

توزیع توازن آب در ارتفاعات حوضه تالاب انزلی با استفاده از GIS

ایرج ارسلانی^{1*}، محمدرضا افشاری آزاد و آتوسا بیگدلی

دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت؛

Arsalani.iraj@gmail.com

استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت؛

mafshariazad@gmail.com

استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت؛

Bigdeli@iaurasht.ac.ir

چکیده

بارش های جوی که از طریق تبخیر از سطح آبهای اقیانوس ها، دریاها، دریاچه ها و دیگر پیکره های آبی حاصل می شود بصورت چرخه هیدرولوژیکی درحالت تعادل می باشد. مشاهدات منطقه ای نشان می دهد که میزان بارندگی ها درسال های مختلف دارای تغییرمی باشد که به تبع آن، بخشی از بارندگی که به رواناب تبدیل می شود نیز تغییر می یابد. هدف از انجام این پژوهش، بررسی و تحلیل وضعیت توزیع تعادل آب (بیلان) در ارتفاعات حوضه تالاب انزلی است که به لحاظ کوهستانی بودن منطقه و عدم وجود ایستگاه هیدرومتری در برخی حوضه ها با استفاده از مدل تجربی (روش S.C.S) به ارزیابی منابع آب پرداخته شده، تا بدین طریق آگاهی لازم از مقدار آب مازاد و یا احیاناً کسری آن آگاهی لازم حاصل گردد. در این تحقیق با استفاده از نقشه های رقومی توپوگرافی (به منظور تهیه مدل ارتفاعی رقمی)، نقشه خاک منطقه و داده های هواشناسی ایستگاه های داخل محدوده و مجاور آن، لایه های بارش، تبخیر و نفوذ آب باران به درون خاک برای منطقه بصورت لایه های اطلاعاتی با ساختار رستری تهیه گردید و پس از رویهم گذاری این لایه های اطلاعاتی در نرم افزار های GIS وضعیت توزیع توازن آب در ارتفاعات حوضه تالاب مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. برای تعیین مدل بیلان آبی، ابتدا هریک از پارامترهای مؤثر در وضعیت توازن توزیع آب محدوده که در این پژوهش براساس معادله بیلان انجام می شود شامل بارش، تبخیر و تعرق، رواناب سطحی محدوده مورد مطالعه در نظر گرفته شد پس از بررسی و تعیین این پارامترها، در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) بصورت لایه های اطلاعاتی (ساختار رستر) تبدیل گردید. در این ساختار منطقه بصورت سلول های مشابه و هم اندازه بوده و دارای ارزش کمی وابسته به اطلاعات لایه اطلاعاتی خواهد بود. سپس با استفاده از روش SCS میزان رواناب در محدوده مطالعاتی اندازه گیری شد که در آن با تهیه نقشه CN یا شماره منحنی² که از تلفیق نقشه های کاربری اراضی با گروه های هیدرولوژیکی خاک حاصل می شود اقدام به تهیه نقشه ضریب نگهداشت آب (S) گردیده است. از سوی دیگر با استفاده از داده های ایستگاه های هواشناسی منطقه، روند بارندگی و تبخیر و تعرق طی یک دوره آماری 25 ساله بررسی و تعیین گردید.

نتایج حاصل این پژوهش نشان میدهد که متوسط حجم سالیانه کل جریان ورودی در سطح 1789/8 کیلومتر مربع حوضه، طی دوره 25 ساله آماری برابر 2319/2 میلیون مترمکعب و جریان خروجی (مجموع تبخیر و تعرق و رواناب) معادل 3397/5 میلیون مترمکعب می باشد که در برخی مناطق ارتفاعات جنوبی حوضه، دارای روند منفی بوده است.

واژه های کلیدی: بیلان آب، چرخه هیدرولوژیکی، حوضه تالاب انزلی، روش S.C.S مدل تجربی، GIS

آدرس نویسنده مسؤول: رشت، اداره کل منابع طبیعی - اداره مهندسی - کدپستی: 4188958631

* دریافت: آذر، 1390 و پذیرش: بهمن، 1391

مقدمه

در یک حوضه آبریز است. بدین منظور با بررسی و تحلیل داده های هیدرولوژیکی و بعضا مدل سازی آنها طی دوره های زمانی خواهیم توانست از روند چرخه هیدرولوژیکی آگاهی یابیم و با پیش بینی وضعیت منابع آبی هرمنطقه به مدیریت و برنامه ریزی بپردازیم هرچند تاثیر عوامل مختلف در تعیین روند فراوان بوده و دسترسی به برخی از این عوامل تقریبا غیرممکن است ولی بهره گیری از مدل های تجربی و تکنیک های بروز تا حدودی می تواند موثر واقع شود.

در این تحقیق نیز تلاش بر این است که پس از تعیین عوامل موثر در چرخه هیدرولوژیکی با استفاده از مدل های تجربی و نرم افزارهای کاربردی به تحلیل و بررسی وضعیت هیدروکلیماتولوژی ارتفاعات حوضه تالاب پرداخته شود و روند ورودی و خروجی منابع آبی مورد بررسی قرارگیرد. این بررسی می تواند در تصمیم گیری و چگونگی استفاده بهینه از میزان تغییرات ذخیره آبهای سطحی در حوضه ویا معضلات و مشکلاتی که رواناب ناشی از آن می تواند درحوضه بوجود آورد کمک شایان نماید.

با توجه به بررسی منابع موجود در مقیاس جهانی، مدل های بیلان آبی مختلفی در مقالات پژوهشی گوناگونی مورد بررسی قرار گرفته است که در این بخش به بررسی پاره ای از موارد آن اشاره می شود:

کمالی سر و همکاران (2008)، از مدل شبیه سازی هیدرولوژیکی برای تحلیل بیلان آبی استفاده کرد و عملکرد مدل در فرآیندهای بارش که بصورت جریان جاری، تبخیر و تعرق و جریان آب زیرزمینی تبدیل می شد را مورد بررسی قرار داد [13].

جاسروتیا و همکاران (2009)، با انجام مطالعه توازن آبی با استفاده از مدل تورنت وایت به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از راه دور برای پیدا کردن مقدار آب خارج شده و مقدار آب مازاد در حوضه آبخیز نقطه عطفی را بوجود آوردند [14].

براساس بررسی های انجام شده در حال حاضر از کل منابع آب تجدید پذیر، سالانه 88/5 میلیارد متر مکعب (93%) در بخش کشاورزی، 4/5 میلیارد متر مکعب (5%) در مصارف خانگی و مابقی در بخش صنعت مصرف می شود [12].

آب مازاد که بخش عمده آن خصوصا" در مدت کم و با شدت زیاد در هر حوضه ای به حالت رواناب سطحی جاری می شود باعث خسارت های مستقیم و غیرمستقیم و به صورت ایجاد سیل در پائین دست که همواره پدیده فرسایش خاک را در پی خواهد داشت موجب از بین رفتن خاکهای حاصلخیز شده و علاوه بر آن باعث به خطر افتادن بستر تولید و امنیت غذایی و همچنین انباشت رسوبات در تالاب ها و تاسیسات آبی همچون سدها و... خواهد شد. یا برعکس کمبود آب در هر حوضه نیز باعث به خطر افتادن اکوسیستم زیست- محیطی آن حوضه و همچنین اراضی پایین دست خواهد شد

بدین سبب از مهم ترین مباحث هیدرولوژی که در مدیریت منابع آب بسیار کاربرد دارد محاسبه مولفه های مختلف بیلان منابع آب سطحی و زیرزمینی است. تنها مقادیر بارش و جریان سطحی هستند که به طور گسترده و تقریبا در ایستگاه های زیادی در یک حوضه اندازه گیری می شوند. مقادیر تبخیر معمولا در مقیاس محدود اندازه گیری می شوند. همچنین مقادیر نفوذ و رطوبت خاک نیز دارای اندازه گیری های محدود بوده و معمولا بوسیله روابط تجربی محاسبه می گردند بنابراین استفاده از مدل های بیلان آب برای تخمین مولفه های مختلف چرخه آبی از اهمیت زیادی در تحلیل های هیدرولوژیکی برخوردار است [8].

در پیش بینی وضع هیدرولوژی، عوامل چرخه آب مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می گیرند. پایه و اساس مدیریت جامع و پایدار در حوضه های آبریز مستلزم آگاهی و شناخت از وضعیت بیلان آبی و بررسی دقیق آنها

$P =$ حجم ریزشهای جوی در محدوده بیلان ، $Q_{si} =$ حجم جریان های سطحی ورودی به محدوده بیلان
 $Q_{so} =$ حجم جریان سطحی خروجی از محدوده بیلان،
 $E_{ts} =$ شامل حجم تبخیر و تعرق ، $I =$ نفوذ
 $R_g =$ حجم کل جریان آب زیرزمینی ورودی به حوضه آبریز،

$\Delta S_s =$ حجم تغییرات ذخیره آب سطحی

در سیستم هیدرولوژیکی طبیعی، عواملی نظیر برگاب و ذخیره چالابی نیز وجود دارد که در عمل با حذف مقدار برگاب و ذخیره چالابی، معادله بیلان به صورت ساده تری درمی آید زیرا این دو مقدار می توانند در برآورد تبخیر و تعرق و مقدار رطوبت خاک در نظر گرفته شوند. برای مدل سازی بیلان آب، باید آمار اجزا بیلان را به دست آورد. آمار دما و بارش متوسط از روی آمارهای ثبت شده در ایستگاه های هواشناسی تهیه می شود، اما یکی از مهمترین اهداف این تحقیق بهره گیری از برخی مدل های تجربی تعیین حجم رواناب در مناطق کوهستانی است که امکان استقرار ایستگاه های هیدرومتری را نداشته یا بصورت محدود دارند. همچنین از آنجا که سایر اجزای بیلان مانند ذخیره آب در حوضه، تبخیر و تعرق واقعی در ایستگاه های هواشناسی و هیدرومتری کشور کمتر اندازه گیری می شوند باید با استفاده از روش های تجربی برآورد گردند

مهمترین عواملی که در مطالعات هواشناسی مورد ارزیابی قرار می گیرند شامل: باران، تبخیر و تعرق، دما می باشد لازمه بررسی و تعیین پارامترهای فوق، وجود ایستگاه های هواشناسی با پراکنش مناسب می باشد.

محدوده مورد مطالعه در استان گیلان، جزو حوضه های مرکزی استان (بر اساس تقسیم بندی مطالعات طرح جامع آب کشور (جاماب))، در بخش بالادست حوضه های منتهی به تالاب انزلی واقع شده است. به لحاظ موقعیت مختصات جغرافیایی دارای طول های جغرافیایی 48 درجه و 47 دقیقه تا 49 درجه و 41 دقیقه شرقی و

جنیفا لاتا و همکاران (2008)، با استفاده از مدل مفهومی توزیع آب در حوضه رودخانه Amaravathi هندوستان اقدام به تعیین توزیع فضایی مولفه های توازن آب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از راه دور پرداختند [15].

آدینه پور و همکاران (1389)، تهیه بیلان آب های سطحی منطقه لالی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند که در آن مقادیر بیلان آبی برای هر زیرحوضه به صورت جز به جز تعیین گردید [1].

معاونت مطالعات پایه منابع آب، شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان (1382)، بیلان آب و امکانات توسعه بهره برداری از منابع آب محدوده مطالعاتی فومنات را بررسی کرد. گزارش فوق در سه فصل شامل: هواشناسی و آب های سطحی، آب های زیرزمینی و بیلان آب ارائه شد. با توجه به نتایج بیلان (کلیماتولوژی و آب زیرزمینی) از لحاظ کمی در منطقه مطالعاتی فومنات محدودیت برداشت وجود ندارد [3].

شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان (1380) گزارشی با عنوان مطالعات منابع آب حوضه آبریز سفیدرود، باختر و خاور گیلان (اطلس منابع آب) را تهیه کرد، که در سه جلد جداگانه ارائه شد. در این گزارش چهار محدوده مطالعاتی موجود در استان گیلان به همراه دیگر محدوده های مطالعاتی که جز حوضه آبریز سفیدرود هستند را بررسی کردند. دشت فومنات با کد مطالعاتی 1202، حوضه آبریز رودخانه های مشرف بر تالاب انزلی را شامل می شود که در این بررسی در مورد آن صحبت شده است [4].

بیلان آبی با استفاده از محاسبه جریان ورودی، خروجی و ذخیره آب در یک سیستم هیدرولوژیکی تعیین می شود. جهت محاسبه تغییرات ذخیره آب سطحی، از معادله بیلان برای برقراری بیلان آب سطحی استفاده می شود:

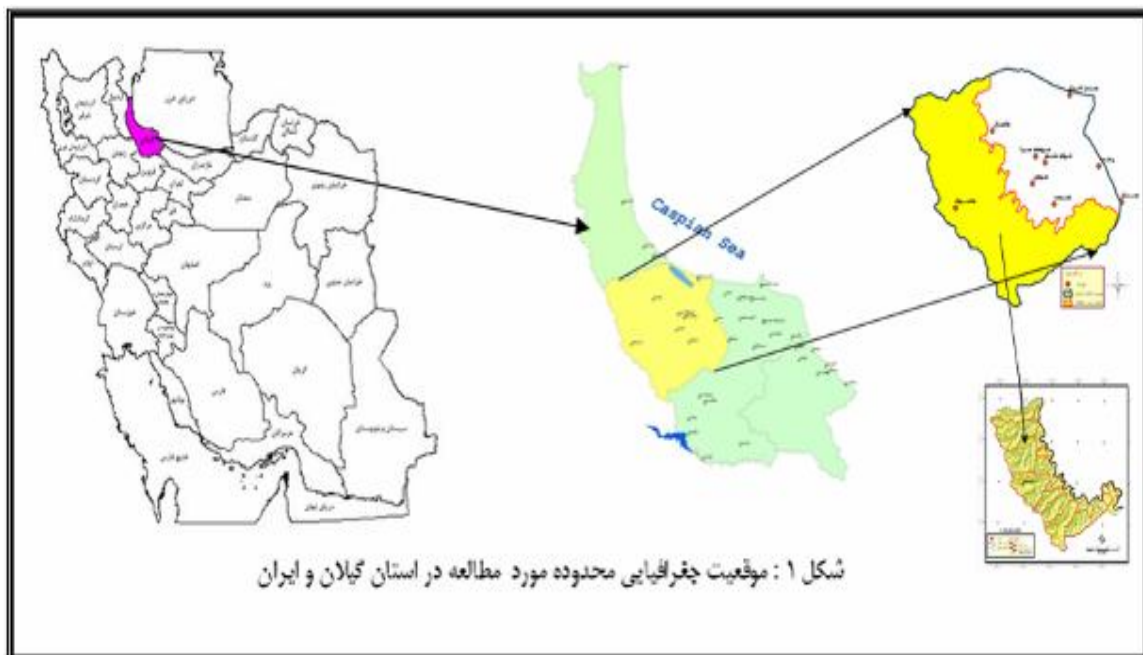
$$P + Q_{si} - Q_{so} - E_{ts} - I + R_g = \Delta S_s \quad (1)$$

حوضه های منتهی به تالاب انزلی از نظر تقسیمات ژئومورفولوژیکی از دو بخش کوهستان و دشت تشکیل شده و بعنوان واحد های هیدرولوژیکی مستقل از ارتفاعات شروع و به مناطق دشت (جلگه ای) تالاب انزلی و نهایتاً به دریای خزر منتهی می شوند ولی از آنجایی که این پژوهش فقط بخش ارتفاعات منطقه را به لحاظ توازن توزیع آب مورد بررسی قرار می دهد بدین سبب جریان های ورودی آب زیرزمینی (عمقی) که تحت تاثیر عوامل مختلف قرار داشته و مناطق دشت را تحت تاثیر قرار می دهد هدف بررسی نخواهد بود لازم به ذکر است که جهت تعیین دقیق توازن توزیع آب در تمام حوضه (ارتفاعات و دشت) می بایست جریان های ورودی آب زیرزمینی مربوط به هر یک از حوضه ها در بخش دشت مورد محاسبه قرار گیرد .

عرض های جغرافیایی 36 درجه و 53 دقیقه تا 37 درجه و 31 دقیقه شمالی می باشد [2]. (شکل 1)

محدوده مورد مطالعه جزء حوضه های تالش و مرداب انزلی محسوب می گردد که از رودخانه چفروود شروع شده، تا رودخانه پیربازار در شهرستان رشت ادامه می یابد. رودخانه های مهم واقع در این محدوده عبارتند از: رودخانه های چفروود، بهمبرود، مرغک- خالکایی، تنیان رود، ماسوله رودخان، قلعه رودخان، پسیخان رود و پیربازار. رودخانه های واقع در این حوضه از طریق تالاب انزلی با دریا مرتبط می گردند

این محدوده از طرف شمال به تالاب انزلی، شمال باختر به محدوده مطالعاتی تالش، جنوب باختری به محدوده مطالعاتی طارم-خلخال، از سمت جنوب به محدوده های مطالعاتی منجیل و استان زنجان و از سمت خاور به محدوده مطالعاتی آستانه - کوچصفهان محدود می گردد [6].



داده ها و روش تحقیق

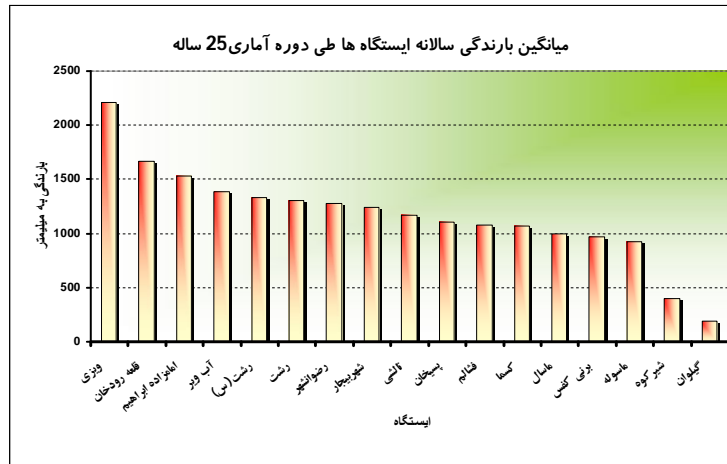
در این پژوهش جهت ورود لایه های اطلاعاتی و میانمایی اطلاعات مربوط به بارش های ایستگاه های موجود در داخل و خارج محدوده از نرم افزار Arcgis استفاده گردیده است.

همچنین جهت تکمیل و ویرایش بانک اطلاعاتی مربوط به هر یک از لایه ها و همچنین تهیه نمودارها و گراف ها، از نرم افزارهای کمکی نظیر: Excell بهره گیری گردید. در نهایت نیز جهت ارائه خروجی مربوط به نقشه های نفوذ پذیری، CN و S و Q، نرم افزارهای Erdas Imaging و Arcgis بکار گرفته شد.

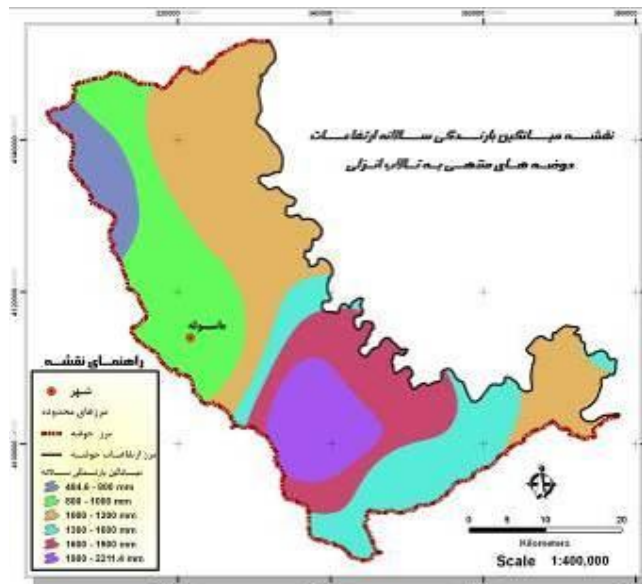
1) تعیین مقدار بارش در سطح حوزه

در محدوده مورد مطالعه، از شبکه ایستگاه های موجود، تعداد 20 ایستگاه، متعلق به سازمان هواشناسی کشور و وزارت نیرو (آب منطقه ای) در منطقه و اطراف که هر کدام دارای دوره آماری قابل قبولی بودند انتخاب گردید. با توجه به اینکه در این تحقیق محاسبات و تعیین برخی از پارامترهای اقلیمی مورد نیاز، نظیر: بارش و دما و رواناب سطحی می بایست برای تمام پهنه ها در نظر گرفته شود، بدین لحاظ چگونگی پراکنش تعداد ایستگاه ها موجود در داخل و اطراف محدوده در بالا بردن کیفیت مراحل بررسی از اهمیت ویژه ای برخوردار است که با در نظر گرفتن این وضعیت می توان به روند تغییرات زمانی و مکانی آن بارش، دست یافت و بارش متوسط در مقیاس منطقه ای را محاسبه نمود. از ویژگی های مهم اقلیم خزری بارندگی زیاد آن می باشد از نوار ساحلی تا بخش های مرتفع حوضه با زیاد شدن ارتفاع میزان بارندگی کاهش می یابد حال آنکه در نیمه جنوبی در مسیر حرکت از ساحل به سمت ارتفاع ابتدا با کاهش میزان بارندگی مواجه می شویم ولی در ادامه مسیر با نزدیک شدن به ارتفاعات قلعه رودخان و ویزی میزان بارندگی با زیاد شدن ارتفاع افزایش می یابد و به بیش از 2400 میلی متر در سال در محل ایستگاه ویزی می رسد. با عبور از ارتفاعات

قلعه رودخان مجدداً روند بارندگی به حالت عادی بازگشته و با افزایش ارتفاع از میزان بارندگی کاسته می شود. علت عمده این بارندگی، توده هوای سرد و پرفشار سیبری است. شرایط خاص میکروکلیمای حاکم بر منطقه قلعه رودخان باعث شده تا بیشترین میزان بارندگی در این محدوده بوقوع بپیوندد (نمودار شماره 1). با توجه به شرایط خاص حاکم بر این منطقه، امکان ایجاد رابطه ای معنی دار بین پارامترهای بارندگی و ارتفاع وجود ندارد بر اساس بررسی های بعمل آمده و همچنین گزارشات موجود (گزارش بهنگام سازی تلفیق مطالعات منابع آب، 1388، 4) ایستگاه های واجد آمار باران، که از آمار درازمدت با کیفیت خوب و نیاز تراکم نسبتاً مناسبی در بیشتر مناطق محدوده برخوردار می باشند. بدین لحاظ از روش های زمین آماری فاصله وزنی معکوس (IDW)³ جهت میان یابی مقدار بارش برای کلیه نقاط منطقه که بصورت سلول های رستری با ابعاد یکسان برای یک دوره 25 ساله مورد استفاده قرار گرفته است. (نقشه شماره 2).



نمودار شماره 1 - میانگین بارندگی سالانه ایستگاه‌های داخل و خارج محدوده



شکل 2- نقشه میانگین بارندگی سالانه محدوده مورد مطالعه

تبخیر و تعرق پتانسیل

برای برآورد مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه در محدوده مطالعاتی در بین روش‌های تجربی متداول از روش تورنت وایت استفاده گردیده که در آن با استفاده از آمار و اطلاعات دما و بارش براساس روابط (2)، (3) و (4) تعیین و سپس مقادیر آن برای هر نقطه از سطح

حوضه (بصورت سلول‌های رستری) مورد استفاده

قرار گرفته است. (نقشه شماره 3)

$$ET_p = 16,2 N_m [10 T_i / I]^a \quad (2)$$

که در آن :

ET_p = تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه برحسب میلی‌متر .

T_m = متوسط درجه حرارت در ماه مورد نظر (سانتی

گراد) .

I = شاخص حرارتی سالانه .

$$5I = \sum (T_i /) \quad (3)$$

نیز مقدار α از رابطه زیر محاسبه می شود :

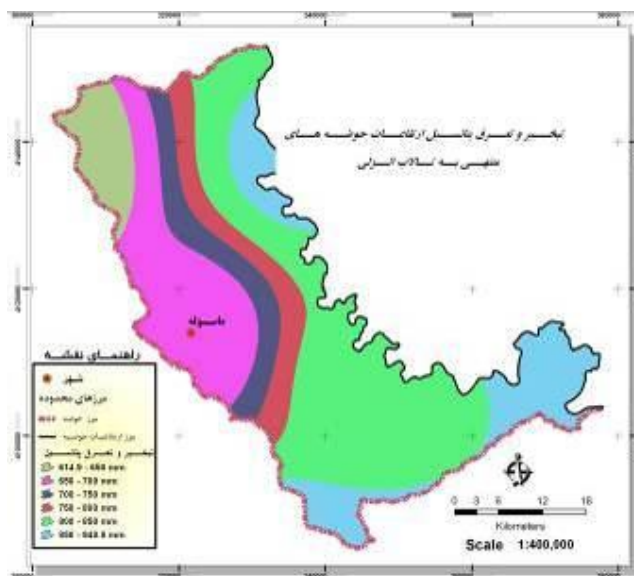
$$\alpha = \alpha = (0.016 + 0.5I) \quad (4)$$

$N_m =$ ضریب اصلاحی .

$a =$ ضریبی است که به شاخص حرارتی سالانه بستگی

دارد .

که I عبارتست از مجموع شاخص های حرارتی ماهانه :



شکل 3- نقشه تبخیر و تعرق پتانسیل محدوده مورد مطالعه

براساس نقشه تبخیر و تعرق پتانسیل تهیه شده

محدوده مطالعاتی، بالاترین مقدار تبخیر به میزان 948/8

میلی متر و کمترین میزان تبخیر 614/9 میلی متر برآورد

شده است .

3) رواناب (Q):

غالبا" جهت تعیین حجم رواناب از طریق ایستگاه

های هیدرومتری و با اندازه گیری جریان سطحی و دبی

پایه که در رودخانه های حوضه جریان دارند اقدام می

شود ولی در این پژوهش چون که مقدار رواناب در هر

نقطه از سطح منطقه مورد بررسی قرار می گیرد بدین

منظور از روش SCS که در آن با تهیه نقشه های

نفوذپذیری، شماره منحنی (CN) و نگهداشت آب (S) به

مقدار رواناب (Q) محدوده را برای هر نقطه (سلول

رستری) محاسبه و تعیین می شود.

تهیه نقشه CN :

از آنجائی که تهیه نقشه CN^1 مستلزم تهیه نقشه گروه

های هیدرولوژیکی و کاربری اراضی خاک است لذا جهت

انجام آن، مراحل شرح زیر انجام پذیرفت : [7]

1-1-3) تهیه نقشه گروه های هیدرولوژیکی خاک :

براساس نقشه گروه های هیدرولوژیکی موجود، که

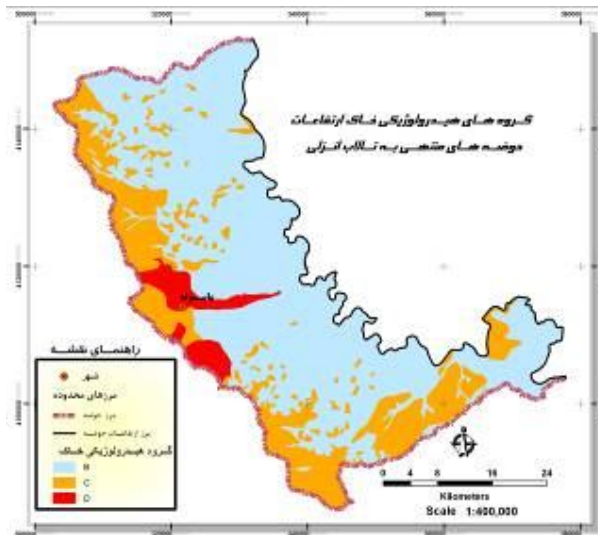
بر مبنای میزان نفوذپذیری بافت خاک، در چهار گروه

هیدرولوژیکی A، B، C، D، تهیه گردیده است نقشه

مربوطه برای محدوده مطالعاتی استخراج گردید [7].

(نقشه شماره 4)

¹ . Curve Number

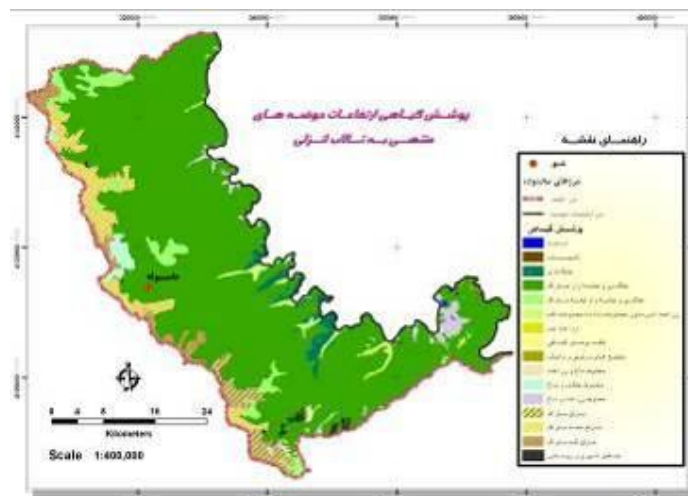


شکل 4- نقشه گروه های هیدرولوژیکی خاک محدوده

تهیه نقشه کاربری اراضی¹:

در این مرحله با استفاده از نقشه های موجود، نقشه کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه جدا گردید، و پس از یکسان سازی کلاس های کاربری با جداول مربوطه،

مقادیر شماره منحنی برای هر یک از کلاس ها به روش سازمان حفاظت خاک آمریکا (S.C.S) تعیین گردید [8] و [7]. (نقشه شماره 5).



شکل 5- نقشه کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه

¹. Land Use

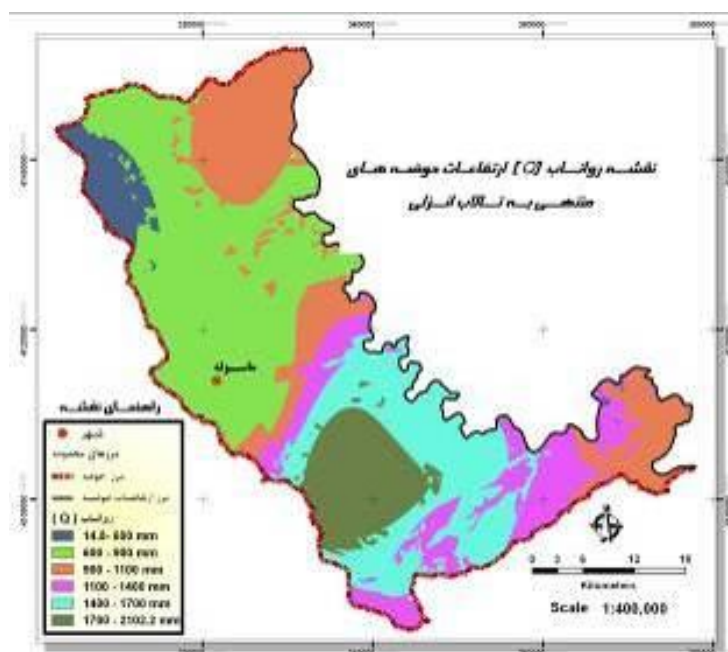
آنگاه با استفاده از رابطه شماره (6) اقدام به تهیه نقشه نگهداشت آب (S) گردید.

تهیه نقشه رواناب :

سرانجام با در اختیار داشتن نقشه نگهداشت هرز آب (S) و نقشه بارش (P)، از طریق رابطه (5) در محیط ArcGIS اقدام به تهیه نقشه رواناب (Q) برحسب میلی متر گردید. (نقشه شماره 6)

$$(5) \quad Q = \frac{(P - 0/2S)^2}{(P + 0/8S)}$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$



شکل 6- نقشه رواناب محدوده مورد مطالعه

تهیه نقشه روند توزیع توازن آب درحوضه

به منظور تهیه روند توزیع توازن آب در حوضه با استفاده از معادله بیلان آب رابطه (1)، پس از جمع مقادیر تبخیر و تعرق، رواناب و نهایتاً کسر کردن آنها از مقدار

بارش سطح حوضه، مقدار ذخیره آب (توزیع توازن آب حوضه) تعیین گردید که در (نقشه شماره 7) قابل ملاحظه می باشد.



شکل 7- نقشه روند مقدار ذخیره آب محدوده مورد مطالعه

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش که در مساحتی برابر 178978/5 هکتار (1789/8 کیلومتر مربع) انجام گرفته است، نشان می‌دهد که بین جریان ورودی و خروجی، جریان ورودی در محدوده مورد مطالعه، بیشتر دارای گرایشی منفی بوده، خصوصاً در بخش‌های جنوبی حوضه، مقدار جریان ورودی (بارش) از مقادیر خروجی (رواناب، تبخیر و تعرق) کمتر است.

مقدار متوسط بارندگی سالانه (طی دوره آماری) بر اساس پنج ایستگاه (برنی کفس، تالشی، قلعه رودخان، ماسوله، امامزاده ابراهیم) برابر 1253/4 میلی متر تعیین گردیده است.

همچنین نتایج بدست آمده از نقشه‌های تبخیر و تعرق (طی دوره آماری) برای محدوده مورد مطالعه، میزان تبخیر و تعرق را در سطح حوضه بین 614/9 میلی متر تا 948/8 میلی متر نشان می‌دهد که حداکثر این مقدار در ارتفاعات بخش جنوبی حوضه با 948/8 میلی متر قابل مشاهده است و مقدار آن به سمت ارتفاعات بخش غربی و شمال غرب حوضه کاهش یافته و به حداقل 614/9

میلی متری می‌رسد. شایان ذکر است که روند کاهشی تبخیر و تعرق با کاهش میزان تراکم پوشش جنگلی و افزایش ارتفاع در بخش غرب و شمال غربی کاملاً قابل مشاهده است. متوسط تبخیر و تعرق سالانه (طی دوره آماری) بر اساس دو ایستگاه (قلعه رودخان و ماسوله) برابر 746/4 میلی متر تعیین گردیده است.

بدین ترتیب در کل محدوده مورد مطالعه، از مجموع 2319/2 میلیون متر مکعب بارندگی متوسط سالانه، 1389/2 میلیون متر مکعب (59/9 درصد بارندگی) بصورت تبخیر و تعرق از دسترس خارج می‌گردد.

بر اساس محاسبات انجام شده به روش S.C.S، مقدار متوسط حجم رواناب (Q) در سطح 1789/8 کیلومتر مربع حوضه، رواناب سالیانه (طی دوره آماری)، برابر 2008/3 میلیون متر مکعب می‌باشد بالاترین مقدار رواناب در محدوده ایستگاه‌های ویزی و قلعه رودخان و اطراف آن دیده می‌شود و بخش‌های شمالی حوضه این مقادیر کاهش یافته و در ارتفاعات شمال غربی به کمترین مقدار، بین 14/8 تا 600 میلی متر می‌رسد همچنین در قسمت‌های شمالی شهرک ماسوله، که از پوشش جنگلی

تلفات آب، طی یک دوره آماری انجام گردیده، و از طرفی مقدار و زمان بارش نقش اصلی را در فرآیندهایی نظیر: بروز سیل، فرسایش و یا خشکسالی ایفا می کند این امر بیانگر این نخواهد بود که در محدوده پدیده های سیل و فرسایش رخ نمی دهد بلکه توزیع بارش با شدت های متغیر در زمان های مختلف در منطقه رخ می دهد که نیازمند بررسی آنها طی سال های جداگانه خواهد بود.

سپاسگزاری:

نویسندگان مقاله بر خود لازم می دانند که از همکاری صمیمانه معاونت آبخیزداری اداره کل منابع طبیعی، سازمان آب منطقه ای گیلان بخاطر اجازه بهره گیری از منابع، آمار و اطلاعات مورد نیاز تشکر و قدردانی نمایند.

مترامی نیز برخوردار است میزان تبخیر و تعرق آن نیز دارای روند افزایشی بوده، کاهش رواناب قابل مشاهده است.

بر اساس نتایج حاصل از نقشه ذخیره آب در محدوده مطالعاتی، روند میزان ذخیره آب در ارتفاعات بخش های جنوبی حوضه که همجوار حوضه های شهرستان های رودبار و منجیل می باشند. از نظر اقلیمی نیز به اقلیم خشک گرایش دارند حداکثر تلفات آب در این مناطق، عبارتی کمترین ذخیره آب را نشان می دهد و این امر بیانگر روند خشک سالی در این مناطق خواهد بود. اما در بخش های مرکزی حوضه و بخش شمالی حوضه این روند بتدریج تغییر کرده و مقدار ذخیره آب افزایش می یابد. باتوجه به اینکه در مطالعه حاضر بررسی تغییرات

منابع مورد استفاده

- آدینه پور و همکاران، 1389. تهیه بیان آب های سطحی منطقه لالی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، همایش ملی ژئوماتیک .
- سازمان جغرافیایی ارتش، نقشه های توپوگرافی 1:50000
- شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان، دفتر مطالعات پایه ی منابع آب_گروه تلفیق و بیان. 1382. بیان آب و امکانات توسعه بهره برداری از منابع آب محدوده ی مطالعاتی فومات
- شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان، دفتر مطالعات پایه منابع آب. 1380. گزارش مطالعات منابع آب حوضه آبریز سفیدرود، باختر و خاور گیلان (اطلس منابع آب).
- ضیایی، حجت ا...، 1380. اصول مهندسی آبخیزداری. موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی
- طرح جامع آب کشور، آمار و اطلاعات هواشناسی .
- علیزاده، امین. 1381. اصول هیدرولوژی کاربردی، جلد چهاردهم، انتشارات آستان قدس رضوی
- کارآموز و عراقی نژاد، 1384. هیدرولوژی پیشرفته، جلد چهاردهم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- مهدوی، محمد . 1389. تعیین مدل بیان آبی مناسب ماهانه در حوزه های آبخیز کوچک کشور. معاونت پژوهشی دانشگاه.
- موسسه خاک و آب کشور، نقشه های قابلیت استعداد اراضی استان گیلان .
- معاونت آبخیزداری، اداره طراحی و مطالعات. گزارشات تفصیلی _اجرای حوضه های تالاب انزلی .
- مدیریت آبخیزداری. 1384. گزارش هواشناسی و اقلیم حوضه آبخیز سردنچای.

13. Combalicer. E.A., Sang Ho Lee, Sujung Ahn, Dong Yeob Kim, and Sangjun Im, "Modeling Water Balance for the Small Forested Watershed in Korea", KSCE Journal of Civil Engineering, Vol.12, (2008) pp.339348.
14. Jasrotia A. S., Abinash Majhi and Sunil Singh, "Water Balance Approach for Rainwater Harvesting using Remote Sensing and GIS Techniques, Jammu Himalaya, India" Water Resource Manage., Vol.23, (2009) pp.30353055.
15. Jenifa Latha.C., "A Semi – Distributed Water Balance Model for Amaravathi River Basin using Remote Sensing and GIS", INTERNATIONAL JOURNAL OF GEOMATICS AND GEOSCIENCES ,(2008) , 0976 – 4380.
17. Schmitter, K. E and p. Gresse, Modeling and Application of the Geomorphic and Environmental Controls on Flash Flood Flow. Geomorphology, 16:337-347,(1995).