دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی
دانشکده مهندسی آب و خاک
گروه مهندسی آب

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته منابع آب

مقایسه روش‌های جداسازی هیدروگراف جریان در حوزه آبخیز گرگانرود

نگارش و پژوهش:

احمد تمسکنی

اساتید راهنما:

دکتر مهدی ذاکری نیا – دکتر ابوطالب هزارجریبی

تابستان 91

بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله رب العالمين الرحمن الرحيم مالك يوم الدين
اهدنا الصراط المستقيم صراط الذين
انعمت عليهم غير المغضوب عليهم
ولا الضالين

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی

دانشکده مهندسی آب و خاک

گروه مهندسی آب

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته منابع آب

مقایسه روش‌های جداسازی هیدروگراف جریان در حوزه آبخیز گرگانرود

نگارش و پژوهش:

احمد تمسکنی

اساتید راهنما:

دکتر مهدی ذاکری نیا – دکتر ابوطالب هزارجریبی

استاد مشاور:

دکتر امیر احمد دهقانی

تابستان 91

تقدیم به

مادرم

که به تنهایی، رنج قامت کشیدنم را به دوش کشید.

چکیده

دبی پایه بخشی از جریان است که از آب زیرزمینی تغذیه می‌شود. این بخش از جریان نقش بسزایی در مدیریت منابع و مطالعات هیدرولوژیکی مانند مدل‌سازی کمی بارش-رواناب، مدل سازی و ارزیابی کیفیت آب دارد و همچنین درکالیبراسیون و اعتبارسنجی این مدل‌ها می‌تواند به کار رود. از تقسیم دبی پایه بر کل جریان شاخص دبی پایه به دست می‌آید که نشان دهنده میزان مشارکت آب زیرزمینی در کل جریان است. هدف از این پژوهش انتخاب روش مناسب برآورد دبی پایه در حوزه مورد مطالعه است. بدین منظور هیدروگراف آورد روزانه ایستگاه تمر در بالادست سد بوستان بر روی رودخانه گرگانرود در استان گلستان در یک دوره 21 ساله با روش-های *local minimum*، *fixed interval* و *sliding interval* و *BFLOW* با ضرایب 0/9، 0/925، 0/95، 0/975 و 0/99 تفکیک شد و نتایج آن‌ها با سه معیار میانگین مطلق خطا (*MAE*) و مجذور میانگین مربعات خطا (*RMSE*) و ضریب کارایی نش- ساتکلیف(*Nash & Sutcliffe*) با منحنی خشکیدگی آبخوان مقایسه شد که نشان داد روش *BFLOW* با ضریب 0/9 مناسب‌ترین روش برآورد دبی پایه در حوزه مورد مطالعه است و شاخص دبی پایه با این روش 89 درصد به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: دبی پایه، *fixed interval* ، *sliding interval* ، *local minimum* ، الگوریتم *BFLOW*

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل یکم؛ مقدمه و کلیات
1-1- مقدمه 2
2-1- بیان مسأله 6
3-1- سوالات اساسی تحقیق 10
4-1- فرضیات تحقیق 11
5-1- هدف تحقیق 12
فصل دوم؛ بررسی منابع
1-2- مقدمه 14
2-2- روش‌های جداسازی دبی پایه از هیدروگراف 15
2-1-2- روش ردیاب‌های شیمیایی و ایزوتوپی 16
2-2-2- روش گرافیکی 16
1-2-2-2- روش دبی ثابت 17
2-2-2-2- روش شیب ثابت 17
3-2-2-2- روش مقعر 17
4-2-2-2- روش منحنی خشکیدگی 18
3-2-2-2- روش خودکار فیلتر عددی 19
1-3-2-2-2- محدوده زمانی ثابت 21
2-3-2-2-2- محدوده زمانی جابه‌جا شونده 21
3-3-2-2-2- حداقل محلی 21
4-2-2-2- فیلترهای عددی برگشتی 23

2-3- پیشینه پژوهش 26
2-3-1- پیشینه پژوهش در داخل کشور 26
2-3-2- پیشینه پژوهش در خارج از کشور 29
2-4- جمعبندی 31
فصل سوم؛ مواد و روش‌ها
3-1- منطقه مورد مطالعه 33
3-2- روش‌ها و مراحل انجام پژوهش 35
فصل چهارم؛ نتایج وبحث
4-1- مقدمه 41
4-2- بررسی معیار میانگین مطلق خطا 41
4-3- بررسی معیار مجذور میانگین مربعات خطا 48
4-4- بررسی معیار ضریب کارایی نش- ساتکلیف 55
فصل پنجم؛ نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات
5-1- مقدمه 63
5-2- مناسبترین روش تفکیک هیدروگراف جریان 63
5-2-1- طبقه بندی بر اساس MAE 64
5-2-2- طبقه بندی بر اساس $RMSE$ 65
5-2-3- طبقه بندی بر اساس ضریب کارایی نش- ساتکلیف (E) 66
5-3- بررسی شاخص دبی پایه 68
5-4- پیشنهادات 72
فصل ششم؛ منابع
فهرست منابع مورد استفاده: 74

جدول‌ها

عنوان صفحه

جدول3-1- برخی از مشخصات ایستگاه و حوزه آبخیز 34

جدول 4-1- نتایج معیار *MAE* برای روشهای فیلتر خودکار عددی 42

جدول4-2- میانگین و بیشینه و کمینه *MAE* 44

جدول 4-3- نتایج معیار *MAE* برای مدل *BFLOW* 45

جدول4-4- میانگین و بیشینه *MAE* برای مدلهای *BFLOW* 47

جدول4-5- نتایج معیار*RMSE* برای روشهای فیلتر خودکار عددی..... 49

جدول4-6- کمینه ، میانگین و بیشینه *RMSE*..... 51

جدول 4-7- نتایج *RMSE* برای مدل *BFLOW* 52

جدول4-8- میانگین و بیشینه *RMSE*..... 54

جدول 4-9- نتایج *E* برای مدلهای فیلتر خودکار عددی 55

جدول4-10- کمینه، میانگین و بیشینه E برای روشهای خودکار فیلتر عددی..... 58

جدول4-11- نتایج ضریب کارایی برای روش *BFL0W* 58

جدول4-12- کمینه، میانگین و بیشینه *E* 61

جدول5-1- نتیجه معیارها برای مدل *BFLOW* با ضریب فیلتر 0,9..... 63

جدول 5-2- طبقه بندی بر اساس *MAE* 64

جدول 5-3- طبقه بندی بر اساس *RMSE*..... 65

جدول 5-4- طبقه بندی بر اساس *E*..... 66

جدول 5-5- شاخص *BFI* سالانه 69

شکل‌ها

عنوان صفحه

شکل1-1– هیدروگراف بارانی با شدت ثابت و تداوم بارندگی طولانی‌تر از زمان تمرکز 4

شکل 1-2- هیدروگراف بارانی با تداوم بارندگی مساوی زمان تمرکز 4

شکل 1-3- بخشهای مختلف یک هیدروگراف 6

شکل 1-4- تفکیک هیدروگراف به دو قسمت دبی پایه و رواناب مستقیم 7

شکل 2-1- جداسازی هیدروگراف به روشهای دبی ثابت، شیب ثابت و مقعر.....18

شکل 2-2- تفکیک هیدروگراف به روش محدوده زمانی ثابت.....22

شکل 2-3- تفکیک هیدروگراف به روش محدوده زمانی جابهجا شونده.....22

شکل 2-4- تفکیک هیدروگراف به روش حداقل محلی 23

شکل 2-5- تفکیک هیدروگراف با الگوریتم *BFLOW* با ضرایب فیلتر متفاوت 25

شکل3-1- موقعیت حوزه و ایستگاه تمر 34

شکل3-2- نحوه تعیین نقطه عطف هیدروگراف 38

شکل4-1- نمودار نتیجه معیار *MAE* برای روشهای فیلتر خودکار عددی 44

شکل4-2- نمودار نتیجه معیار *MAE* برای روش *BFLOW* 48

شکل4-3- نمودار نتیجه معیار *RMSE* برای روشهای خودکار فیلتر عددی 51

شکل4-4- نمودار نتیجه معیار *RMSE* برای روش *BFLOW*.....54

شکل4-5- نمودار نتیجه معیار E برای روشهای فیلتر خودکار عددی.....57

شکل4-6- نمودار نتیجه معیار E برای روشهای *BFLOW*.....61

شکل5-1- مقایسه گرافیکی مدلهای جداسازی هیدروگراف 67

شکل 5-2- تفکیک هیدروگراف چهار سال آبی برای نمونه با نرم افزار *Hydro Office*.....71

فصل یک:

مقدمه و کلیات

1-1- مقدمه

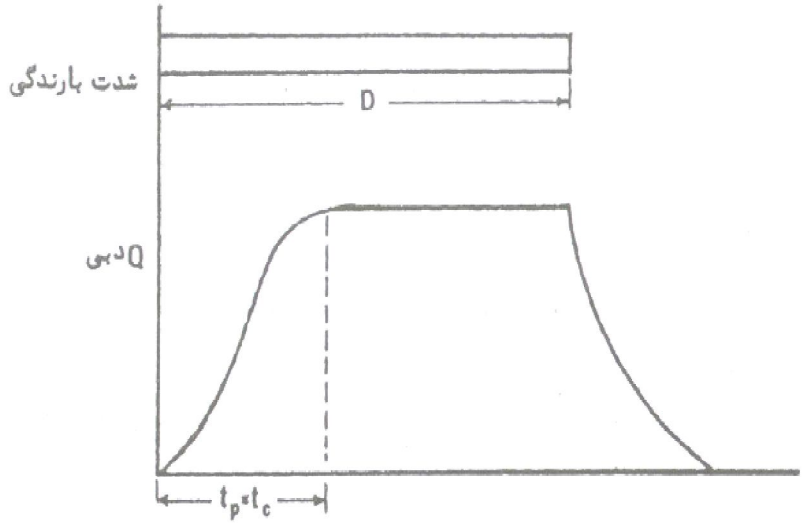
افزایش بی‌رویه جمعیت در سه دهه اخیر و محدودیت منابع آب سطحی و زیرزمینی باعث شده است که مدیریت بهره برداری از رودخانه‌های کشور به عنوان یکی از اولویت‌های تحقیقاتی بخش اجرایی قرار گیرد. در این میان با توجه به عدم امکان احداث سد در هر رودخانه و عدم تنظیم آب آن، بهره برداری از آورد روزانه رودخانه از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد بود. بنابراین آگاهی و شناخت جریان به خصوص در مواقع کم آبی‌های رودخانه در جهت مدیریت بهره برداری امری ضروری و لازم است. بهره برداری از رودخانه به منظور استفاده‌های مختلف، نیاز به شناخت رژیم آبدهی آن دارد؛ به ویژه در مواقع کم آبی که حساسیت پروژه‌های آبی به آن بیشتر است، آگاهی از میزان دبی و دوره وقوع کم آبی‌ها دارای اهمیت می‌باشد.

منابع آب‌های سطحی یکی از سرمایه‌های قابل تجدید کشور است که باید از آن حداکثر استفاده را به عمل آورد. در حال حاضر برای تصمیم‌گیری در مورد اجرای طرح‌های هیدرولوژی در کشور، سنجه نسبت سود به هزینه معیار قرار گرفته و تنها در صورتی که این سنجه بیشتر از یک بوده و طرح اقتصادی باشد نسبت به اجرای آن اقدام می‌شود. اما واقعیت این است که نسبت سود به هزینه باید فقط در اولویت بخشیدن به طرح‌ها به کار برده شود نه اینکه اجرای طرح بهره‌برداری از منابع آب را مردود سازد. زیرا آب برای ما یک منبع حیاتی است و باید از هر متر مکعب آن به بهترین وجه استفاده گردد. در بهره‌برداری از منابع آب حفظ اصول بوم شناختی و پایداری منابع آب به منظور تداوم بهره‌برداری برای نسل حاضر و نسل‌های آینده امری ضروری است و باید از آب به عنوان یک کالای فرا اقتصادی بهره‌برداری کرده و به این بهره‌گیری تداوم بخشیده شود. حتی اگر لازم باشد برای حفاظت از محیط زیست آب بدون مهار شدن در رودخانه جاری باشد.

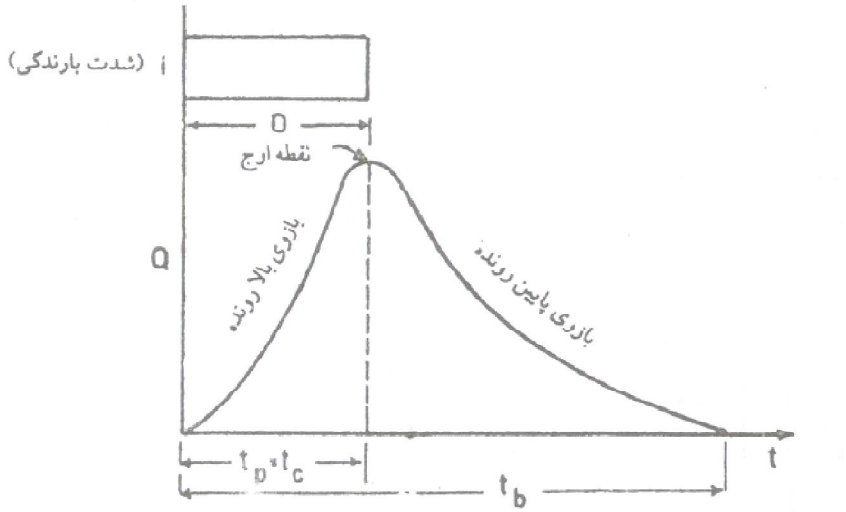
آبنمود یا هیدروگراف[1] نموداری است که تغییرات دبی رواناب را نسبت به زمان نشان می‌دهد. اگر روی یک حوزه آبخیز که زمان تمرکز آن tc است باران یکنواختی به مدت D ساعت ببارد و D > tc باشد، دبی خروجی از حوزه به تدریج افزایش می‌یابد و در زمانی که برابر زمان تمرکز حوزه است به حداکثر خود می‌رسد. سپس تا زمانی که بارندگی ادامه دارد دبی ثابت باقی مانده و بلافاصله پس از قطع باران تقلیل می‌یابد. چنین منحنی‌ای که تغییرات دبی را در زمان های مختلف نشان می‌دهد هیدروگراف گویند. شکل 1-1 تیپ هیدروگراف‌هایی است که در آن تداوم بارندگی(D) از زمان تمرکز حوزه(tc) بیشتر است. در چنین وضعیتی زمان رسیدن به اوج هیدروگراف(tp) با زمان تمرکز برابر خواهد بود(tp = tc). اما اگر مدت بارندگی برابر زمان تمرکز باشد در شکل هیدروگراف تغییراتی بوجود می‌آید و قسمت اوج آن از حالت پهن بودن خارج شده و شکل قله‌ای به خود می‌گیرد. به طوریکه هیدروگراف پس از رسیدن به اوج دوباره نزول کرده و منحنی شکل زنگوله‌ای پیدا می‌کند. در چنین وضعیتی چون تداوم بارندگی دقیقاً برابر زمان تمرکز حوزه است زمان رسیدن به اوج نیز برابر زمان تمرکز خواهد بود. که این وضعیت در شکل 1-2 نشان داده شده است. این شکل برای وضعیتی است که زمان تمرکز حوزه(tc) و تداوم بارندگی (D) با هم برابر بوده‌اند(tc = D). در نتیجه هیدروگراف در زمانی به اوج خود می‌رسد که بارندگی به اتمام رسیده باشد. در این وضعیت زمان رسیدن به اوج هیدروگراف برابر زمان تمرکز و تداوم بارندگی است (tp = tc= D).

اگر مدت بارندگی کوتاه‌تر از زمان تمرکز حوزه باشد، باز هم هیدروگراف شکل زنگوله‌ای خود را حفظ خواهد کرد ولی هیدروگراف پس از یک تأخیر زمانی به نقطه اوج می‌رسد(شکل 1-3). فاصله زمانی بین مرکز بارندگی تا نقطه اوج هیدروگراف را زمان تأخیر[2] می‌گویند.

1 -Hydrograph
2 -lag time



شکل1-1– هیدروگراف بارانی با شدت ثابت و تداوم بارندگی طولانی‌تر از زمان تمرکز

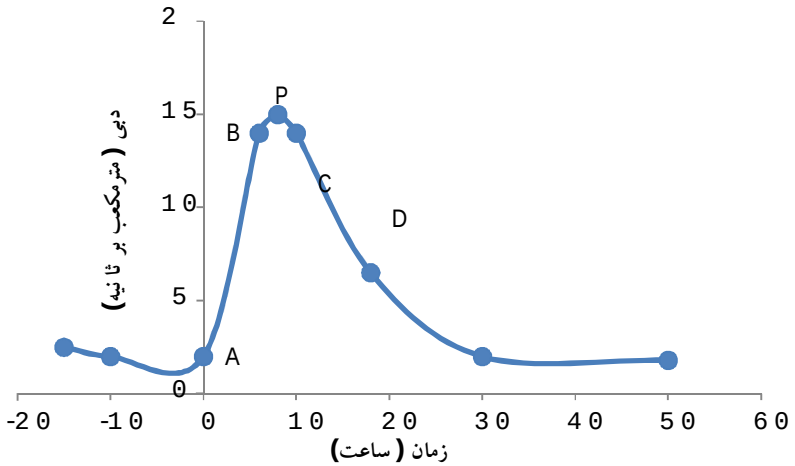


شکل 1-2- هیدروگراف بارانی با تداوم بارندگی مساوی زمان تمرکز

به طور کلی هر هیدروگراف از سه قسمت اساسی تشکیل شده است که عبارتند از:

- **شاخه بالارونده**[1]: اگر به شکل 1-3 توجه شود، قسمت A تا B را بازوی بالارونده هیدروگراف می‌گویند که نشان می‌دهد چگونه دبی خروجی حوزه پس از بارندگی افزایش می‌یابد. این قسمت از هیدروگراف بستگی به خصوصیات فیزیکی و پوشش سطح حوزه و ویژگی‌های بارندگی از قبیل شدت، مدت و یکنواختی آن دارد و قاعدتاً کمی حالت محدب دارد. پس از آنکه تمام سطح حوزه در رواناب خروجی شرکت کردند هیدروگراف به نقطه اوج خود می‌رسد.
- **اوج**[2]: حداکثر دبی هیدروگراف معمولاً یک نقطه نیست بلکه بخشی از منحنی هیدروگراف است که در شکل 1-3 از B تا C است. با این وجود همیشه هیدرولوژیست‌ها علاقمند هستند که یک نقطه مشخص را مانند P در هیدروگراف مشخص کنند تا از آن به عنوان حداکثر دبی استفاده نمایند.
- **شاخه پائین رونده**[3]: بخش C تا D را روی شکل 1-3 که حالت مقعر دارد را شاخه پائین رونده هیدروگراف گویند. این بخش نشان دهنده چگونگی تخلیه آب ذخیره شده در حوزه طی بارندگی است. به عبارت دیگر تا نقطه C آب در حوزه ذخیره شده و از آن به بعد تخلیه می‌گردد. نقطه D جائی است که از آن به بعد آب جاری در رودخانه از آب‌های زیرزمینی و زیرسطحی تأمین می‌شود و ویژگی‌های بارندگی تأثیری بر آن ندارد.

1 -rising limb
2 - peak
3 -recession limb



شکل 1-3- بخش‌های مختلف یک هیدروگراف

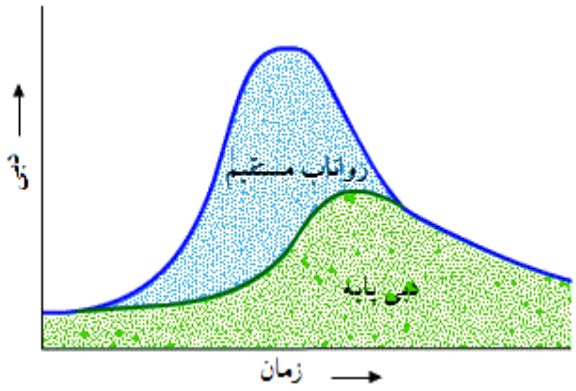
1-2- بیان مسأله

نزولات جوی به صورت باران، برف یا تگرگ به سطح زمین می‌رسند. بخشی از آب حاصل توسط شاخ و برگ نباتات و درختان موجود در حوزه گرفته می‌شود(برگاب)، مقداری به وسیله تبخیر از سطح آب و خاک دوباره به جو برمی‌گردد و بخشی نیز در خاک نفوذ می‌کند و بعد از رساندن رطوبت خاک به حالت اشباع دو قسمت می‌شود. قسمتی از آن به صورت جریان‌های زیرقشری[1] دوباره وارد آب‌های سطحی شده و قسمت دیگر نفوذ عمقی یافته، آب‌های زیرزمینی را تشکیل می‌دهند. مابقی به صورت آب‌های سطحی بر روی زمین جریان پیدا کرده و پس از پر نمودن گودی‌های موجود (چالاب) در سطح حوزه توسط جویبارهای کوچک و بزرگ وارد رودخانه اصلی شده و جریان سطحی را به وجود می‌آورد.

1 - Subsurface Flow or Interflow

برآورد میزان مشارکت آب های زیرزمینی در دبی جریان در یک حوزه آبخیز یکی از مهم ترین مباحث مدیریت منابع آب و هیدرولوژی می باشد. رودخانه ها معمولا در طول فصل های خشک و کم باران از سفره آب زیرزمینی تغذیه می کنند، جریان‌های کم معمولا" ناشی از تخلیه آب زیرزمینی یا دریاچه ها و مرداب‌ها و یا آب شدن یخچال‌ها می‌باشد (اسماخنین،2001).

روش‌های تجزیه هیدروگراف[1]، معمولا جریان آبراهه را به مولفه سریع و مولفه تاخیری تفکیک می کنند. مولفه جریان تأخیری که به آن جریان پایه[2] گویند، مقدار جریانی است که از منابع ذخیره آبخیز سرچشمه می‌گیرد(شکل1-4)؛ شاخص جریان پایه[3] عبارت است از نسبت جریان پایه محاسبه شده از تجزیه هیدروگراف جریان به کل جریان (WMO[4]-.1029، 2008 NO).



شکل 1-4- تفکیک هیدروگراف به دو قسمت دبی پایه و رواناب مستقیم

1 -Hydrograph separation
2 - Base Flow
3 - Base Flow Index (BFI)
4 - World Meteorological Organization

جداسازی اجزای جریان از طریق آنالیز هیدروگراف جریان، اطلاعاتی را راجع به خصوصیات ذخائرطبیعی که رودخانه را تغذیه می‌کند در اختیار قرار می‌دهد. جریان پایه جزئی از جریان رودخانه می‌باشد که نسبت به بارندگی واکنش نشان می‌دهد و معمولا مرتبط با آب تخلیه شده از ذخیره آب زیرزمینی می‌باشد. دانستن جریان پایه در ارزیابی کیفیت آب و شرایط جریان کم مفید است و می‌تواند برای کالیبراسیون و اعتبارسنجی مدل‌های هیدرولوژی بکار گرفته شود.

کاهش تدریجی منابع آب آبخیز در طول دوره های خشک و کم باران در شکل منحنی فروکش جریان یا همان شاخه نزولی هیدروگراف نمودار می‌گردد. این منحنی نشان می‌دهد که در یک حالت کلی، چگونه ذخایر و جریانات آبخیزهای مختلف، جریان خروجی از آبخیز را تنظیم می‌کنند (WMO-NO.1029، 2008).

یکی از کاربردی‌ترین مباحث مربوط به هیدرولوژی، بررسی هیدروگراف جریان است که امکان مطالعه دبی حداکثر سیلاب، حجم سیلاب و میزان ذخیره حوزه پس از قطع بارندگی و نیز سهم آب‌های زیرزمینی در رواناب را فراهم می‌سازد. برآورد میزان مشارکت دبی پایه در رواناب ماهانه و سالانه در یک حوزه آبخیز در برنامه‌ریزی آبیاری، کشاورزی، مدیریت خشکسالی، کاهش تلفات آب، تولید انرژی برق-آبی، بررسی تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی کاربرد دارد(بروتسارت و نیبر[1]، 1977؛ ژیلاگی[2]، 2004).

دبی پایه بخش مهمی از جریان رودخانه‌ها را تشکیل می‌دهد که آن را می‌توان تقریبی از جریان آبهای زیرزمینی قلمداد نمود(وایت و اسلوتو[3]، 1990؛ هلتشلاگ و نیکلاس[4]، 1998؛ اسماختین[5]، 2001). از سوی دیگر برخی از محققین نشان دادند که دبی پایه می‌تواند برای تخمین میزان متوسط تغذیه آبهای زیرزمینی نیز به کار رود(روتلگ و سی سی دانیل[6]، 1994؛

1 - Brutsaert, W. and J.L. Nieber
2 - Szilagyi, J.
3 -White, K.A. and R.A. Sloto
4 -Holtschlag, D.J. and J.R. Nicholas
5 -Smakhtin, V.U.
6 - Rutledge, A.T. and C.C. Daniel

مائو و تی سی وینتر[1]، 1997). علاوه بر این مقادیر دبی پایه در تحلیل بیلان آبی و بررسی پاسخ هیدرولوژیکی حوزه‌های آبخیز حائز اهمیت است.

به دلیل پیچیدگی نحوه مشارکت دبی پایه در رواناب تنها راه دقیق برآورد سهم دبی پایه جریان، استفاده از ردیاب‌های رادیواکتیو و شیمیایی است(چاپمن و آل ماکسول[2]، 1996). البته این روش به دلیل محدودیت اجرایی و اقتصادی آن درعمل در سطح وسیع امکان‌پذیری اندکی دارد. بنابراین در تحقیقات روش‌های گرافیکی برای تعیین نقطه شروع و خاتمه رواناب مستقیم و تفکیک اجزای هیدروگراف جریان توسعه یافته است(مک کوئین[3]، 1998).البته این روش‌ها نیز به دلیل صرف وقت زیاد و عدم پیوستگی در دوره‌های زمانی طولانی کارایی چندانی ندارد و به جای آن الگوریتم‌های عددی به صورت روش‌های اتوماتیک توسعه یافته است(ناتان و مک‌ماهان[4]، 1990).

شاخص دبی پایه یک نسبت بدون بعد است که اولین بار توسط لوویچ[5] توسعه یافته و توسط پژوهشکده هیدرولوژی[6] به کار رفته است. این شاخص از تقسیم حجم دبی پایه بر حجم کل رواناب برای هر سال یا کل دوره آماری به دست می‌آید و بیانگر اطلاعاتی در مورد نسبت رواناب مشتق شده از منابع ذخیره‌ای حوزه آبخیز است. اولین قدم در برآورد این شاخص تفکیک هیدروگراف جریان و برآورد دبی پایه است.

شاخص دبی پایه می‌تواند به عنوان یکی از ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولوژیکی حوزه‌های آبخیز در مطالعات و تحقیقات مربوط به تحلیل منطقه‌ای سیلاب و جریان‌های حداقل و تعمیم داده‌ها به حوزه‌های فاقد آمار مورد بهره‌برداری قرار گیرد. شناخت مناسب‌ترین روش تفکیک هیدروگراف و برآورد دبی پایه، امکان محاسبه دقیق‌تر این شاخص را فراهم می‌سازد.

تحلیل هیدروگراف بخش عمده‌ای از عملیات هیدرولوژی سیل را به خود اختصاص می‌دهد. همانطور که قبلاً گفته شد هیدروگراف نموداری است که در آن رفتار حوزه در مقابل

1 - Mau, D.P. and T.C. Winter
2 -Chapman, T.G. and Al. Maxwell
3 -McCuen, R.H.
4 - Nathan, R.J. and T.A. McMahon
5 - Lvovich, M.I.
6 - Institute of Hydrology

بارندگی تصویر می‌شود، پس می‌توان از آن برای وضعیت سیل‌هایی که در آینده اتفاق خواهد افتاد استفاده نمود. در این باره از اندازه‌گیری‌های آب‌سنجی گذشته استفاده شده و با تجزیه و تحلیل آنها هیدروگرافی که ممکن است در آینده انتظار وقوع آن وجود داشته باشد رسم می‌شود. این هیدروگراف به عنوان هیدروگراف طرح در کارهای آبی به کار برده می‌شود.

از مهمترین قدم‌هایی که در تجزیه و تحلیل هیدرولوژی و تهیه هیدروگراف‌های طرح برداشته شده است مفهوم هیدروگراف واحد[1] است که برای اولین بار در سال 1932 توسط یک مهندس امریکایی به نام شرمن[2] پیشنهاد گردید. هیدروگراف واحد، هیدروگرافی است که ارتفاع رواناب در آن به اندازه واحد طول باشد. یعنی اگر حجم رواناب این هیدروگراف را بر واحد سطح حوزه تقسیم کنیم ارتفاع حاصله از آن یک واحد گردد. این واحد می‌تواند سانتیمتر، میلیمتر و یا اینچ باشد. در تعریف هیدروگراف واحد لازم است مدت بارندگی نیز مشخص گردد تا معلوم باشد ارتفاع یک واحد رواناب، مربوط به چه مدت بارندگی است.

ویژگی هیدروگراف واحد آن است که اگر برای یک حوزه هیدروگراف واحد را داشته باشیم، قادر خواهیم بود از روی آن هیدروگراف طرح را که قرار است سازه آبی بر اساس آن طراحی شود، به شرط آنکه مدت بارندگی برابر همان مدت هیدروگراف واحد در نظر گرفته شود، بدست آوریم. بنابراین تهیه هیدروگراف واحد حوزه برای تداوم‌های مختلف از اقدامات اساسی در هیدرولوژی است.

1-3- سوالات اساسی تحقیق

هیدروگراف جریان، نمایانگر تمامی عوامل و فعل و انفعالات مختلفی است که در بوجود آمدن جریان رودخانه نقش دارند و با بررسی آن به درستی می‌توان پاسخ هیدرولوژیکی حوزه

1 - Unit Hydrograph
2 - Sherman