تحلیل منحنی تداوم جریان در ستیشن تنگی غارو

پوهندوی صدیق‌الله رشتین[۸]

تقریظ دهنده: پوهاند عبدالغیاث صافی

مجلهٔ علمی-تحقیقی حوزهٔ علوم طبیعی پوهنتون کابل، ۳ (٤) ۱٤۰۰

چکیده

مقدار جریان آب یک دریا در طول سال یک‌نواخت نبوده و در حال تغییرات گسترده می‌باشد. یکی از روش‌های معمول برای مطالعهٔ تغییرات جریان آب دریاها استفاده از منحنی تداوم جریان می‌باشد. منحنی تداوم جریان از جمله معلومات اساسی برای محاسبات مختلف‌هایدرولوژیکی، هایدرولیکی، رسوبات دریاها، کانال‌ها و نیز برای پیش‌بینی خشک‌سالی هایدرولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این منحنی برای مطالعهٔ مشخصات جریان آب دریاها که ستیشن‌های اندازه‌گیری هایدرومتریکی را داشته و یا نداشته باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مقاله منحنی تداوم جریان ماهانه در طول سال و چندین‌ماهه در شرایط مختلف مانند مقدار جریان مرطوب، شرایط متوسط، شرایط خشک و کم‌آب و هم‌چنان قسمت‌های مختلف جریان مانند جریان اساسی، انتروال جریانات اعظمی و جریان سیلابی در ستیشن تنگی غارو با استفاده از ارقام مقدار جریان آب دریا تحلیل گردیده است.

اصطلاحات کلیدی: دریاها؛ مقدار جریان؛ اوسط ماهانه و سالانه؛ منحنی تداوم جریان؛ ستیشن تنگی غارو

Analysis of Flow Duration Curve in Tangi-E-Gharo Station

Asst. Prof. Sediqullah Reshteen

Abstract

The water flow of a river is not uniform throughout the year and varies widely. One of the most common methods for studying changes in river flow is the use of a flow duration curve. The flow duration curve is used for basic calculations of hydrological, hydraulic, channel sediment as well as for forecasting hydrological drought. This curve is used to study river flow characteristics with or without hydrometric measurement stations. This paper describes the monthly flow duration curve during the year and several months under different conditions such as wet flow, average conditions, dry and low water conditions as well as different parts of flow such as base flow, peak and flood flow in Tang-i-Gharu Station.

Keywords: Rivers; Discharge; Monthly and Yearly Mean; Flow Duration Curve; Tangi-e-Gharu Station

ارجاع

رشتین، صدیق الله. (۱٤۰۰). تحلیل منحنی تداوم جریان در ستیشن تنگی غارو. مجلهٔ علمی- تحقیقی حوزهٔ علوم طبیعی پوهنتون کابل، شماره ۳ (٤)، صص ۱۰۱-۱۱۷.

---

[۸] استاد پوهنځی زمین‌شناسی، پوهنتون کابل

مقدمه

در عصر حاضر بنابر افزایش سریع نفوس و فعالیت‌های انسانی مانند ساخت بندهای آبی، ذخایر خُرد و بزرگ آبی و تجاوز بر حریم دریاها از جمله عمده‌ترین فعالیت‌های انسانی بوده که تغییرات زیادی بالای رژیم طبیعی جریان آب دریاها و در مجموع در دوران هایدرولوژی و در مجموع دوران آب در طبیعت وارد می‌نماید. دریاها تأثیرات ارزش‌مندی در زندگی انسان‌ها داشته است، در حالی‌که انسان‌ها به روش‌های گوناگون آن‌را آلوده ساخته و آسیب می‌رساند، که در اکثر مناطق ایکوسیستم‌های آبی را تخریب و خسارات جبران‌ناپذیری را به بار آورده است. در مناطق خشک جهان آب موجود در دریاها و دریاچه‌ها و آب‌های زیرزمینی برای رفع ضروریات زراعتی و مناطق شهری کافی نبوده، که در آینده نیز باکم‌بود آب شیرین دریاچه‌ها مواجه خواهد بود. کم‌بود آب شیرین یکی از معضلات اصلی برای بشر در قرن حاضر به حساب می‌آید. از طرف دیگر خصوصیات مهم کره زمین نه‌تنها موجودیت مقدار آب وافر است، بلکه شکل پیچیده‌ی دریاها و سطح خشکه‌ها و ارتباط متقابل آن‌ها با یک‌دیگر می‌باشد. طرح‌های توسعه منابع آبی و فعالیت‌های زراعتی در کنار اثرات مثبت اقتصادی و اجتماعی، باعث تغییرات رژیم هایدرولوژیکی دریاها و کاهش آب‌های سطحی برای پایان دست گردیده است. این عامل طرحه‌های مدیریت منابع آب را با مشکل روبه رو می‌سازد. در عصر حاضر تحقیقات زیاد در هایدرولوژی و علوم مرتبط آن با استفاده از منحنی تداوم جریان صورت گرفته است. اولین مطالعه همه‌جانبه در باره‌ی منحنی تداوم جریان توسط دانشمند به‌نام سارسی در سال ۱۹۵۹م، صورت گرفت. منحنی تداوم جریان یکی از روش‌های ارزنده بوده که اطلاعاتی مفید را برای مقدار جریانات اصغری، متوسط و اعظمی یا سیلابی دریاها به‌وجود می‌آورد. این منحنی رابطه بین مقادیر جریان و فیصدی زمان آن که این مقدار مساوی یا بیشتر از آن است نشان می‌دهد. با در نظرداشت منحنی تداوم جریان و تعیین پارامترهای آن برای دریافت مشخصه‌های دریاها (جریان اعظمی، متوسط و اصغری) در برنامه‌ریزی‌های سیستم‌های آبی یک دریا برای استفاده آب آشامیدنی و احداث بندهای آبگردان برای زراعت و موارد دیگر حایز اهمیت می‌باشد، در هر نوع موضوعات رژیم هایدرولوژیکی دریاها ضرورت پنداشته می‌شود.

پیشینه‌ی تحقیق

افزایش نفوس، توسعه شهرها و فعالیت‌های اقتصادی بالای منابع محیط زیستی و سیستم‌های دریایی اثرات منفی گذاشته است. طوری‌که انسان‌ها هر زمان کوشیده است که در نزدیکی منابع آب زندگی کنند. این نوع فعالیت‌ها در مناطق که در معرض خطر آب قرار دارند، احتمال وقوع حوادث طبیعی

را به یک فاجعه‌ی خطرناک‌تر تبدیل می‌نماید (۲۷) از طرف دیگر افزایش اوسط درجه‌ی حرارت جهانی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌یی، تغییرات خیلی زیاد را بالای پارامترهای سیستم اقلیمی در یک ساحه به‌وجود می آورد، که می‌تواند باعث تغییرات شرایط اقلیمی و سیستم‌های هایدرولوژیکی در یک ساحه گردد (۲۳). تغییرات اقلیمی خطرات جدی را متوجه افغانستان نموده و بیشتر در معرض اثرات منفی تغییرات اقلیمی قرار دارد (۲). برای طرح‌ریزی دقیق مدیریتی در سطح حوزه‌های دریایی دانستن اطلاعات جریان آب دریایی مهم و در عین وقت اساس مدیریت منابع آب و مسائل انجنیری سیستم‌های آبی تشکیل می‌دهد. داشتن اطلاعات در مورد جریانات دریایی علاوه بر مدیریت و استفاده مؤثر منابع آب به کمک آن می‌توان حوادث طبیعی مانند سیل وخشک‌سالی را نیز پیش‌بینی و مهار کرد (٤). سالانه انبار شدن برف‌ها در سلسله کوه‌های افغانستان سبب ایجاد فرصت‌ها و چالش‌های چشم‌گیر می‌گردد. ذوب شدن برف‌ها از یک طرف سبب تأمین آب آبیاری زمین‌های زراعتی گردیده، از جانب دیگر باعث افزایش آسیب‌پذیری بعضی مناطق از بابت وقوع سیلاب‌ها، برف کوچ‌ها و لغزش زمین می‌گردد (۱). منابع آب کره زمین به طور یک‌سان و متوازن توزیع نگردیده، بعضی مناطق دارای منابع آب فراوان و بعضی مناطق با کم‌آبی مواجه اند (۱۲). منابع آبی کره زمین عبارتند از ابحار، دریاها، یخ‌چال‌ها، دریاچه‌ها، آب‌های زیرزمینی، بخارات آب اتمسفیری، رطوبت خاک و غیره آب‌های است که به اشکال گوناگون در کره زمین و اتمسفیر آن وجود دارد (۲۹). در طراحی ساختمان‌های آبی و تخمین مقدار جریان دریاها برای مصارف مختلف در طول سال ضرورت به تخمین مقدار جریان طویل‌المدت دریاها مانند مقدار جریان سالانه و خصوصیات آن است. روش‌های تجربوی مختلف برای پیش‌بینی مقدار جریان سالانه وجود دارد. یکی از روش‌های ارزیابی تغییرات مقدار جریان عبارت از دریافت تغییرات متوسط ماهانه، فصلی و سالانه مقدار جریان آب می‌باشد که با استفاده از روش‌های احصاییوی به شکل گراف‌ها و جداول تحلیل می‌گردد (۲۱).

در اکثر طرح‌های هایدرولوژیکی مقدارجریان سالانه جواب‌گوی عوامل طراحی شده نمی‌تواند، به دلیل این‌که فاصله‌ی زمانی سالانه برای طراحی بزرگ و طویل بوده و ضرورت به مطالعه‌ی مقدار جریان ماهانه و یا حتی هفته‌وار نیز می‌باشد. با پیش‌بینی مقدار جریان دریاها علاوه به مدیریت و بهره‌برداری منابع آب به اهداف مصارف گوناگون، می‌توان حوادث طبیعی مانند سیلاب و خشک‌سالی را نیز پیش‌بینی و کنترل نمود (١٤). مقدار آب یک دریا مربوط به آب و هوای منطقه بزرگ و وسعت ساحه آب‌گیر و موسم سال می‌باشد (۷). دریاها علاوه بر آب مواد دیگری مانند

ریگ،جغله سنگ،کلی و غیره مواد حل شده را در خود انتقال می‌دهد (۱۳). در عصر حاضر تحقیقات زیاد در هایدرولوژی و علوم مربوطه‌ی آن با استفاده از منحنی تداوم جریان صورت گرفته است که به طور نمونه به تحقیقات بعض آن‌ها اشاره می‌گردد. رید و هم‌کاران از منحنی تداوم جریان برای ارتباط تولید انرژی برق آبی و طراحی سیستم‌ها استفاده کرده است (۳۰).

تحقیقات مربوط به مدیریت آلودگی در دریا و رسوب‌گذاری و فرسایش از تجزیه و تحلیل منحنی تداوم جریان توسط محققان مختلف مانند کاردوا و گونزالیز و ریچاردس صورت گرفته است (۱۹، ۲۳).

از موارد دیگر استفاده از این منحنی در برنامه‌ریزی منابع آب از جمله تأمین آب آشامیدنی، زراعت، پرورش ماهی و تحقیات حفاظت ایکوسیستم می‌توان از هیزدال و هم‌کاران و بلومینفیلد و هم‌کاران نام گرفت (۱۸، ۲۲). خزایی لیرویی و هیتز پیش‌بینی منحنی تداوم جریان را برای استفاده در تحلیل برق آبی برای ساحه‌ی فاقد ستیشن استفاده نمود (٦، ۲٦). هم‌چنان ستاسی و هم‌کاران منحنی تداوم جریان را برای ساحه‌ی فاقد ستیشن اندازه‌گیری در جنوب انگلند تخمین نمود (۳۷). هم‌چنان بهمنش و هم‌کاران برای تخمین جریان محیط‌زیستی از روش تغییر منحنی تداوم جریان استفاده کرده است (۳). تحقیقات در حوزه‌ی دریای زرد چین توسط زهینگ و هم‌کاران در باره تأثیر تغییرات استفاده و پوشش زمین بالای رژیم جریان و بالای شکل منحنی تدام جریان صورت گرفته است (۳۹).

برای طرح‌ریزی پروژه‌های اقتصادی آبی ضرورت برای تحلیل پارامترهای‌هایدرولوژیکی مانند دیتا مقدار جریان طولانی مدت تا ۱۰۰ الی ۲۰۰ سال و بیشتر از آن می‌باشد. یکی از پارامترهای مهم در هایدرولوژی منحنی تداوم جریان می‌باشد. اولین مطالعه در مورد منحنی تداوم جریان توسط عالم به‌نام سارسی صورت گرفت. منحنی تداوم جریان یکی از روش‌های ارزش‌مند دارنده‌ی اطلاعات مفید در باره‌ی انواع مقادیر جریان دریاها اعم از کم‌ترین تا زیادترین (جریان سیلابی) را نمایش می‌دهد. این منحنی رابطه بین مقادیر جریان و فیصدی مدت زمان را که این مقادیر جریان مساوی یا بیشتر از آن می‌باشد، به نمایش می‌گذارد (۵، ۳٦).

منحنی تداوم جریان و تعیین پارامترهای آن برای دریافت مشخصات آب جاری دریاها (جریان اعظمی، متوسط و اصغری) و برنامه‌ریزی‌های آبی یک دریا برای استفاده آب آشامیدنی و یا احداث بندهای انحرافی برای زراعت حایز اهمیت بوده ایجاب می‌نماید که در طرح هایدرولوژی برای مقدار آب دریاها انجام شود (۲۷). این منحنی می‌تواند تمام اطلاعات مفید و مربوط به جریان‌های کم تا زیاد (سیلابی) را نمایش دهد (۱۷) و می‌توان به کمک آن شاخص کم‌بود جریان آب را انتخاب

نمود (۲۸). منحنی تداوم جریان، مقدار جریان را که بیشتر از ۹۵ فیصد از زمان جریان باشد، به صورت شاخص Q95% به حیث معیار ارزیابی شدت کم‌آبی، ارایه می‌کند (۱۱).

مهم‌ترین شاخص‌های جریان کم که از منحنی تداوم جریان به دست می‌آیند، عبارتند از شاخص‌های Q80، Q90 و Q95. این شاخص نمایانگر مقدار جریان است ۸۰، ۹۰ و ۹۵ فیصد در سلسله مشاهدات مقدار جریان بزرگ‌تر از آن هستند (۲۰). قسمت فوقانی شکل منحنی تداوم جریان انعکاس‌دهنده‌ی رژیم جریان سیلابی حاکم در حوزه بوده در حالی‌که قسمت انتهای آن نمایندگی از مشخصه‌ی حوزه برای تأمین جریان اساسی و تداوم جریان در وقت کم‌آبی می‌باشد (۳۸).

شکل منحنی تداوم جریان، شاخص شرایط هایدرولوژیک حوزه‌های آب‌گیر است (۳۲). با استفاده از این منحنی اطلاعات در مورد احتمال این‌که چند فیصد جریان بزرگ‌تر یا مساوی نسبت به مقدار جریان مشخص خواهد بود به دست می‌آید (۳۵). مساحت حوزه، خصوصیات فیزیوگرافی و خصوصیات اقلیمی از جمله عوامل تأثیرگذار بالای شکل منحنی تداوم جریان می‌باشد (۳۲).

منحنی تداوم جریان یکی روش‌های مهم و پراستفاده برای نمایش تغییرات کامل مقادیر جریان آب دریاها می‌باشد (۹). منحنی تداوم جریان نمایش گرافیکی توزیع فریکوینسی رژیم کامل جریان یک حوزه‌ی آب‌گیر می‌باشد (۲۵، ۳۱). منحنی تداوم جریان طی سال‌های طولانی زمینه‌ی تحلیل احصاییوی دیتاهای مقدار جریان آب را میسر می‌سازد که می‌توانیم منحنی‌ها را برای دوره‌های برگشت مختلف رسم کرد (۱۰).

روش تحقیق

در این مقاله معلومات ماهانه‌ی متوسط چندین ساله در ستیش تنگی غارو جمع آوری و تحلیل گردیده است. با استفاده از دیتا جریان ماهانه و سالانه در ستیشن هایدرولوژیکی تنگی غارو منحنی تداوم جریان تحلیل و مقادیر مختلف با فیصدی‌های مختلف زمانی دریافت گردیده است. منحنی تداوم جریان ماهانه در طول سال و چندین ماهه در شرایط مختلف مانند مقدار جریان مرطوب، شرایط متوسط، شرایط خشک و کم‌آب و هم‌چنان قسمت‌های مختلف جریان مانند جریان اساسی، انتروال جریانات اعظمی و جریان سیلابی در ستیشن تنگی غارو با استفاده از روش‌های مختلف احصاییوی و پروگرام اکسیل تخمین و تحلیل گردیده است. از محدودیت عمده‌ی این تحقیق نبود دیتا روزانه در ستیشن تنگی غارو می‌باشد.

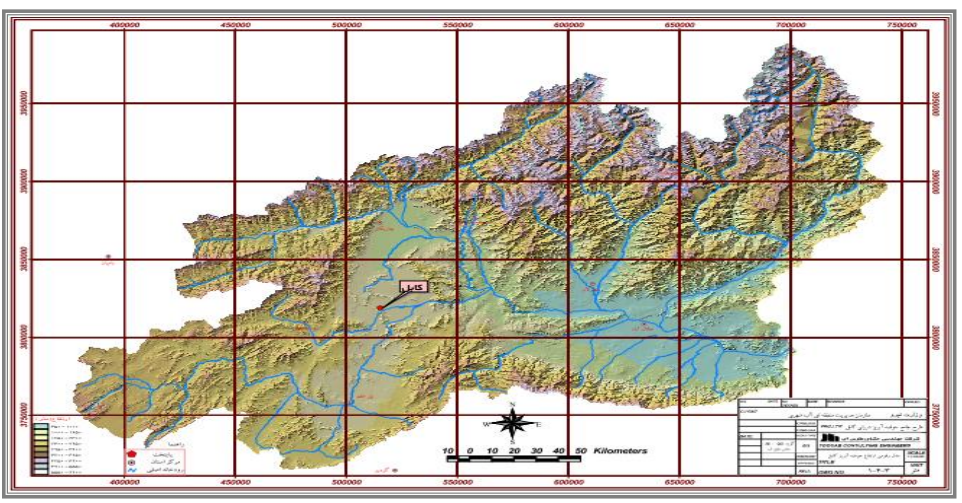
جدول ۱: دیتای مقدار جریان آب در ستیشن تنگی غارو (۱٦)

River basin	Kabul	Code 1- 0.000	Water year 2006 - 2013
River	Kabul	Code 1- 0.000	Elevation 1770 M+m.S.l
Station	Tang-i-Gharu	Code 1- 0. 000 - 6M	Drainage area:12860Km²
Gage	Staff	Location: Lat.34º 34´ N	Long. 69º 24´ E

سال	اوکتوبر	نوامبر	دسمبر	جنوری	فبروی	مارچ	اپریل	می	جون	جولای	اوگست	سپتمبر	اصغری	متوسط	اعظمی	حجم (Mm^3)
2006	2.3	8.6	19.1	16.5	15.7	30.3	16.9	7.63	7.73	6.42	3.87	1.23	0	11.3	52	358
2007	0.58	3.17	9.99	13.7	15.6	84.1	75.9	2.3	0.55	0.17	0.14	0.12	0	17.2	170	542
2008	2.21	3.7	9.11	13.7	22.8	28.4	27.2	0.76	0.58	0.67	0.54	0.53	0.46	9.18	48.6	288
2009	0.56	19.7	7.85	11.2	12	20	56.9	28.6	2.05	0.75	0.79	0.87	0.52	13.4	110	422
2010	0.55	3	10.1	12.9	15.5	19.5	21.1	5.74	0.42	0.69	5.05	1.47	0.17	8	26	251
2011	1.87	3.18	9.63	10	10.1	10.7	18.1	5.43	1.19	0.72	3.22	1.79	0.33	6.34	26	199
2012	1.41	1.46	5.91	9.36	11.1	20	17.6	5.9	3.13	0.75	0.28	3.44	0.03	6.7	28	210
2013	1.23	1.42	2.63	4.7	5.5	34	48.1	31	1.06	1.23	0.86	0.5	0.03	11.02	66	348
اوسط	1.3	5.5	9.3	11.5	13.5	30.9	35.2	10.9	2.1	1.4	1.8	1.2	0.2	10.4	65.8	327.3

ساحه‌ی مطالعه

ستیشن تنگی غار در قسمت خروجی دریای کابل موقعیت داشته که مقدار جریان سرشاخه‌های اصلی دریای کابل از این قسمت می‌گذرد. این ستیشن شامل حوزه‌ی فوقانی حوزه‌ی دریایی کابل می‌گردد. در داخل این حوزه ستیشن‌های هایدرولوژیکی کجاب، میدان، پل سوخته، سنگ نوشته، شیخ آباد و تنگی غارو قرار دارند. این ستیشن تقریباً در قسمت خروجی حوزه‌ی آب‌گیر فوقانی کابل قرار دارد. مساحت حوزه‌ی آب‌گیر در قسمت ستیشن تنگی غارو ۱۲۸٦۰ کیلومتر مربع بوده و مقدار جریان متوسط آن در جریان سال‌های ۲۰۰٦ الی ۲۰۱۳ مساوی به ۱۰,٤ متر مکعب در ثانیه که معادل ۳۲۸ میلیون متر مکعب در سال می‌گردد (۱۵).



شکل ۱: نقشه‌ی حوزه‌ی دریایی کابل و ستیشن تنگی غارو (۱۵).

یافته‌ها

در عصر حاضر تحقیقات زیاد در هایدرولوژی و علوم مرتبط به آن با استفاده از منحنی تداوم جریان صورت گرفته است. منحنی تداوم جریان یکی از پارامترهای مهم در هایدرولوژی بوده و یکی از روش‌های ارزنده با اطلاعات مفید که تمام اقسام مقادیر جریان دریاها اصغری ویا اعظمی را نمایش می دهد. با در نظرداشت منحنی تداوم جریان و تعیین پارامترهای آن برای دریافت مشخصه‌های دریاها (جریان اعظمی، متوسط و اصغری) به هدف استفاده‌ی آب آشامیدنی و یا احداث بندهای انحرافی برای زراعت زیاد با اهمیت بوده و برای هر نوع پروژه‌ی هایدرولوژیکی ضروری پنداشته می‌شود. از این منحنی میتوانیم که رابطه بین مقادیر جریان و فیصدی زمان را که این مقادیر جریان مساوی یا بیشتر از یک مقدار جریان مشخص است، باید دریافت کنیم. برای ترسیم منحنی تداوم جریان و استفاده از نتایج آن در طرح‌ریزی پروژه‌های اقتصادی آب سلسله دیتاها باید طویل باشد. این محنی از ترسیم مقدار جریان تجمعی یک دریا نسبت به زمان و یا نسبت به احتمال وقوع بدست می‌آید و مکرراً برای مقایسه رژیم جریان حوزه‌های مختلف آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به مطالعات انجام شده در اکثر تحقیقات از خصوصیات مورفومتری حوزه و عوامل هایدرولوژیکی و اقلیمی به حیث عوامل مؤثر بالای شکل منحنی تداوم جریان استفاده گردیده است. شکل و شیمای عمومی هر منحنی تداوم جریان مربوط به مشخصات‌هایدرومتری و سلسله مشاهدات می‌باشد. از منحنی تداوم جریان علاوه بر استفاده در طراحی پروژه‌های آبی مانند ذخایر آبی و بندهای آبی در موارد ذیل نیز از آن استفاده به‌عمل می‌آید:

- تعیین مقدار جریان دارای مشخصات مختلف برای برنامه‌ریزی و طراحی پروژه‌های انجنیری منابع آب.
- ارزیابی خصوصیات ظرفیت تولید برق آبی یک دریا.
- طراحی سیستم‌های زه‌کشی.
- مطالعات کنترل سیلاب.
- محاسبه بار رسوب و بار محلول یک دریا.
- مقایسه حوزه‌های دریایی مجاور به‌خاطر دریافت و طویل‌سازی دیتای جریان آب (۸).

منحنی قابلیت تأمین یا منحنی احتمال متجاوز شدن (منحنی تداوم جریان) عبارت از منحنی انتگرالی بوده که قابلیت تأمین یا احتمال متجاوز(بزرگ‌تر) شدن کمیت موجود را در بین یک سلسله نشان می‌دهد. رژیم دریاها جریان متحرک و دینامیک داشته و از اجزای مختلف تشکیل گردیده است. جریان‌های کم، متوسط، زیاد و یا سیلابی اجزای مهم این جریان را تشکیل داده و نقش اساسی را

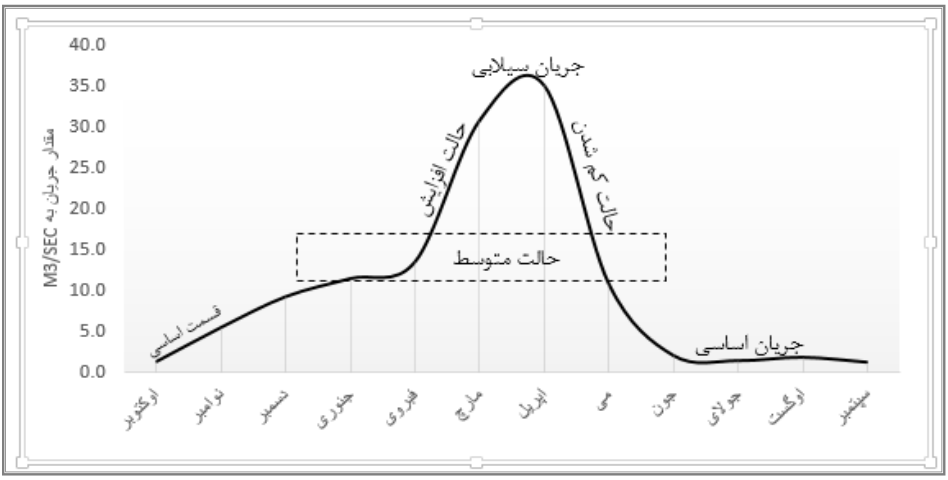
در حفاظت محیط زیست و ایکوسیستم دریاها ایفا می‌نماید. موجودیت مقدار جریان ماهانه در طول سال در ستیشن تنگی غارو شامل سه فصل می‌شود، صرف در فصل تابستان مقدار جریان در ستیشن تنگی غارو کم و قسماً صفر بوده در حالی‌که در فصل خزان مقدار جریان نسبت به فصل تابستان زیادتر بوده که مقدار جریان در فصل زمستان زیاد و در فصل بهار خیلی زیاد یعنی اکثراً جریان آب از نوع جریان اعظمی و سیلابی می‌باشد شکل (۲). طوری‌که که گفته شد مقدار جریان آب در یک دریا یا دریاچه در طول ماه و یا سال به صورت عموم خیلی متغیر می‌باشد. برای این‌که این تغییرات را تحلیل کرده باشیم از منحنی تداوم جریان نیز استفاده می‌گردد. برای دریافت منحنی تداوم جریان مقدار جریان آب در مقابل فیصدی زمان یا احتمال وقوع آن ترسیم می‌گردد. در این منحنی مقادیر جریان به صورت نزولی ترتیب می‌گردد. اگر دوام دیتا زیاد یا روزانه باشد مقادیر جریان روزانه به صنف‌بندی‌های مختلف تقسیم می‌گردد. این دیتاها می‌تواند روزانه، هفته‌وار، ۱۰ روزه، ماهانه و سالانه باشد. برای ترسیم منحنی تداوم جریان اولاً باید مقادیر جریان هرستیشن به صورت نزولی ترتیب گردد و بعد در محور Y مقدار جریان به ترتیب نزولی درج گردیده و در محور X فیصدی احتمال وقوع آن که توسط فرمول تجربی ویبول Weibul به دست می‌آید در نظر گرفته شود. اگر N تعداد دوام مشاهدات باشد احتمال وقوع هر یک از مقدار جریان به صورت ذیل محاسبه می‌گردد:

$$P= m/n+1*100$$

M در فورمول فوق m شماره ترتیبی مقدار جریان و P فیصدی احتمال وقوع مقادیر جریان که مساوی یا بزرگ‌تر از یک مقدار مشخص می‌باشد. از منحنی تداوم جریان می‌توانیم انواع مختلف جریانات را تشخیص نمود. مانند شکل (۳).

جدول ۲: محاسبه‌ی احتمال وقوع مقدار جریان و دوره‌ی برگشت آن در ستیشن تنگی غارو (۱٦).

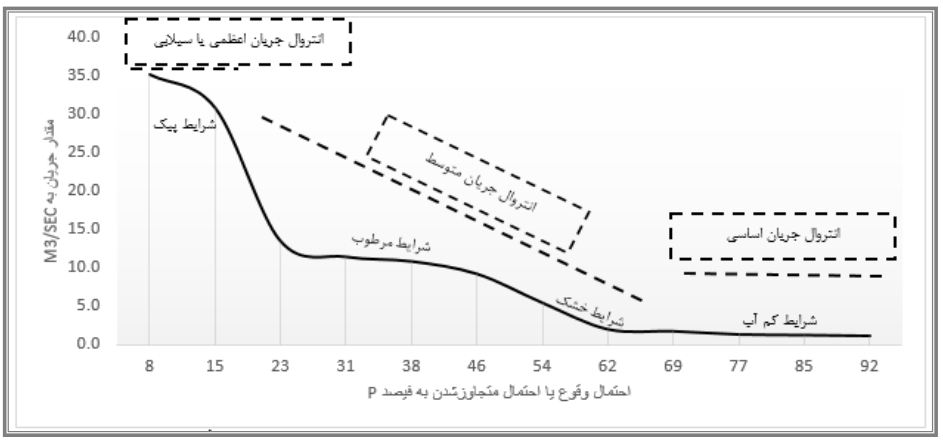
ماه‌ها	جریان متوسط	ترتیب نزولی	نمبر ترتیبی	P= m/n+ 1 *100	P%	T
اپریل	۱,۳	۳۵,۲	۱	۰,۰۸	۸	۱۳
مارچ	۵,۵	۳۰,۹	۲	۰,۱۵	۱۵	۷
فبروری	۹,۳	۱۳,۵	۳	۰,۲۳	۲۳	٤
جنوری	۱۱,۵	۱۱,۵	٤	۰,۳۱	۳۱	۳
می	۱۳,۵	۱۰,۹	۵	۰,۳۸	۳۸	۳
دسمبر	۳۰,۹	۹,۳	٦	۰,٤٦	٤٦	۲
نوامبر	۳۵,۲	۵,۵	۷	۰,۵٤	۵٤	۲
جون	۱۰,۹	۲,۱	۸	۰,٦۲	٦۲	۲
اوگست	۲,۱	۱,۸	۹	۰,٦۹	٦۹	۱
جولای	۱,٤	۱,٤	۱۰	۰,۷۷	۷۷	۱
اوکتوبر	۱,۸	۱,۳	۱۱	۰,۸۵	۸۵	۱
سپتمبر	۱,۲	۱,۲	۱۲	۰,۹۲	۹۲	۱



شکل ۲: هایدورگراف مقدار جریان متوسط ماهانه در ستیشن تنگی غارو

در شکل (۲) که مقدار جریان متوسط ماهانه بر اساس هایدروگراف می‌باشد، چنین می‌توان دریافت کرد که توزیع مقدار جریان ماهانه در طول سال در ستیشن تنگی غارو یک‌نواخت نبوده، طوری‌که دیده می‌شود جریانات مختلف از قبیل جریان اساسی، متوسط و جریان اعظمی یا سیلابی را شامل می‌گردد. از شکل ۲ دریافت می‌گردد. در فصل تابستان (ماهای جولای، اگست و سپتمبر) مقدار جریان از نوع جریان اساسی می‌باشد. در اینجا جریان ناشی از بارندگی اضافی و ذوب برف نمی‌باشد، صرف نمایانگر یک‌جا شدن آب‌های زیرزمینی با آب‌های سطحی می‌باشد. در فصل خزان که شروع بارندگی‌ها در افغانستان می‌باشد و شروع سال آبی نیز از ماه اوکتوبر آغاز می‌گردد، مقدار جریان آب در ستیشن تنگی غارو بیشتر گردیده و افزایش خیلی چشم‌گیر نمی‌باشد. با اغاز فصل زمستان مقدار جریان در این ساحه روبه افزایش بوده که در ماه اخر این فصل مقدار جریان خیلی زیاد گردیده است، باشروع فصل بهار مقدار جریان از نوع اعظمی (سیلابی) می‌باشد، که در ماه اپریل حالت پیک را به خود می‌گیرد. طوری‌که گفته شد منحنی تداوم جریان یکی از پارامترهای مهم در هایدرولوژی بوده و یکی از روش‌های مهم برای دریافت مقادیر جریانات آب دریاها به حساب می‌آید. قسمت‌های مختلف این منحنی دارای مفاهیم مختلف می‌باشد. مطابق شکل ۳ نمای منحنی تداوم جریان متوسط ماهانه چندین ساله بوده و از آن می‌توانیم شرایط مختلف را دریافت نمایم. قسمت فوقانی منحنی تداوم جریان شرایط جریان اعظمی یا سیلابی را نشان داده و قسمت انتهای نمایندگی از جریان اساسی می‌نماید، در حالی‌که قسمت وسط آن شرایط متوسط را در یک دریا نشان می‌دهد. شکل ۳ منحنی تداوم جریان در ستیشن تنگی غارو می‌باشد. در این ستیشن

شرایط مختلف آبی موجود بوده طوری‌که دیده می‌شـود تا ۱۵ فیصـد احتمال وقوع مربوط جریان پیک یا اعظمی می‌باشـد، از ۲۰ الی ٦۰ فیصـد شرایط مرطوب یا متوسـط حاکم بوده و از ٦۰ تا ۹۰ فیصـد شرایط کم آب که مربوط به جریان اسـاسـی دریاها می‌شـود موجود بوده اسـت. یعنی می‌توان چنین دریافت کرد که انتروال جریان اعظمی تا ۱۵ فیصـد، انتروال جریان متوسـط بین ٤۰-٤۵ فیصـد و انترول جریان اساسی تا ۳۰ فیصد در ستیشن تنگی غارو حاکم بوده و احتمال وقوع مقدار جریان که ۵۰ فیصد زمان واقع می‌گردد، ۸ مترمکعب فی ثانیه می‌باشد.

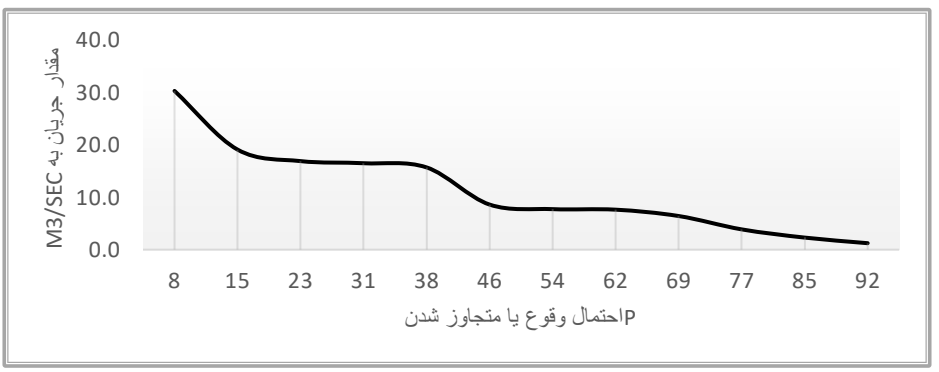


شکل ۳: منحنی تداوم جریان با تشخیص انواع جریانات مختلف در ستیشن تنگی غارو

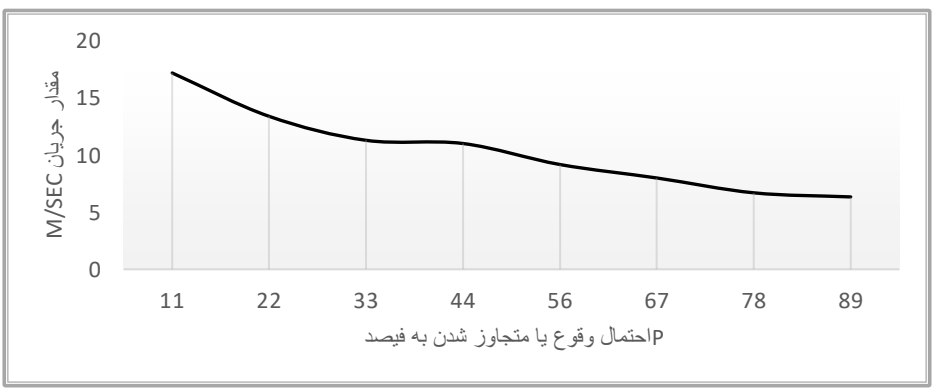
از شـکل ٤ معلوم می‌گردد که تکراریت (دوه‌ی برگشـت) مقدار جریان اعظمی در سـتیشـن تنگی غارو بین ۱۰ تا ۱۳ سـال بوده، در حالی‌که تکراریت جریان متوسـط و اصـغری بین هر ٤ و ۱ سـال می‌باشـد. یعنی تکراریت ۳۵ مترمکعب فی ثانیه بعد از هر ۱۳ سال می‌باشد.

شکل ۴: منحنی تکراریت مقدار جریان متوسط در ستیشن تنگی غارو

ارقام برای ترسیم منحنی تداوم جریان بر اساس روش نزولی یعنی از زیاد به کم ترتیب می‌گردد. ترتیب معلومات بر اساس روش نزولی این امکان را مساعد می‌سازد تا بتوانیم از این منحنی دریافت نماییم که مقدار جریان زیاد (اعظمی) مربوط به فیصدی احتمال وقوع کم می‌شود در حالی‌که مقدار جریان متوسط و اساسی به ترتیب مربوط فیصدی احتمال وقوع زیاد ۹۰ تا ۱۰۰ فیصد می‌گردد. شکل ۵ منحنی تدارم جریان یک ساله می‌باشد. از این منحنی نیز می‌توانیم شرایط مختلف جریان را دریافت نماییم. توزیع ماهانه مقدار جریان در ستیشن تنگی غارو در طول یک سال و چندین ساله یک‌نواخت می‌باشد. منحنی تداوم جریان متوسط ماهانه چندین ساله شکل ۳ و منحنی تداوم جریان متوسط ماهانه در یک سال (۲۰۰۶) شکل ۵، از لحاظ شکل کاملاً مشابه می‌باشد. یعنی چنین میتوان نتیجه گرفت که اگر برای هر سال منحنی تداوم جریان در ستیشن تنگی غارو ترسیم گردد از لحاظ شکل مشابه ولی از لحاظ فیصدی زمان وقوع مختلف می‌باشند، به‌خاطری‌که در هر ماه سال مقدار جریان متوسط ماهانه مختلف می‌باشد. در این‌جا نیز احتمال ۵۰ فیصد ۸ مترمکعب فی ثانیه می‌باشد.



شکل۵: منحنی تداوم جریان متوسط ماهانه برای سال ۲۰۰۶ در ستیشن تنگی غارو



شکل ٦: منحنی تداوم جریان متوسط چندین‌ساله در ستیشن تنگی غارو طی سال‌های ۲۰۰۶-۲۰۱۳م

شکل ٦ مربوط به منحنی تداوم جریان سالانه می‌باشد. این منحنی از اوسط هر سال به‌دست آمده است. بیشترین مقدار جریان متوسط ۱۷ مترمکعب فی‌ثانیه با احتمال وقوع ۱۱ فیصد و کم‌ترین جریان متوسط ٦ مترمکعب با فیصدی احتمای وقوع ۸۹ فیصد می‌باشد. از منحنی تداوم جریان در هر نوع موضوعات که مربوط باشد می‌توان استفاده کرد که نظر به هدف مورد نظر، می‌تواند یافته‌های جداگانه داشته باشد. طبق نوشته محمد شعبانی از ترسیم منحنی تداوم جریان می‌توان خصوصیات ذیل را دریافت کرد:

- میلان منحنی تداوم جریان بستگی به فاصله‌ی زمانی دیتاهای انتخاب شده دارد. یعنی منحنی روزانه میلان تندتر نسبت به منحنی ماه‌هانه دارد؛
- موجودیت یک ذخیره‌ی آبی یا یک بند در مسیر دریا می تواند منحنی تداوم جریان طبیعی دریا را نظر به ماهیت جریان عادی تغییردهنده‌ی منحنی تداوم جریان طبیعی زمانی‌که به روی یک کاغذ احتمالاتی لوگاریتمی ترسیم شود، در قسمت مرکزی منحنی به صورت خط مستقیم در می‌آید؛
- توالی زمان وقوع جریان در منحنی تداوم جریان قابل مشاهده نیست؛
- با رسم منحنی تداوم جریان می‌توان خصوصیات جریان برای دریاهای مختلف را با هم مقایسه کرد. یعنی مقدار جریان متغیر نمایان‌گر میلان تند و برعکس آن؛
- انتهای مستقیم و صاف منحنی تداوم جریان، نمایش‌گر جریان اساسی می‌باشد؛
- قسمت مستقیم و صاف منحنی تداوم جریان در قسمت بالا بیان‌گر دریاهای است که منبع تغذیه‌ی برفی داشته و دریاها دارای عرض با کناره‌های سیلابی بزرگ اند.

مناقشه

در طراحی ساختمان‌های آبی و تخمین مقدار جریان دریاها برای مصارف مختلف در طول سال ضرورت به تخمین مقدار جریان طویل‌المدت دریاها مانند مقدار جریان سالانه و خصوصیات آن است. روش‌های تجربوی مختلف برای محاسبه و تخمین مقدار جریان سالانه وجود دارد. یکی از روش‌های ارزیابی تغییرات مقدار جریان عبارت از دریافت تغییرات متوسط ماهانه، فصلی و سالانه‌ی مقدار جریان آب می‌باشد که با استفاده از روش‌های احصاییوی به شکل گراف‌ها و جداول تحلیل می‌گردد (۲۱).

در عصر حاضر تحقیقات زیاد در هایدرولوژی و علوم مرتبط آن با استفاده از منحنی تداوم جریان صورت گرفته است که به طور مثال رید و هم‌کاران از منحنی تداوم جریان برای ارتباط تولید انرژی برق آبی و طراحی سیستم‌ها استفاده کرده است (۳۰).

منحنی تداوم جریان می‌تواند تمام اطلاعات مفید مربوط به جریانات کم و زیاد را نمایش دهد (۱۷). از هایدروگراف مقدار جریان متوسط ماهانه در ستیشن تنگی غارو معلوم می‌گردد که توزیع مقدار جریان ماهانه در طول سال یک‌نواخت نبوده و شامل جریانات مختلف از قبیل جریان اساسی، متوسط و جریان اعظمی یا سیلابی می‌گردد. در ماهای جولای، اگست و سپتمبر مقدار جریان از نوع جریان اساسی می‌باشد. در اینجا جریان ناشی از بارندگی اضافی و ذوب برف نمی‌باشد، صرف نمایانگر یک‌جا شدن آب‌های زیرزمینی با آب‌های سطحی می‌باشد.

فصل خزان که شروع بارندگی‌ها در افغانستان می‌باشد، شروع سال آبی نیز از ماه اوکتوبر آغاز می‌گردد. مقدار جریان آب در ستیشن تنگی غارو بیشتر گردیده که این افزایش خیلی چشم‌گیر نمی‌باشد. با اغاز فصل زمستان مقدار جریان در این ساحه رو به افزایش شده و در ماه اخر این فصل مقدار جریان خیلی زیاد می‌گردد، باشروع فصل بهار مقدار جریان از نوع اعظمی (سیلابی) می‌باشد که در ماه اپریل حالت پیک را به خود می‌گیرد.

از منحنی تداوم جریان متوسط ماهانه‌ی چندین ساله می‌توانیم شرایط مختلف را دریافت نماییم. قسمت فوقانی منحنی تداوم جریان شرایط جریان اعظمی یا سیلابی را نشان می‌دهد و قسمت انتهای آن نمایندگی از جریان اساسی می‌نماید، در حالی‌که قسمت وسط آن شرایط متوسط را در یک دریا نشان می‌دهد.

از منحنی تداوم جریان معلوم می‌گردد که انتروال جریان اعظمی تا ۱۵ فیصد، انتروال جریان متوسط بین ٤٠-٤٥ فیصد و انترول جریان اساسی تا ۳۰ فیصد در ستیشن تنگی غارو حاکم بوده است. احتمال وقوع مقدار جریان که ۵۰ فیصد زمان واقع می‌گردد، مساوی به ۸ مترمکعب فی ثانیه می‌باشد.

نتیجه‌گیری

افزایش نفوس باعث گردیده تا در اکثر مناطق مردم از حریم دریا به‌حیث محل بودوباش استفاده نمایند که این عمل مردم علت اصلی خطرات و خسارات ناشی از وقوع سیلاب‌ها در حوزه‌های دریایی به شمار رفته که افغانستان نیز دور از این عمل نمانده است. نبود زیربنای اساسی، سال‌های جنگ، بی‌ثباتی و ناپایداری سیاسی دچار ویرانی‌های زیاد در افغانستان گردید است. برای طرح‌ریزی پروژه‌های اقتصادی آبی ضرورت است تا سلسله دیتا هایدرولوژیکی برای مدت طولانی موجود باشد. در هایدرولوژی از محاسبات و تحلیل‌ها و پارامترهای گوناگون استفاده می‌گردد که یکی از این پارامترهای مهم عبارت از منحنی تداوم جریان در یک دریا می‌باشد.

سارسی در سال ۱۹۵۹م برای اولین بار مطالعه‌ی منحنی تداوم جریان را انجام داد. این منحنی رابطه بین مقادیر جریان و فیصدی وقوع آن‌را که این مقادیر جریان مساوی یا بیشتر از یک مقدار مشخص است به نمایش می‌گذارد. برای دریافت منحنی تداوم جریان مقدار جریان آب در مقابل فیصدی زمان یا احتمال وقوع آن ترسیم می‌گردد. در این منحنی مقادیر جریان به صورت نزولی ترتیب می‌گردد.

دیتاها برای ترسیم منحنی تداوم جریان از زیاد به کم ترتیب می‌گردد. ترتیب دیتا از زیاد به کم می‌رساند که مقدار جریان زیاد (اعظمی) مربوط به فیصدی احتمال وقوع کم و مقدار جریان متوسط و اساسی (جریان کم) به ترتیب مربوط به فیصدی احتمال وقوع زیاد می‌باشد. توزیع مقدار جریان در ستیشن تنگی غارو شامل سه فصل می‌شود،

در فصل تابستان مقدار جریان در ستیشن تنگی غارو کم و قسماً صفر بوده در حالی‌که در فصل خزان مقدار جریان نسبت به فصل تابستان زیادتر بوده، که مقدار جریان در فصل زمستان زیاد و در فصل بهار به حالت اعظمی خود می‌رسد. از هایدروگراف مقدار جریان متوسط هانه در ستیشن تنگی غارو یک‌نواخت نبوده، طوری‌که دیده می‌شود جریانات مختلف از قبیل جریان اساسی، متوسط و جریان اعظمی یا سیلابی را شامل می‌گردد.

فصل تابستان که شامل ماهای جولای، اوگست و سپتمبر می‌گردد، مقدار جریان از نوع جریان اساسی می‌باشد. در فصل خزان که شروع بارندگی‌ها در افغانستان می‌باشد و شروع سال آبی نیز از ماه اوکتوبر آغاز می‌گردد، مقدار جریان آب در ستیشن تنگی غارو بیشتر گردیده که این افزایش خیلی چشم‌گیر نمی‌باشد.

با اغاز فصل زمستان مقدار جریان در این ساحه رو به افزایش بوده که در ماه آخر این فصل مقدار جریان خیلی زیاد گردیده است. باشروع فصل بهار مقدار جریان از نوع اعظمی (سیلابی) می‌باشد که در ماه اپریل حالت پیک را به خود می‌گیرد. قسمت فوقانی منحنی تداوم جریان شرایط جریان اعظمی یا سیلابی را نشان می‌دهد و قسمت انتهای آن نمایندگی از جریان اساسی می‌نماید، در حالی‌که قسمت وسط آن شرایط متوسط را در یک دریا نشان می‌دهد.

در ستیشن تنگی غارو ستیشن شرایط مختلف آبی موجود بوده یعنی ۱۵ فیصد احتمال وقوع مربوط به جریان پیک یا اعظمی، از ۲۰ الی ۶۰ فیصد شرایط مرطوب یا متوسط و از ۶۰ تا ۹۰ فیصد شرایط کم‌آب که مربوط به جریان اساسی دریاها می‌شود موجود بوده است. انتروال جریان اعظمی تا ۱۵

فیصد، انتروال جریان متوسط بین ٤٠-٤٥ فیصد و انترول جریان اساسی تا ۳۰ فیصد در ستیشن تنگی غارو حاکم بوده است. تکراریت (دوره برگشت) مقدار جریان اعظمی در ستیشن تنگی غارو بین ۱۰ تا ۱۳ سال می‌رسد در حالی‌که تکراریت جریان متوسط و اصغری بین هر ٤ و ۱ سال می‌باشد. یعنی تکراریت ۳۵ مترمکعب فی ثانیه هر ۱۳ سال می‌باشد.

از منحنی تدارم جریان یک ساله نیز می‌توانیم شرایط مختلف جریان را دریافت نماییم. توزیع ماهانه‌ی مقدار جریان متوسط در ستیشن تنگی غارو در طول یک سال و چندین سال یک‌نواخت می‌باشد. منحنی تداوم جریان متوسط ماهانه‌ی چندین ساله و منحنی تداوم جریان متوسط ماه‌هانه در طول یک سال (۲۰۰٦) در ستیشن تنگی غارو از لحاظ شکل کاملاً مشابه می‌باشد.

می‌توان چنین نتیجه گرفت که اگر برای هر سال منحنی تداوم جریان در ستیشن تنگی غارو ترسیم گردد، از لحاظ شکل مشابه ولی از لحاظ فیصدی زمان وقوع (احتمال وقوع) مختلف می‌باشند، چون مقدار جریان متوسط در هر ماهِ سال مختلف می‌باشد.

منابع

(۱) اداره ملی احصاییه و معلومات. گزارش تحلیلی پیرامون بارندگی‌های اخیر در کشور، ۱۳۹۸.

(۲) اداره مـــلی آمادگی مبارزه با حوادث. اســـتراتیژی اداره ملی آمادگی مبارزه با حوادث در افغانـــستان، از ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹. ۲۰۱۵، ص ۲.

(۳) بهمنش، جوادی، مصطفوی، سمیه و زمان زاد قویدل، سروین. استفاده از محاسبات نرم در پیش‌بینی و برآورد دبی جریان و بررسی جریان زیست‌محیطی. نشریه‌ی مهندسی عمران و محیط زیست. ۱۳۹٦، شماره ۳، ص ۱۸.

(۴) تهرودی، محمد ناظری، هاشـمی، سـید رضـا و احمدی، فرشـاد. بررسـی دقت مدل‌های ANFIS, SVM و GP در مدل‌سازی مقادیر دبی جریان رودخانه. اکوهیدرولوژی، ۱۳۹۵، شماره ۳، ص ۳۴۸.

(۵) چاهوکی، اصغر زارع، سلاجقه، علی و اسدی، سعید. مدل منطقه‌یی منحنی تداوم جریان حوزه‌های آب‌خیز بدون آمار مناطق خشک. مطالعه موردی ایران مرکزی. نشریه مرتع و آب‌خیزداری. ۱۳۹۲، شماره ۲، ص ۲۵۲.

(٦) خزایی، محمد رضـا، تلوری، عبدالرسـول و جباری، ابراهیم. تحلیل توزیع فراوانی خشـک‌سـالی هیدرولوژیک. مطالعه موردی حوضه رودخانه‌ی قره سو. دانشگاه علم و صنعت ایران، ۲۰۱۱، ص ۴۹.

(۷) روفی، فضل مولا. جیولوجی عمومی جلد اول قوای خارجی زمین. کابل: پوهنتون کابل، ۱۳۸۳، صص ۸۴-۸٦.

(۸) شـــعبانی، محمد. هیدرولوژی مهندســـی. ترجمه کتاب Engineering Hydrology مؤلف .Subramanya,K. دانشگاه آزاد اسلامی واحد نی ریز. ۱۳۸۹، صص ۲۰۷-۲۱۰.

(۹) شماعی زاده، مریم و سلطانی، سعید. تحلیل فراوانی خشک‌سالی هیدرولوژیک (جریان حد اقل). مطالعه موردی رودخانه خان‌میرزا. انجمن آب‌خیزداری ایران. ۱۳۹۵، ص ۲.

(۱۰) علی‌زاده، امین. اصول‌هایدرولوژی کاربردی. مشهد: دانشگاه فردوسی، ۱۳۸۵، ص ۵۳۰ .

(۱۱) فضل اولی، رامین. جزوه درسی هیدرولوژی مهندسی. فصل اول رژیم رودخانه. دانشگاه علوم کشاورزی و صنایع طبیعی‌سازی. ۱۳۹۰، ص ۴.

(۱۲) مهدوی، جعفر. آب‌های جاری افغانستان و منابع آن (مجموعه مقالات سیمینار). اکادمی علوم. ۱۳۹۰، ص ۴۷.

(۱۳) نظر، عطامحمد. د انجنیری هایدرولوژی. کابل. پوهنتون کابل. ۱۳۸۸، ص. ۴۸.

(۱۴) نعیمی کلورزی، زهرا، قربانی، خلیل، سالاری جزی، میثم. بررسی تأثیر پارامترهای فیزیوگرافی و اقلیمی حوضه در شبیه‌سازی جریان فصلی رودخانه. اکوهیدرولوژی. ۱۳۹۵، شماره ۴، ص۵۴٦.

(۱۵) وزرات انرژی و آب. طرح جامع مدیریت منابع آب. حوضـه‌ی آب‌ریز رودخانه (دریای) کابل. جلد سـوم-بخش اول. ۱۳۸۴، ص ٦۳.

(۱٦) وزرات انرژی و آب. ریاست عمومی تنظیم امور منابع آب. دیتاستیشن تنگی غارو. بین سال‌های ۲۰۰٦ الی ۲۰۱۳.

(17) Alizadeh, A. Principal of applied hydrology. Emamreza University. Mashhad. 2007.

(18) Blumenfeld, S. Lu, C. Christophersen,T. Coates, D. Water, wetlands and forests. A review of ecological, economic and policy linkages. Montreal and Gland. CBD Technical Series, 2009, No. 47.

(19) Cordova, J. R. Gonzalez, M. Sediment yield in small watersheds based on stream flow and suspended sediment discharge measurements", Soil Technology. 1997, pp. 57-65.

(20) Eslamian S. S. Zarei A. and Abrishamchi A. Estimation of regional low flow in Mazandaran. 2004.

(21) Henderson. Roddy and Diettrich. Jan. Statistical Analysis of River Flow Data in the Horizons Region. Niwa Client Report. 2007. P. 3.
(22) Hisdal, H. Tallaksen, L. M. Clausen, M. B. Peters, E. Gus- tard, A. Hydrological drought processes and estimation methods for streamflow and groundwater. Developments in Water Science. 2004, pp. 139-145.
(23) IPCC. Climate Change, Working Group I, the Physical Science Basis. UNEP and WMO. 2013.
(24) Jeffrey R. Ziegeweid, David L. Lorenz, Charis A. Sanocki and Christaina R. Czuba. Methods for estimating flow-duration curve and low-flow frequency statistics for ungagged locations on small sreams in Minnesota. USGS, report. 2015, pp. 5-10.
(25) Kyle Mckay, S and Fischenich Craig, J. Development and application of flow duration curves for stream restoration. EMRRP.2016, P. 3.
(26) Leroy F. Heitz P. E. Prediction of flow duration curves for use in hydropower analysis at ungagged sites in Pohnpei, FSM. WERI, Technical report no. 129. 2010, pp. 5-10.
(27) Lyu HM, Shen SL, Zhou A, Yang J. Perspectives for flood risk assessment and management for mega-city metro system. Tunneling and Underground Space Technology. 2019, pp. 31-44.
(28) Neil S. Grigg. Water Resources Management. Mc. Graw Hill, 420 pades. 1994.
(29) Raghunath. H.M. Hydrology the Principle, Analysis and Design. New Age International Publishers. New Delhi. 2014, P. 3.
(30) Reed, D. W. Jakob, D. Robson, A. J. Faulkner, D. S. Stewart, E. J. Regional frequency analysis: A new vocabulary. IAHS publication. Wallingford, UK. 1999.
(31) Reichl, Fabian and Hack, Jochen. Derivation of flow duration curve to estimate hydropower generation potential in data scarce regions. MDPI. 2017, P. 5.
(32) Reilly, C.F. and Kroll, C. N. Estimation of 7-day, 10-year low-streamflow statistics using baseflow correlation. Water Resource. 2003, pp. 1-10.
(33) Richards, K. S. Rivers: form and process in alluvial channels. London, Methuen. 1982, P. 358
(34) Samela c, Troy J, Manfreda S. Geomorphic classifiers for flood-prone areas delineation for data-scarce environments. Journal of the Advances in Water Resources. 2017, pp. 13-28.
(35) Shokoohi A, Amini M. Introducing a new method to determine rivers' ecological water requirement in comparison with hydrological and hydraulic methods. International Journal of Environmental Science and technology. 2014.
(36) Smakhtin V. U. Low-flow hydrology: a review. Elsevier, Journal of hydrology. Vol. 240, 2001.
(37) Stacey A. Archfield, Richard M. Vogel, and Sara L. Brandt. Estimation of flow duration curve at ungagged sites in Southern New England. ASCE. 2007, pp .6-12.
(38) Vogel. R. M. Fennessey, N. M. Flow-duration curves ii: a review of applications in water resources planning. Journal of the American Water Resources Association. 1995.
(39) Zheng., H. Zhang, L. Liu, C. Shao, Q. Fukushima, Y. Changes in stream flow regime in headwater catchments of the Yellow River basin since the 1950s. 2007.