کشور می باشد ارائه شود. با توجه به اینکه در تحقیقات ذکر شده هیچگونه توافقی در بین هیدرولوژیستها در مورد استفاده از یک تابع توزیع خاص وجود ندارد، لذا هدف اصلی این تحقیق انتخاب مناسبترین توزیع برای حوزه آبخیز گیلوان می باشد.

مواد و روشها

حوزه آبخیز گیلوان با مساحت ۴۹۲۳۶٫۲۵ کیلومتر مربع و بارش سالیانه ۳۷۳ میلیمتر به عنوان قطب تولید برنج و زیتون در کشور به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب گردید. جدول ۱ مشخصات مربوط به این منطقه را نشان می دهد.

جدول (۱) مشخصات جغرافیایی و موقعیتی ایستگاه هیدرومتری خروجی حوزه

ارتفاع از سطح دریا (متر)	موقعیت جغرافیایی		مساحت (کیلومتر مربع)	منطقه مطالعه
	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی		
320	49.01	36.50	49236.25	گیلوان-قزل اوزن



شکل (۱) منطقه مورد مطالعه

این منطقه از شمال به اردبیل، از جنوب به زنجان و از غرب به استان گیلان محدود می‌شود و عمده محصولات تولیدی در این منطقه برنج و زیتون است که از جمله محصولات با تیار آبی بالا به شمار می‌روند.

بمنظور تعیین مقادیر جریان کم در دوره بازگشت های مختلف در منطقه مطالعاتی از ایستگاه گیلوان به عنوان ایستگاه شاخص استفاده گردید. بطوریکه در ابتدا داده‌های دبی روزانه (در طول ۴۴ سال) مورد بررسی قرار گرفت و سپس میانگین‌های متحرک ۷ روزه برای تمام سال‌ها محاسبه شد (که علت این کار به حداقل رساندن نوسانات جریان می‌باشد) و مقادیر کمترین جریان متوسط ۷ روزه در هر سال آبی به عنوان جریان حداقل در آن سال در نظر گرفته شد و نهایتاً مقادیر جریان حداقل وارد برنامه Hyfa گردید و پس از برازش مناسبترین توزیع به داده‌های مورد نظر مقادیر جریان حداقل با دوره‌های بازگشت مختلف مورد محاسبه قرار گرفت. روش حداکثر درست نمایی (ML) برای انتخاب مناسبترین توزیع به کار گرفته شد: تابع درست نمایی نمونه‌ای به اندازه N از توزیع G(2) به صورت زیر خواهد بود:

(رابطه ۱)

$$L = [1/\alpha\beta\Gamma(\beta)]^N \prod_{i=1}^N (1-x_i)^{\beta-1} e^{-1/\alpha \sum_{i=1}^N x_i}$$

تابع لگاریتمی درست نمایی به صورت زیر خواهد شد:

$$\ln L = -N\beta \ln \alpha - N \ln \Gamma(\beta) + (\beta-1) \sum_{i=1}^N \ln x_i - 1/\alpha \sum_{i=1}^N x_i \quad (\text{رابطه ۲})$$

با دیفرانسیل گیری از معادله بالا نسبت به α و β و قرار دادن مشتق آنها معادل صفر، معادلات (۳) و (۴) به دست می‌آیند:

$$\sigma \ln L / \sigma \alpha = -N\beta / \alpha + 1/\alpha^2 \sum_{i=1}^N x_i = 0 \quad (\text{رابطه ۳})$$

$$\sigma \ln L / \sigma \beta = -N \ln \alpha - N \Gamma'(\beta) / \Gamma(\beta) + \sum_{i=1}^N \ln x_i \quad (\text{رابطه ۴})$$

نتایج و بحث

برآورد چندک هدف اصلی در تحلیل فراوانی است. توزیع‌های فراوانی متعددی در تحلیل فراوانی نقطه ای و منطقه ای Low flow استفاده شده است. در این تحقیق نیز پس از محاسبه جریان متوسط ۷ روزه در هر سال آبی برای ایستگاه گیلوان، با استفاده از روش گشتاورها و Maximum likelihood بهترین توزیع به داده‌های مورد نظر برازش داده شد. سپس با استفاده از مجذور میانگین خطای مربعات (رابطه ۱) بهترین تابع توزیع در ایستگاه انتخاب گردید.

$$RSS = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_e - Q_o)^2}{n - m} \quad (\text{رابطه ۱})$$

در اینجا Q_e دبی برآورد شده با استفاده از توزیع برازش شده، Q_0 دبی مشاهده شده، n اندازه نمونه و m تعداد پارامترهای توزیع برازش داده شده است. نتایج نشان داد که تابع توزیع گاما دارای کمترین میزان RSS می باشد و این توزیع بعنوان تابع توزیع معیار جهت برآورد مقادیر جریان کم در ایستگاه گیلوان استفاده گردید (رابطه ۲).

$$f(x) = [1/\alpha^\beta \Gamma(\beta)] x^{\beta-1} e^{-(x/\alpha)} \quad \text{رابطه (۲)}$$

جدول ۲ - مقادیر برآورد شده جریان کم را در این ایستگاه ها نشان می دهد.

جدول ۲- مقادیر جریان های کم برآورد شده در ایستگاه گیلوان با استفاده از تابع توزیع گاما

مقادیر خطای برآورد	مقادیر جریان حداقل	دوره بازگشت (سال)
0.00074	0.00012	100
0.00855	0.00580	50
0.02011	0.02472	20
0.03666	0.07414	10
0.05931	0.19115	5
0.11977	0.66847	2

همانطور که از جدول مشخص است مقادیر خطای استاندارد در همه دوره های بازگشت پایین است و بنابر این توزیع گاما برازش خوبی بر داده ها داشته است.

نتیجه گیری

مطالعه جریان های کم و همچنین دانستن ویژگی های آن در مطالعات هیدرولوژیکی مختلف مانند مدیریت کیفیت آب، تعیین حداقل دبی مورد نیاز جهت تولید برق، طراحی سیستم های آبیاری و ارزیابی تاثیر دوره های خشکسالی طولانی مدت بر اکوسیستم های آبی بسیار با اهمیت می باشد. امروزه یکی از مهمترین مسائلی که هیدرولوژیست ها با آن روبه رو هستند برآورد جریان های کم در حوزه های فاقد آمار است. در این موارد معمولاً جهت رفع این مشکل تحلیل فراوانی مورد استفاده قرار می گیرد. نتایج نشان داد که در ایستگاه مطالعاتی گیلوان تابع توزیع گاما بهترین وضعیت را بمنظور برآورد مقادیر جریان کم داراست و با توجه به پائین بودن این مقادیر در دوره بازگشت های مختلف و همچنین وقوع خشکسالی های اخیر، کشت و تولید محصولات پرمصرف آب در منطقه می تواند تحت تاثیر قرار گرفته و در دراز مدت صدمات جبران ناپذیری به منابع آب هم به لحاظ کمیت و کیفیت جهت شرب، و همچنین وضعیت اقتصادی مردم در این منطقه وارد آورد. بنابراین می توان در مطالعات منابع آب و بخصوص در مطالعات خشکسالی، جریان های کم را بعنوان یک شاخص بسیار مهم جهت آمادگی مقابله با پیامدهای خشکسالی (تبدیل مدیریت بحران به مدیریت ریسک) و در نظر گرفتن جنبه های زیست محیطی بکار برد.

منابع

- [1] سرحدی، علی، سلطانی، سعید و مدرس، رضا (۱۳۸۷) "تحلیل فراوانی منطقه ای مقادیر جریان کم در منطقه جیرفت با استفاده از روش گشتاورهای خطی" مجله پژوهشی آب ایران، سال دوم، شماره سوم ص: ۴۵-۵۴
- [2] شماعی زاده، مریم (۱۳۸۷). "تحلیل منطقه ای جریان کم در حوضه آبخیز کارون شمالی"، پایان نامه کارشناسی ارشد بیابانزدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- [3] قاسمی، محسن (۱۳۸۹). "تعیین شاخص های خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در حوضه آبخیز کرخه"، پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

[4] Nalbantis, I., G. Tsakiris. 2008. Assessment of Hydrological Drought Revisited, Water Resour Manage.

[5] Modarres, R. 2008. Regional Frequency Distribution Type of Low Flow in North of Iran by L – moment. Journal. Water Resour Manage. 22: 823 – 841

[6] زارعی، علیرضا (۱۳۸۲) “ارزیابی روشهای تحلیل منطقه‌ای در حوضه آبریز مازندران، پایان نامه کارشناسی ارشد” ، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان.

[7] عبدی کردانی، امین،، فاخری فر، احمد (۱۳۸۷) “تحلیل توزیع فراوانی دبی های حداکثر رودخانه‌ای با استفاده از روش گشتاورهای خطی(مطالعه موردی:رودخانه‌های استان آذربایجان شرقی)” ، چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران.

[8] Tasker, G. D., 1987. A comparison of methods for estimating low flow characteristics of streams, Water Resources Bulletin, 23 (6), 1077-1083

[9] Burn, D. H., and N. K. Goel. 2000. The formation of groups for regional flood frequency analysis Hydrological sciences Journal. 45(1): 97 – 112

[10] Spence, E. S. 1973. Theoretical frequency distribution for the analysis of plains stream flow. Journal of Earth science

Low flow distribution analysis in gilvan watershed for potable and agriculture water quality management purposes

Smaeel Dodangeh, Saeed Soltani and Ali Sarhadi

Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology

ABSTRACT

Drought is one of the natural disasters that is probable at all over climates and has different types. Low flow index investigated in this study as a type of hydrologic drought for Gilvan watershed that is one of the main agriculture and rice production centers. Therefore, mean annual 7-day flow was calculated for this region after data verification. Then Low flow frequency analysis carried out by hayfa and Gamma distribution was selected as appropriate for this region by fitting probability distributions to data using moments and maximum likelihood methods. Finally Low flow values was calculated for different return period in this region.

Keywords : Low flow index , probability distributions , Maximum likelihood, Gilvan