

بررسی منابع آب تجدیدپذیر به منظور ارائه استراتژی های مدیریتی (مطالعه موردی شهرستان قروه)

شیرین محمدخان^{۱*}، مجتبی یمانی^۲، لیلیا گروسی^۳

۱- استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تهران *mohamadkh@ut.ac.ir*

۲- استاد تمام گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تهران *myamani@ut.ac.ir*

۳- کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران *lila.garosi@gmail.com*

چکیده

در این تحقیق با استفاده از نقشه های رقومی توپوگرافی، نقشه های خاک، و داده های هواشناسی ایستگاه های منطقه و مجاور آن و بهره گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی، لایه های بارش، دما و تبخیر، وضعیت منابع آب در منطقه مورد بررسی قرار گرفت و نقشه های مربوط به مولفه های یاد شده با استفاده از نرم افزار Arc Gis و با روش Kriging تهیه شده است. و در نتیجه بر پایه ی معادله ی عمومی بیلان آب، تغییرات حجم مخزن طی دوره ی آماری ۱۳۴۵-۱۳۹۰ تهیه شده است و به صورت بیلان هیدروکلیماتولوژی برای ارتفاعات و دشت و بیلان عمومی آب محدوده مطالعاتی تهیه شده است. هدف از ارائه ی این مقاله بررسی منابع آب تجدیدپذیر در محدوده ی شهرستان قروه به منظور ارائه ی راهکارهای مدیریتی و به طور کلی بررسی وضعیت آب در شهرستان قروه است که در این راستا میزان کل بارندگی سالانه در محدوده ی مطالعاتی قروه برابر با ۸۳۷/۶ میلیون مترمکعب تخمین زده شده است که میزان ۶۳۱/۳۶ میلیون مترمکعب آن به صورت تبخیر و تعرق واقعی و ۱/۵ میلیون مترمکعب به صورت تبخیر از سطح آب های آزاد از دسترس خارج می شود. مجموع تخلیه و برداشت آب زیرزمینی این محدوده مطالعاتی ۲۰۵/۲۱ میلیون مترمکعب در سال است. مجموع مصارف آب در این محدوده مطالعاتی ۲۱۶/۲ میلیون مترمکعب در سال است و با توجه به وجود عامل نفوذ اگر ۴۰ درصد از این آب، به عنوان آب قابل تجدید سالانه در نظر گرفته شود این میزان ($۲۰۶/۲۴ \times ۰/۴ = ۸۲/۵$) میلیون مترمکعب خواهد بود. با کسر میزان مصرف شرب و صنعت مقدار ۶۳/۵ میلیون مترمکعب را به طور سالیانه برای انواع روش های کشاورزی می توان در نظر گرفت.

واژه های کلیدی: بیلان آب، بیلان هیدروکلیماتولوژی، بیلان عمومی، مدیریت آب، شهرستان قروه

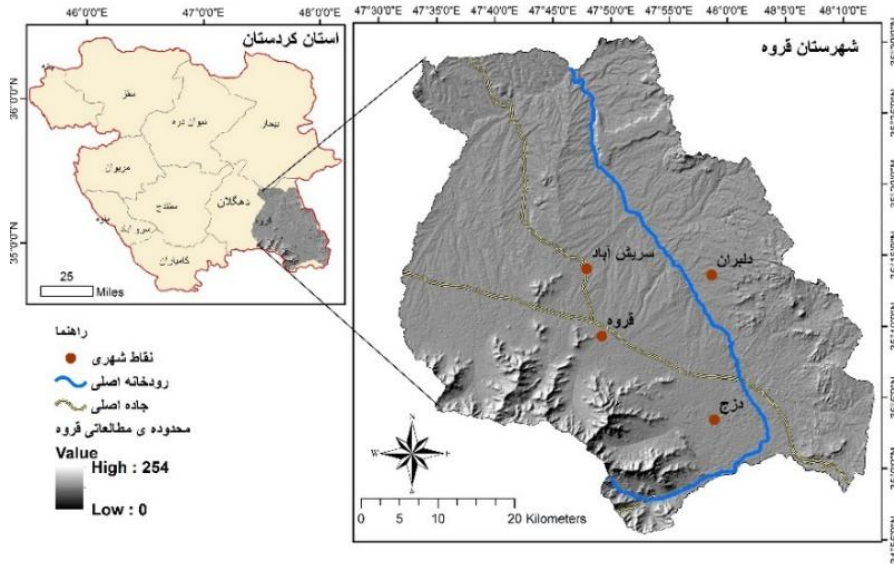
مقدمه

در دسترس بودن آب شیرین به یک موضوع مهم در جهان تبدیل شده است و این مسئله در مناطق خشک نظیر ایران اهمیت بیشتری دارد به طوری که یکی از موانع اصلی در توسعه کشاورزی در ایران مسئله کمبود آب است و در مناطق نیمه خشکی مانند ایران استفاده بی‌بینه از آب برای افزایش محصولات کشاورزی یک کار ضروری است (پیرایش، ۲۰۱۵). آب و انرژی دو نهاد جدایی‌ناپذیر در زندگی بشریت است که موجب شکل‌گیری تمدن شده است (Kalogirou, ۱۹۹۷). با توجه به رابطه نزدیک آب و انرژی انتظار می‌رود که بحران آب به تشدید مشکلات و در نتیجه بحران انرژی ختم شود (Karagiannis, ۲۰۰۸ و Blanco, ۲۰۰۹). در استان کردستان به دلیل تغییر اقلیم و کاهش آب، ۴۲ درصد میزان رواناب‌های سطحی کاهش یافته است. به طوری که این موضوع سبب کاهش محصولات کشاورزی شده و همچنین تهدیدی جدی برای انسان است. یکی از شهرستان‌های کردستان که دارای روستاهای زیادی است و البته ساکنان آن از مشکل کم‌آبی و بی‌آبی رنج می‌برند، شهرستان قروه است. شکاف بین تأمین آب و میزان تقاضا باعث ایجاد بحران جدی می‌شود و هنگامی که این عدم تعادل با راهکارهای مدیریتی مهار نشود، مشکلات بزرگی را به بار خواهد آورد. ایجاد تعادل در بین مقدار مصرف و میزان آب تجدید پذیر شهرستان قروه، از بدیهی‌ترین الزامات مدیریت پایدار است. استفاده بی‌بینه از منابع آب، در مرحله بعدی مطرح می‌شود؛ به بیان دیگر، عدم توجه به وضعیت فعلی و نیز رفع تنگناهای موجود، تدوین هر نوع برنامه برای توسعه را در سال‌های آتی با شکست مواجه خواهد کرد (داوری، ۱۳۹۳). در سیکل سالانه، منابع غیرقابل تجدید آب، فقط برای نیازهای استراتژیک (مانند شرب)، آن‌هم در شرایطی قابل بهره‌برداری هستند که قبلاً منابع تجدید پذیر به اتمام رسیده باشد. اکوسیستم برای حیات، نیاز به آب دارد. استفاده از منابع آب باید به گونه‌ای باشد که به محیط زیست ضربه‌ای وارد نشود (WCED، ۱۹۸۷). رث^۱ و همکاران منابع آب تجدید پذیر در اروپا را با استفاده از روش ناحیه‌ای وزن دار و استفاده از داده‌های جریان رودخانه تخمین زدند (Ress، ۱۹۹۷). لوکاس و همکاران منابع آب زیرزمینی تجدید پذیر را حجم تغذیه‌ی آب زیرزمینی طبیعی در نظر گرفتند و با فرض ناچیز بودن حرکت آب زیرزمینی در دوره‌های ماهانه و در دسترس بودن کل تغذیه‌ی آب زیرزمینی برای زیر حوضه با مدل UTHBAL تخمین زدند. آن‌ها منابع آب سطحی قابل استفاده و تجدیدپذیر حوضه را، آب موجود در مخازن کوچک و بزرگ و تالاب‌های واقع در آن، در نظر گرفتند. (Loukas، ۲۰۰۷). مایلوپولوسا و همکاران همچنین برای شبیه‌سازی منابع آب تجدید پذیر قابل استفاده در زیر حوضه‌های منطقه تسالی یونان، از مدل مذکور استفاده کردند (Mylopoulosa، ۲۰۱۰). جلال برخورداری و همکاران منطقه‌ی اردکان یزد را مورد مطالعه قرار داده و با روش تورنت وایت ماتر بیلان آبی ماهانه‌ی درازمدت منطقه را تخمین زدند و طبق نتایج بیش از ۸۰ درصد آب حاصل از بارش به وسیله‌ی تبخیر و تعرق، هشت درصد به صورت رواناب سطحی و بقیه به صورت رواناب زیرزمینی از حوضه خارج می‌شود. (برخورداری، ۱۳۹۲). داوری و همکاران به بررسی مفهوم آب تجدیدپذیر و برآورد آن بر اساس بیلان آبی در زیر حوضه‌های کشف رود پرداخته‌اند که در مطالعه‌ی مزبور برقراری بیلان حوضه‌ها مبتنی بر بهینه‌یابی مقادیر پارامترهای مبتنی بر بیلان به روش سعی و خطا و باهدف کمینه نمودن عدم تراز آب بوده است (داوری، ۱۳۹۳). هدف از ارائه‌ی این مقاله بررسی منابع آب تجدیدپذیر در محدوده‌ی شهرستان قروه به منظور ارائه‌ی راهکارهای مدیریتی و بررسی وضعیت آب در شهرستان قروه است و به طور خاص تعیین میزان آب تجدیدپذیر سالیانه به منظور تخصیص برای انواع روش‌های کشاورزی و مدیریت میزان آب موجود و تعیین محدودیت آب در منطقه است.

شهرستان قروه با طول "۴۷°۷۹'۹" و عرض "۳۵°۱۶'۵" جغرافیایی وسعتی حدود ۲۴۸۰ کیلومترمربع را به خود اختصاص داده است این شهرستان در جنوب شرقی استان کردستان قرار گرفته است. میزان بارندگی متوسط سالیانه آن حدود ۳۰۰ میلی‌متر است. منطقه مورد مطالعه از نظر زمین‌شناسی در زون ایران مرکزی قرار دارد از نظر ژئومورفولوژی در تقسیمات (علایی طالقانی، ۱۳۸۱) در واحد شمال غربی و زیر واحد کردستان شرقی قرار دارد. همچنین از نظر حوضه‌ای جزء زیر حوضه‌های دریای خزر محسوب می‌شود.

1 World Commission on Environmental and Development

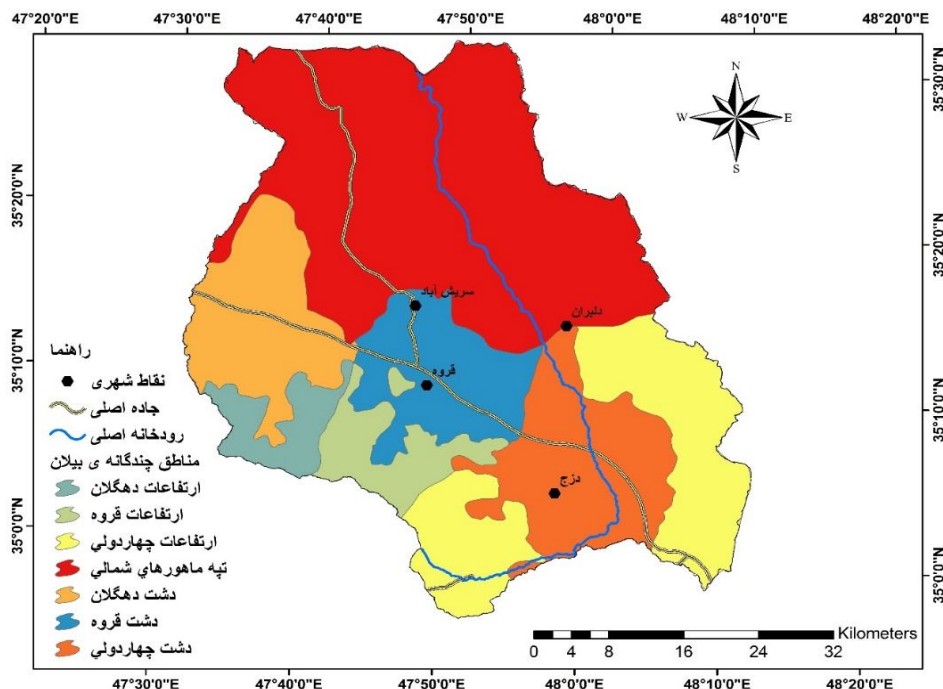
2 Ress



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

با بهره‌گیری از ایستگاه‌های سینوپتیک و هواشناسی در منطقه‌ی مورد مطالعه، آمار و اطلاعات مورد نیاز در ارتباط با پارامترهای مختلف هواشناسی از جمله درجه حرارت، بارندگی و تبخیر استخراج شده و با استفاده از روش‌ها و استانداردهای موجود و متداول از جمله روش نسبت‌ها، نسبت به اصلاح آمار ناقص (آمار ثبت نشده به دلایل مختلف) اقدام شده است. با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸ از محدوده و همچنین شناخت کافی از منطقه‌ی مطالعاتی، محدوده‌ی مورد مطالعه به دو بخش دشت و ارتفاعات تفکیک و نقشه‌ی رقومی آن تهیه شد (شکل ۲). هدف از مقاله‌ی حاضر بررسی وضعیت آب در شهرستان قروه، و همچنین تعیین محدودیت‌های بهره‌برداری از منابع آب در منطقه‌ی مورد مطالعه است. در همین راستا، داده‌های مربوط به آمار بارندگی، تبخیر، دبی و دما از ایستگاه‌های هواشناسی و باران‌سنجی استان کردستان تهیه شده و آمار ناقص برآورد و تصحیح شده همچنین با توجه به تغییرات سطح آب چاه‌های پیزومتریک هیدروگراف آبخوان در دو دشت قروه و چهاردولی در منطقه‌ی مورد مطالعه رسم شده است. به‌منظور ترسیم منحنی‌های هم‌باران، هم‌دما و هم تبخیر در محدوده مطالعاتی در دوره شاخص ۴۵ ساله (۱۳۴۵-۱۳۹۰) مقادیر متوسط بارش، دما و تبخیر سالانه نقاط مهم حوزه آبریز محاسبه و منحنی‌های مربوطه ترسیم و ارائه شده است. برای محاسبه توزیع بارندگی ماهانه در محدوده، ابتدا بارندگی سالانه محدوده مطالعاتی به تفکیک ارتفاعات و دشت محاسبه شد. بدین ترتیب که با استفاده از نقشه هم‌باران تهیه شده و استفاده از نرم‌افزار ARC GIS مقادیر متوسط ارتفاع ریزش‌های جوی در منطقه محاسبه شده است و حجم بارش به عنوان ورودی و تبخیر و تعرق به عنوان خروجی تعیین و برای محاسبه‌ی تغییرات حجم آب در منطقه از معادله‌ی عمومی بیلان آب استفاده شده و در نهایت بیلان آبی منطقه برآورد شده است.



شکل ۲- نقشه‌ی مناطق چندگانه‌ی بیلان آبی در محدوده‌ی مطالعاتی قروه

بحث و نتایج

بیلان آبی، چگونگی مصرف آب را تشریح می‌کند. موازنه‌ی آبی، چرخه‌ی هیدرولوژیک را در هر مقطع زمانی برای مکان یا ناحیه‌ای خاص مشخص می‌کند که تخمین جریان‌ات رودخانه‌ای، تعیین دقیق کمیت آبیاری و زمان‌بندی آن را شامل می‌شود به‌علاوه تعیین عناصر اقلیمی مهم را از قبیل روابط بین استحصال مقادیر آب معین و تقاضای محلی در برمی‌گیرد (رجبی ساری صراف، ۱۳۸۱). بیلان آب در محدوده مطالعاتی قروه با استفاده از اطلاعات مختلف موجود، به‌صورت بیلان هیدروکلیماتولوژی برای ارتفاعات و دشت و بیلان عمومی آب محدوده مطالعاتی تهیه شده است. محدوده بیلان هیدروکلیماتولوژی به هفت بخش به شرح زیر تقسیم شده است:

جدول ۱- مناطق بیلان هیدروکلیماتولوژی در محدوده‌ی مورد مطالعه

بخش	دشت قروه	دشت چهاردولی	دشت دهگلان	ارتفاعات دشت قروه	ارتفاعات دشت دهگلان	ارتفاعات دشت چهاردولی	تپه‌ماهورهای شمالی محدوده
وسعت	۲۳۲/۲	۳۲۲/۷	۲۶۶/۵	۱۲۴/۴	۹۱/۷	۴۱۵/۱۸	۱۰۲۷/۳

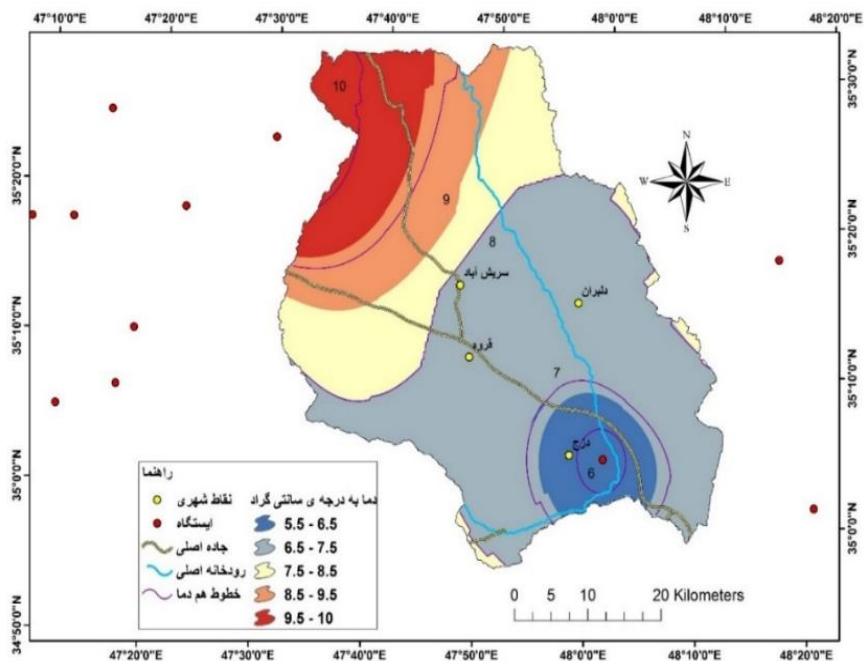
مؤلفه‌های بیلان هیدروکلیماتولوژی شامل دما، بارش، تبخیر، منابع آب سطحی و منابع آب زیرزمینی است و نقشه‌های مربوط به مؤلفه‌های یاد شده با استفاده از نرم‌افزار Arc Gis و با روش Kriging تهیه شده است.

جدول ۲- میزان دما، بارش، تبخیر ماهانه و تبخیر از سطح آزاد در محدوده مطالعاتی (منبع: سازمان آب منطقه ای کردستان)

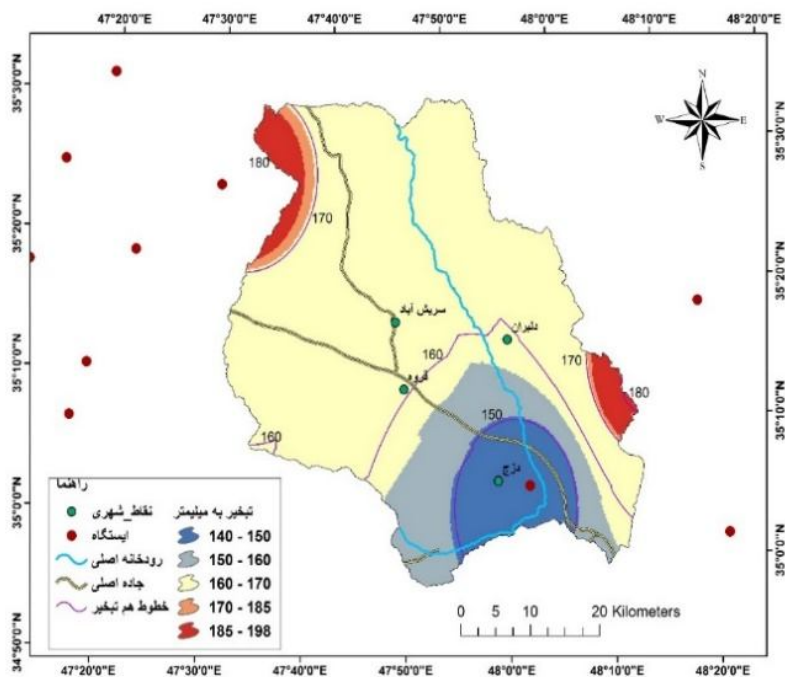
ماه	دما(درجه سانتیگراد)		بارش(میلیمتر)		تبخیر ماهانه (میلیمتر)		تبخیر از سطح آزاد (میلیمتر)	
	ارتفاعات	دشت	ارتفاعات	دشت	ارتفاعات	دشت	ارتفاعات	دشت
مهر	۱۳/۱	۱۱/۳	۷/۴	۲۱/۸	۲۰۳/۶	۱۷۷/۹	۱۵۵/۸	۱۳۷/۳
آبان	۶/۸	۵/۲	۵۱/۹	۴۶/۳	۹۳/۷	۸۷/۰	۸۰/۳	۷۳/۷
آذر	۱/۷	۱	۳۶/۰	۳۸/۵	۶۹/۰	۷۵/۶	۶۰/۵	۶۴/۸
دی	-۲/۴	-۲/۲	۳۵/۵	۳۸/۱	۴۶/۳	۶۱/۶	۴۱/۵	۵۳/۵
بهمن	۳/۴	-۵/۰	۴۷/۵	۳۸/۰	۴۱/۷	۵۲/۵	۳۷/۵	۴۶
اسفند	۲/۲	۴	۴۴/۱	۵۴/۷	۵۹/۰	۷۶/۸	۵۲/۳	۶۵/۸
فروردین	۷/۸	۸/۶	۵۴/۸	۶۲/۳	۱۲۱/۱	۱۳۶/۲	۱۰۱	۱۰۹/۹
اردیبهشت	۱۲	۱۲/۳	۳۶/۵	۳۳/۹	۲۰۰/۴	۱۸۵/۷	۱۵۳/۹	۱۴۲/۱
خرداد	۱۶/۴	۱۷	۶/۹	۵/۵	۲۹۳/۶	۲۷۳/۱	۲۰۲/۸	۱۸۹/۱
تیر	۲۰/۹	۲۰/۲	۰/۶	۳/۲	۳۴۲/۵	۳۳۰/۴	۲۲۱/۳	۲۱۳
مرداد	۲۱/۷	۲۰	۰/۷	۱/۳	۳۳۷/۹	۳۴۴/۸	۲۲۰/۹	۲۱۸/۲
شهریور	۱۷/۹	۱۶/۱	۱/۱	۳/۲	۳۰۲/۸	۲۷۳/۹	۲۰۵/۷	۱۸۹/۵
سالیانه	۹/۶	۹/۴	۳۲۳/۲	۳۴۶/۹	۱۸۰/۱	۱۷۸/۶	۱۵۳۳/۶	۱۵۰۳

عناصر اقلیمی

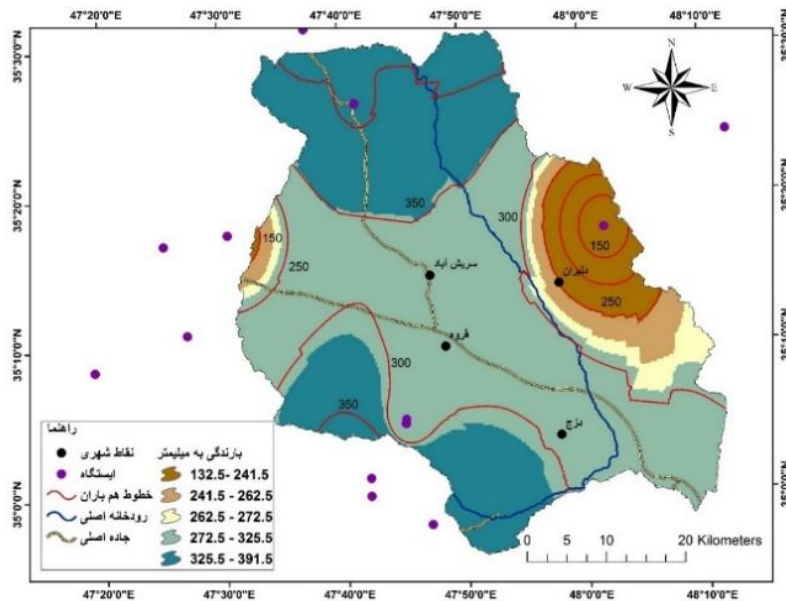
درجه حرارت شاخصی است از شدت گرما که در بررسی‌های اقلیمی، به دلیل اثراتی که بر روی میزان تبخیر و تعرق، رطوبت نسبی، درجه حرارت آب دارد، بسیار حائز اهمیت است. بخش عمده محدوده بین منحنی ۷ و ۸ درجه دمایی پوشش داده شده است. از منحنی مزبور به سمت ارتفاعات جنوبی که حرکت نماییم از میزان درجه حرارت کاسته می‌شود و به میزان شش درجه حرارتی در جنوب می‌رسد (شکل ۳). تبخیر نیز یکی از پدیده‌های مهم گردش آب در طبیعت است و از آنجاکه این پدیده باعث اتلاف آب می‌شود، لذا تعیین مقدار آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همان‌طور که در نقشه مزبور مشاهده می‌شود حرکت از شمال به جنوب از میزان تبخیر کاسته می‌شود. میزان تبخیر از رقم بیشینه ۱۸۰ در حوالی سلامت آباد واقع در شمال غرب محدوده به رقم ۱۵۰ میلی‌متر در جنوب محدوده می‌رسد (شکل ۴). همچنین بارندگی از مهم‌ترین پارامترهای آب‌وهوا شناسی در کلیه مطالعات منابع آب است. کم باران‌ترین نواحی محدوده بخش شرقی آن هستند به‌نحوی که بخش شرقی را منحنی‌های کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر پوشش داده و با حرکت به سمت ارتفاعات جنوبی و جنوب غربی به تدریج به بارندگی اضافه می‌شود (شکل ۵). محاسبه تبخیر از سطح آزاد آب با استفاده از ارقام تبخیر از طشت و اعمال ضرایب اصلاحی انجام پذیرفته است. این ضرایب به دلیل تبادل حرارتی طشت تبخیر و گرم شدن زیاد آن و در نتیجه افزایش تبخیر نسبت به سطح آزاد آب، ضرایبی کاهش می‌دهند که بسته به منطقه و شرایط مختلف آب‌وهوایی و ماه‌های مختلف سال از ۰/۵۵ تا ۰/۹ متغیر هستند. بدین ترتیب با توجه به در اختیار داشتن مقادیر تبخیر ماهانه و سالانه در ارتفاعات و دشت محدوده‌های مطالعاتی و اعمال ضرایب موردنظر، مقادیر تبخیر از سطح آزاد آب به تفکیک ارتفاعات و دشت محاسبه شده است.



شکل ۳ - نقشه‌ی منحنی هم‌دمای منطقه‌ی مورد مطالعه (منبع: نگارنده)



شکل ۴ - نقشه‌ی منحنی هم تبخیر (منبع: نگارنده)



شکل ۵ - نقشه‌ی منحنی هم باران (منبع: نگارنده)

منابع آب سطحی

در شهرستان قروه رودخانه‌ی تلوار جریان دارد که سرچشمه‌ی آن از کوه‌های عبدالرحمن و خسرو کش در جنوب غربی شهرستان قروه است و شاخه‌های فراوانی به این رود می‌پیوندد. ایستگاه هیدرومتری شادی آباد که بر روی این رودخانه قرار دارد با دبی متوسط درازمدت $8/165 \text{ m}^3/\text{sec}$ ، مساحت $1977/17$ کیلومترمربع و بارش $334/3 \text{ mm}$ معادل $266/9$ میلیون مترمکعب در سال محاسبه شده است (سازمان آب منطقه‌ای کردستان).

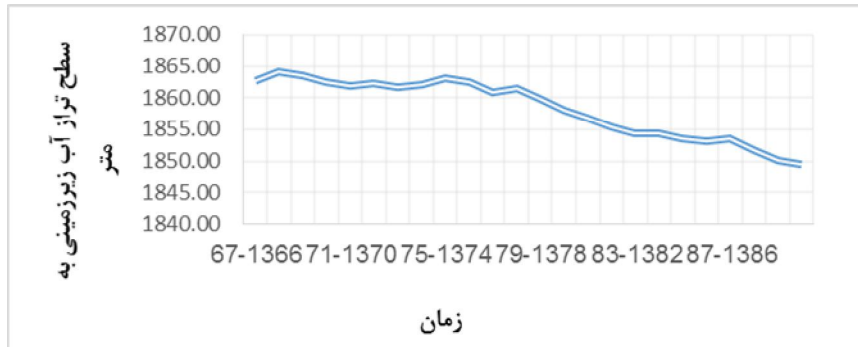
منابع آب زیرزمینی

وضعیت آب‌های زیرزمینی هر منطقه در حوضه‌ی مشخص قابل‌بررسی است. طبق مطالعاتی که در دشت قروه انجام‌گرفته است آب زیرزمینی این شهرستان بیش از سایر دشتهای استان مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. در این محدوده منابع بهره‌برداری کننده از آب‌های زیرزمینی شامل چاه، چشمه و قنات طبق جدول ۳ مشخص شده است. حجم کل تخلیه منابع آب زیرزمینی در این محدوده مطالعاتی برابر با $205/21$ میلیون مترمکعب در سال است.

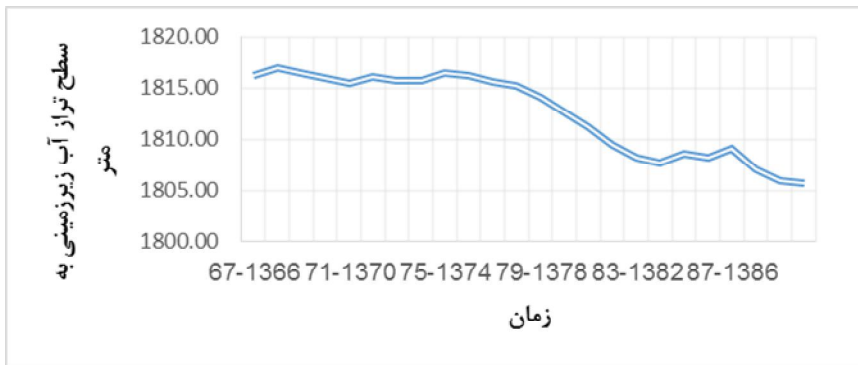
جدول ۳: تعداد و تخلیه منابع آب‌های زیرزمینی به تفکیک دشت و ارتفاعات محدوده مطالعاتی قروه (میلیون مترمکعب)

منبع	چاه		قنات		چشمه		جمع کل	
	تعداد	برداشت	تعداد	تخلیه	تعداد	تخلیه	تعداد	تخلیه و برداشت
ناحیه								
دشت	۱۶۸۶	۱۴۹/۲۶	۳۷	۲/۴۹	۲۱۰	۱۰/۳۵	۲۳۸۱	۱۶۲/۱
ارتفاعات	۹۹	۷/۰۴	۴۸	۱/۷۹	۱۴۳۶	۳۴/۲۸	۱۵۸۳	۴۳/۱۱
جمع کل	۱۷۸۵	۱۵۶/۳	۸۵	۴/۲۸	۱۶۴۶	۴۴/۶۳	۳۹۶۴	۲۰۵/۲۱

طی دوره ۲۴ ساله (۱۳۶۶-۱۳۹۰) نوسانات سطح آب زیرزمینی در دشت قروه $13/29$ - متر است که متوسط سالانه آن برابر با $0/55$ - متر و دشت چهاردولی نیز $11/63$ - متر است که متوسط سالانه آن برابر با $0/48$ - متر است. طبق هیدروگراف ارائه‌شده دشت قروه و چهاردولی از سال ۱۳۷۷ تاکنون دارای افت مستمر سطح آب زیرزمینی هستند (شکل‌های ۶ و ۷).



شکل ۶- سطح تراز آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی دشت قروه



شکل ۷- سطح تراز آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی دشت چهاردولی

مصارف آب

مصارف آب در محدوده مطالعاتی مربوط به بخش‌های کشاورزی، صنعت و شرب است که بر اساس جدول زیر ارائه شده است. با توجه به جدول زیر بیشترین مقدار مصرف آب در بخش کشاورزی است.

جدول ۴- مصارف و منابع تأمین آب در دشت و ارتفاعات محدوده مطالعاتی قروه (ارقام بر حسب میلیون کیلومتر مربع میباشد) (منبع: سازمان آب منطقه ای کردستان)

نوع منبع	مجموع مصارف آب از جریانهای سطحی، چشمه، چاه و قنات			
	کشاورزی	شرب	صنعت	آبزی پروری
دشت	۱۵۱/۲۳	۱۰/۲	۴/۰۷۲	۰/۲۰۷
ارتفاعات	۴۴/۴	۴/۱۴۷	۰/۶۳۱	۱/۲۸۹
جمع کل	۱۹۵/۶	۱۴/۳۵	۴/۷۰۳	۱/۵
درصد	%90/48	%6/64	%2/17	%0/69

بیان هیدروکلیماتولوژی

معادله عمومی بیان هیدروکلیماتولوژی به شرح زیر است: معادله ۱: $P=Er+(R+I)$

که در این معادله P: متوسط بارندگی سالانه، Er: تبخیر و تعرق از بارندگی (تبخیر حقیقی)، R: جریان سطحی و I: نفوذ از بارندگی است که مجموع این دو را بارندگی مفید می‌نامند. برای دستیابی به بیان هیدروکلیماتولوژی، تبخیر و تعرق ماهانه به روش تورنت وایت به دست آمده است. در جدول ۵ بیان هیدروکلیماتولوژی محدوده مطالعاتی ارائه شده است.

جدول ۵- بیان هیدروکلیماتولوژی دشت و ارتفاعات در محدوده مطالعاتی (منبع: سازمان آب منطقه ای کردستان)

رواناب		نفوذ		تبخیر و تعرق از بارندگی		بارندگی		وسعت km ²	ناحیه بیان
ارتفاع mm	حجم MCM	ارتفاع mm	حجم MCM	ارتفاع mm	حجم MCM	ارتفاع mm	حجم MCM		
۴۹/۸	۴۰/۹	۹/۹	۸/۱	۲۸۸/۸	۲۳۷/۰۵	۳۴۸/۲	۲۸۶/۱	۸۲۱/۴	دشت
۵۱/۱	۸۴/۹	۴۹/۲	۸۱/۶	۲۳۸/۱	۳۹۴/۳۱	۳۳۲/۶	۵۵۱/۶	۱۶۵۸/۶	ارتفاعات
۵۰/۷	۱۲۵/۸	۳۶/۲	۸۹/۸	۲۵۴/۵	۶۳۱/۳	۳۳۷/۸	۸۳۷/۷	۲۴۸۰	جمع کل
۱۵		۱۰		۷۵		۱۰۰		درصد	

از حاصل ضرب مساحت در ارتفاع بارندگی میزان حجم بارندگی برای ارتفاعات برابر ۵۵۱/۶۵ میلیون مترمکعب در سال و برای دشت ۲۸۶/۱۱ میلیون مترمکعب در سال محاسبه شده است و از مقایسه ی بارندگی ماهانه با تبخیر و تعرق پتانسیل و کسر آب مورد نیاز رطوبت خاک، مقادیر تبخیر و تعرق حقیقی ماهانه (ارتفاع به میلی متر) به دست آمده است. بنابراین میزان کل بارندگی سالانه در محدوده ی مطالعاتی قروه برابر با ۸۳۷/۷۶ میلیون مترمکعب بوده که ۶۳۱/۳۶ میلیون مترمکعب آن به صورت تبخیر و تعرق واقعی از دسترس خارج می شود.

بیان عمومی آب در محدوده مطالعاتی

معادله کلی بیان عمومی آب به صورت زیر است: معادله ی ۲:

$$(P+QR_{in} +QIm) - (QEr+QEs +QUs+QR_{out} +QEx) = \pm \Delta V$$

P: حجم بارش بر سطح محدوده مطالعاتی QR_{in}: جریان سطحی ورودی (از محدوده بالادست)، QIm: آب های انتقالی از خارج به محدوده مطالعاتی، QEr: تبخیر و تعرق حقیقی (تبخیر از بارندگی)، QEs: تبخیر از سطح آزاد آب (از دریاچه های طبیعی و مصنوعی یا سدها)، QUs: آب مصرفی کشاورزی، شرب و صنعت (مصرف خالص)، QR_{out}: جریان سطحی خروجی از محدوده مطالعاتی، QEx: آب انتقال داده شده از محدوده مطالعاتی به خارج، ΔV : تغییرات حجم ذخایر آب. متغیرهای داخل پرانتز اول، آب های ورودی به محدوده مطالعاتی و متغیرهای داخل پرانتز دوم، آب های خروجی بوده که موازنه بین آن ها در حالت تعادل برابر صفر و در حالت غیر تعادل برابر با تغییرات در ذخایر ثابت آب های سطحی و زیرزمینی است.

جدول ۶- بیان عمومی آب در محدوده ی مطالعاتی قروه

تغییرات حجم ذخیره	عوامل ورودی (میلیون مترمکعب)					عوامل خروجی (میلیون مترمکعب)					
	بارندگی		جریان سطحی ورودی	آب های انتقالی	جمع	تبخیر و تعرق			جریان سطحی خروجی	آب های انتقالی	جمع
	ارتفاعات	دشت				از بارندگی	از آب آزاد	مصرف خالص			
	۵۵۱/۶۵	۲۸۶/۱۱	۰	۰	۸۳۷/۷۶	۶۳۱/۳۶	۱/۵	۲۱۶/۳	۰	۰	۸۴۹/۰۶
											-۱۱/۳

تفاوت ورودی‌ها و خروجی‌های در این محدوده مطالعاتی ۱۱/۳- میلیون مترمکعب در سال است که معادل تغییرات حجم مخزن آبخوان آبرفتی دشت‌های قروه و چهاردولی می‌باشد. در محدوده مطالعاتی قروه جریان سطحی ورودی به حالت طبیعی و یا انتقالی از محدوده‌های مطالعاتی مجاور وجود ندارد.

نتیجه‌گیری

هرگونه استفاده از زمین، بدون در نظر گرفتن تفاوت‌های اکولوژیکی و پتانسیل‌های محیطی باعث به‌وجود آمدن پیامدهای زیست محیطی ناگواری مانند فرسایش خاک، بیابان‌زایی، جنگل‌زدایی و... می‌شود که در نهایت ضربه‌های جبران‌ناپذیری را بر پیکره‌ی منابع طبیعی وارد می‌آورد. آگاهی و شناخت از داده‌های هیدرولوژی می‌تواند نقش موثری در استفاده بهینه و موثرتر از اراضی یک حوضه داشته باشد. هرگونه برنامه‌ریزی محیطی در قالب آمایش سرزمین، مدیریت زراعی، آبیاری و سیلاب و نحوه استفاده از رواناب‌های سطحی نیازمند مطالعات هیدرولوژیک است. به‌منظور تعیین حدود مجاز و مطمئن توسعه بهره‌برداری از منابع آب، تهیه اشکال مختلف بیلان آب و ارزیابی پتانسیل منابع آب سطحی و زیرزمینی الزامی است و شهرستان قروه به عنوان قطب تولید محصولات کشاورزی استان کردستان نیازمند تحقیقات جامعی در این زمینه است. بنابراین با در دست داشتن آب قابل تجدید سالیانه و مدیریت صحیح می‌توان میزان اختصاص آب را به هر یک از بخش‌های مصرف آب در محدوده‌ی مطالعاتی تعیین نمود. بنابراین با توجه به هدف این تحقیق به‌طور مثال برای بخش کشاورزی با توجه به میزان کل بارندگی سالانه در محدوده (۸۳۷/۶ میلیون مترمکعب) و تبخیر و تفرق واقعی (۶۳۱/۳۶ میلیون مترمکعب) و تبخیر از سطح آب‌های آزاد (۱/۵ میلیون مترمکعب) و با در نظر گرفتن عامل نفوذ اگر ۴۰ درصد از میزان آب باقیمانده، به‌عنوان آب قابل تجدید سالانه در نظر گرفته شود ($206.24 \times 0.4 = 82.5$) و با کسر میزان مصرف شرب و صنعت مقدار ۶۳/۵ میلیون مترمکعب را به عنوان آب قابل تجدید به‌طور سالیانه برای انواع روش‌های کشاورزی می‌توان در نظر گرفت. در بخش منابع آب زیرزمینی آبخوان‌های آبرفتی، با توجه به افت سطح آب زیرزمینی در دشت‌های قروه، دهگلان و چهاردولی امکان توسعه بهره‌برداری از مخزن آب زیرزمینی موجود در این دشت‌ها و ارتفاعات مشرف بر آن‌ها وجود ندارد و با توجه به تغییرات طولانی مدت هیدروگراف معرف آبخوان و نتایج بیلان محدوده مطالعاتی، محدودیت بهره‌برداری از لحاظ کمی شامل افت سطح آب زیرزمینی و کاهش آبدی منابع آب زیرزمینی است.

منابع

- آدینه‌پور، علی، چیت‌سازان، منوچهر، (۱۳۸۹)، تهیه بیلان آب‌های سطحی منطقه‌ی لالی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، همایش ملی ژئوماتیک
- برخورداری، جلال، وارثانیان، تراجل، خسروی، حسن، (۱۳۹۲)، تهیه‌ی مدل توزیعی بیلان ماهانه‌ی آب خاک به روش تورنت وایت ماتر، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۲۲، شماره‌ی ۳
- پیرایش، ابوطالب، ابراهیمی، محمد صادق، عابدی کویایی، جهانگیر، (۲۰۱۵)، بررسی عوامل مؤثر بر توسعه‌ی سیستم‌های آبیاری: مطالعه موردی شهرستان بهبهان، ایران، پژوهش‌نامه‌ی بین‌المللی منابع آب و توسعه
- داوری، کامران، طالبی حسین‌آبادی، فاطمه، (۱۳۹۳)، برآورد آب تجدید پذیر به کمک مدل بیلان آب در شرایط کمبود داده، مجله‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، سال ۱۲، شماره‌ی ۲۲
- رجبی، معصومه، ساری صراف، بهروز، (۱۳۸۱)، جغرافیای طبیعی کاربردی، انتشارات دانشگاه تبریز
- سازمان مطالعات آب شهرستان قروه، (۱۳۹۴)، دستورالعمل تهیه‌ی بیلان آب، دفتر تلفیق و بیلان منابع آب
- شرکت مطالعات آب منطقه‌ای کردستان، (۱۳۹۴)، گزارش‌های هیدرولوژی قروه-دهگلان
- علیزاده، امین، (۱۳۸۱)، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد
- موسی، حسام، (۱۳۷۲)، آزمون بیلان آبی ماهیانه به روش تورنت وایت در حوضه‌ی آبخیز خلیج گرگان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

- Blanco J , Malato S , Fernandez-Ibanez P , Alarcon D , Gernjak W , Maldonado MI. (2009) Review of feasible solar energy applications to water processes. *Renew Sustain Energy Rev*; 13(6-7): pp1437-45.
- Jalal Barkhordari, Ali Asghar Semsar Yazdi (2015). Assessment of the Monthly Water Balance in an Arid Region Using TM Model and GIS (Case Study: Pishkouh Watershed, Iran) *Journal of Rangeland Science*
- Kalogirou s .(1997). Survey of solar desalination systems and system selection Vol 22 No 1 pp 69_81
- Karagiannis IC, Soldatos PG. (2008), Water desalination cost literature : review and assessment. *Desalination*, 223(1-3): pp448-56.
- Loukas A., Mylopoulos N. & Vasiliades L.(2007). A Modeling System for the Evaluation of Water Resources Management Strategies in Thessaly, Greece. *Water Resour Manage*. No 21 pp 1673-1702
- Mylopoulos N., Kolokytha E., Loukas A. & Mylopoulos Y. (2009). Agricultural and water resources development in Thessaly, Greece in the framework of new European Union policies. *International Journal of River Basin Management*. 7(1): pp 73 - 89
- Rees H.G., Croker K.M., Reynard N.S. & Gustard A. (1997). Estimation of renewable water resources in the European Union. *Regional Hydrology : Concepts and Models for Sustainable Water Resource Management*, 246: pp 31-38
- World Commission on Environmental and Development. (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press. Oxford. London.