استفاده بهینه ازمنابع آبی در ناحیه اورامانات(ذخیره باران)

دکتر پرویز کردوانی[۱]، بختیار کردپور[۲]

۱ـ استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲ـ کارشناس ارشد اقلیم شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده:

محدودیت، ثابت بودن منابع آبی و در مواردی حتی کاهش شدید این منابع و از طرفی تقاضای روزافزون جوامع بشری در تامین مصرف آب، نیاز به افزایش منابع آبی قابل استحصال درکشور برای سال ۲۰۲۵ به میزان ۱۱۰٪، بر اساس شاخص های ملی و بین المللی مدیریت آب، باعث شده موضوع استفاده بهینه از منابع آبی با ذخیره سازی بارش باران در کلیه نقاط دنیا مورد توجه جدی قرارگیرد. در این تحقیق ابتدا برای تامین آب مورد نیاز سالانه ایستگاه هواشناسی شهرستان جوانرود از محل بارش باران، بصورت آزمایشی ذخیره باران در مقیاس تانکری ٦۰۰۰ لیتری انجام گرفت. سالانه بصورت میانگین حدود ۱۰ بار تانکر مذکور از بارش باران بر سطح پشت بام ساختمان اداری ایستگاه پر و تخلیه می گردید. با موفق بودن نمونه اولیه طرح، تصمیم گرفته شد طرح در مقیاسی بزرگتر به منظور ایجاد الگویی جهت تعمیم آن برای تامین آب مورد نیاز در بخش شرب، کشاورزی، صنعت، و نظر به استاندارد نرمال مصرف ۱۵۰ مترمکعبی یک خانوار ۵ نفره در طول سال، نسبت به ساخت مخزنی به ابعاد ۳*۷*۸ مترمربع با گنجایش۱۵۰ مترمکعب از سطح آبگیر ۲۵ مترمربع اقدام شده است. در این ناحیه در طول سال آبی یا زراعی با نرمال بارش ٦۰۰ میلیمتر، ازسطح ۱۰۰ مترمربع پشت بام ساختمان اداری ایستگاه هواشناسی، برای چهارمین سال متوالی هر سال حدود ٦۰ مترمکعب یا ٦۰۰۰۰ لیتر آب باران با موفقیت کامل ذخیره و مورد استفاده قرارگرفت. از آنجا که بارندگی و لو به مقدار کم تقریبا در همه جا اتفاق می افتد، قبل از اینکه به شکل تبخیر و رواناب از دسترس خارج شود، می تواند به کمک روشهای استحصال آب با ذخیره سازی آب باران مورد استفاده و بهره برداری قرارگیرد. با این طرح بدون نیاز به یک قطره آب چشمه، چاه و رودخانه، صرفنظر از دوری یا نزدیکی به سایر منابع آبی، می توان آب مورد نیاز هر مجموعه ای را در نزدیکی همان مجموعه در بخشی وسیع از نواحی این سرزمین به سهولت تامین نمود و فشار بر منابع محدود آب شیرین و تصفیه خانه ها را به شدت کاهش داد.

واژگان کلیدی: منابع آبی، استفاده بهینه، نیازآبی، استحصال آب، ذخیره باران

مقدمه:

پیدایش حیات و تداوم آن بر روی کره زمین نتیجه وجود آب است. اهمیت آب بقدری روشن بوده است که از قدیم آب را یکی از چهار عنصر اصلی طبیعت دانسته اند. آب اگر چه فراوانترین ماده بر روی کره زمین است، ولی همه آن دارای کیفیت یکسانی نمی باشد و آن مقدار آبی که بر روی خشکی ها بوده به دلیل محدویت و پراکنش ناموزون

مکانی قادر به تامین نیازهای زیستی ساکنان زمین نمی باشد. با توجه به اینکه ۷۵٪ از سطح زمین را آب فرا گرفته است و حجم آن درحدود ۱/۳ میلیارد مترمکعب آب می باشد. از ۱۰۰٪ حجم آب روی کره زمین به مقدار ۱/۳ میلیارد متر مکعب، ۹۷/۵٪ آن معادل ۱/۲٦۷ میلیارد مترمکعب آن به صورت پهنه های عظیم آبی اقیانوسی، دریایی و دریاچه ای شور و غیرقابل استفاده می باشد. از ۲/۵٪ مقدار آب باقیمانده به حجم ۳۳ میلیون کیلومترمکعب درحدود ۱/۷٪ معادل ۲۳ میلیون کیلیومترمکعب آن به صورت کلاهک های یخی در قطبین زمین و یخچالهای کوهستانی می باشد که در شرایط کنونی با تکنولوژی فعلی استفاده و بهره برداری از آن ناممکن و از لحاظ اقتصادی توجیه پذیر و مقرون به صرفه نیست. بنابراین کل حجم آب شیرین قابل دسترس برای جمعیت روزافزون بشری با حجمی ثابت و محدود به مقدار۰.۸٪ معادل ٤ میلیون کیلومترمکعب، معادل ۰.۳٪ ازکل آب کره زمین است. از مقدار ٤ میلیون کیلومترمکعب آب شیرین و قابل دسترس برای ساکنان کره زمین حدود ٦۰ ٪ آن معادل ۲.٤ میلیون کیلومترمکعب آن به تنهایی در اختیار۹ کشور(آمریکا، کانادا، برزیل، چین، روسیه، مالزی و هند)است. همچنین حدود ۷۰ ٪ آب شیرین کره زمین به صورت اشتراکی دربین ۲۱۰ کشور مورد بهره برداری قرار می گیرد. حدود ۷۰ کشورکه اکثرا کشورهای خاورمیانه و مسلمان هستند، با مشکل کمبود آب مواجه هستند. مساله تامین نیاز روزافزون به آب برای ساکنان زمین بویژه برای مناطق خشک و نیمه خشک و حتی نیمه مرطوب و مرطوب با مشکل مواجه بوده و به صورت مساله ای بسیار مهم ذهن بسیاری از دولتمردان و سیاسیون جهانی و منطقه ای را به خود مشغول ساخته است، تا جایی که کمبود آب مساله رشد این کشورها را تحت الشعاع قرار داده است، مطرح می باشد. اهمیت این مساله بقدری روشن و مهم است که در سالهای اخیر از آب به عنوان یک سلاح استراتژیک نام برده و در تحلیل های جغرافیایی آب به عنوان یکی از منابع طبیعی محیط و در عین حال به عنوان یک عامل تعیین کننده شرایط جغرافیایی مورد بحث است. درحال حاضر بحران آب به صورت یکی از مسائل بحث برانگیز بین دانشمندان، محققان و دولتمردان کشورهای جهان درآمده است. از۳۷ مورد مساله جنگ در خاورمیانه در۵۰ سال اخیر۳۰ مورد آن بر سر مساله آب بوده است. با توجه به اینکه ایران برروی کمربند بیابانی جهان قرارگرفته و بیش از۷۰٪ خاک کشور را نواحی خشک و نیمه خشک در برگرفته است. نرمال بارش سالانه کشور برابر با ۲۵۰ میلیمتر تقریبا کمتر از یک، سوم نرمال ۸۵۰ میلیمتری بارش جهانی می باشد. حجم بارش سالانه کشور بالغ بر ٤۱۳ میلیارد مترمکعب آب می باشد. بر اساس قاعده ای کلی حدود ۷۰٪ بارش معادل ۲۹۵ میلیارد مترمکعب به شکل تبخیر از دسترس خارج شده و حدود ۳۰٪ بارش باقیمانده باحجم ۱۱۸ میلیارد مترمکعب +۱۲ میلیارد مترمکعب آبهای نفوذی سطحی و زیرسطحی به کشور از طریق کشورهای همسایه می ماند که به شکل جریانات سطحی و آب های زیرزمینی، جمعا باحجم ۱۳۰ میلیارد مترمکعب بعنوان منابع آبی قابل استحصال در اختیار کشورمان قرارمی گیرد. رشد جمعیت کشور با رشد صنعت، تکنولوژی وکشاورزی براساس افق چشم انداز۲۰ ساله کشور که ایران را در خاورمیانه به جایگاه اصلی و تاریخی خود برساند، و براساس شاخص های ملی و بین المللی مدیریت آب، ایران از هم اکنون در وضعیت بحران شدید آبی قرار دارد که بر پایه این شاخص ها نیاز آبی برای ایران را تا سال ۲۰۲۵ به حجم ۱۱۰٪ منابع آبی قابل استحصال افزایش داده است. با وضعیت فعلی و اقلیمی کشور دسترسی به این حجم آب غیرممکن به نظر می رسد. نواحی بارشی کشور که درشمال، شمال غرب و غرب کشور دارای بارش دریافتی خوبی در طول۷ ماه از سال که معمولا از آبان تا خرداد ادامه دارد هستند و به لحاظ مقدار بارش دریافتی در

ردیف نواحی مرطوب و نیمه مرطوب قرار دارند ولی به دلیل توزیع نامناسب زمانی و مکانی بارش و خشکی شدید در طول ۵ ماه از سال که از خرداد تا آبان ادامه دارد و در این مقطع زمانی نیاز آبی برای بخش شرب، کشاورزی و صنعت به اوج خود می رسد، عملا مشکلات فراوانی را برای این نواحی به وجود آورده که باعث شده سطح بسیاری از زمین ها بصورت دیم و سنتی کشت شود، بازده پایین اقتصادی و امید به کسب درآمد بیشتر باعث تخریب منابع طبیعی و زیست محیطی گردیده، تامین آب نقاط روستایی، شهری و واحدهای اقتصادی با کمبود وجیره بندی روبرو می باشد. مهاجرت، تخلیه روستایی و رها کردن زمین ها مدنظر قرارمی گیرد. لذا برای کشوری چون ایران و ناحیه ای چون اورامانات می توان گفت، طرح ذخیره باران ساده ترین و کم هزینه ترین شیوه تامین آب و گذرگاهی اجباری برای کاهش شدت بحران آبی پیش روی منطقه، کشور و ناحیه خواهد بود.

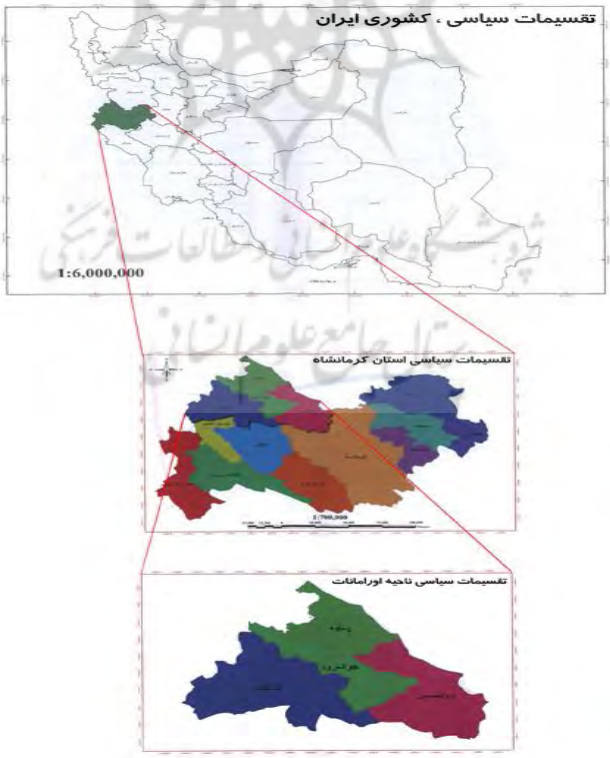
پیشینه تحقیق:

موضوع ذخیرهٔ آب باران برای فعالیت های متنوع و اقتصادی بشری، دارای سابقه ای طولانی و ریشه در تاریخ و تمدنهای قدیمی بشر دارد. نیاز به آب به دلیل افزایش تقاضای مصرف آب و با توجه به ثابت بودن منابع آبی وکمبود آن در فصول خشک به دلیل پراکنش ناموزن زمانی و مکانی بارش، ازگذشته های دور ساکنان آمریکای شمالی، آفریقا، چین و خاورمیانه را به ایجاد شیوه هایی به صورت جمع آوری آب باران و رواناب ناشی از آن در مخازنی به صورت آب انبار و حتی با نفوذ و تزریق باران در درون خاک برای افزایش میزان رطوبت خاک و ساخت آب انبارهای کوچک و بزرگ جهت ذخیره بارش باران در فصول سرد و بارشی سال و استفاده از آن در ماههای خشک وکم آب سال وادار نموده بود. در روند گسترش استفاده از روش های سنتی و متنوع استحصال و استفاده بهینه از آب باران، نقش کشورهای واقع در آسیای غربی و شمال آفریقا قابل ملاحظه است. قدمت تأسیسات و سازه های جمع آوری و ذخیره آب باران در کشور اردن به حدود ۹ هزارسال پیش بر می گردد. شواهد دیگری حاکی از آن است قدمت روش های استحصال آب باران در بخش هایی از بین النهرین به حدود ٤٥٠٠ سال قبل بر می گردد. تحقیقات باستان شناسی حاکی از آن است که در آفریقای شمالی، تونس، یمن و فلسطین، استفاده بهینه از آب باران با شیوه های متنوعی متداول بوده است که زمان آن به قبل از میلاد مسیح برمی گردد. سیستم های استفاده بهینه از آب باران با ذخیره درمخازنی به صورت آب انبار در دل زمین درمناطق خشک ونیمه خشک این سرزمین دارای سابقه ای طولانی، تاریخی و سنتی درکشور است. امروزه برخی از این آب انبارها را همچنان فعال درجمع آوری و ذخیرهٔ آب باران برای مصارف شرب و غیرشرب در مناطق خشک و نیمه خشک کشور بخصوص در جزیره قشم و کیش مشاهده می کنیم. استرالیا کشوری که بخش اعظم سرزمینش دارای آب وهوای خشک است با ایجاد یک آبخیز مصنوعی یعنی با آسفالت کردن ۲٤۰ هکتارزمین، توانسته است بارش باران بر سطح ۲٤۰ هکتار زمین را جمع آوری و به مخازن از قبل طراحی شده هدایت و ذخیره نموده و به مرور مورد استفاده برای۲۳ شهرکوچک و بزرگ در اطراف این سطح آبگیر قرار دهد.

کلیات جغرافیایی ناحیه مورد مطالعه:

ناحیه مورد مطالعه (نقشه شماره۱) در محدوده جغرافیایی غرب کشور، درشمال غربی استان کرمانشاه، در دامنه غرب و جنوب غربی سلسله جبال زاگرس شمال غربی و در موقعیت طول جغرافیایی ٤٦ درجه و۵۳ دقیقه طول شرقی و۳٤

درجه و۳۲ دقیقه تا ۳۵ درجه و٤٠ دقیقه عرض شمالی گسترده شده است. این ناحیه ازسمت شمال به رشته کوه شاهو و استان کردستان محدود می شود. از سمت غرب به کشور عراق، از سمت جنوب به شهرستان سرپل ذهاب از استان کرمانشاه و از سمت شرق به شهرستان روانسر محدود می شود. بلندترین نقطه ارتفاعی ناحیه و استان با ارتفاعی درحدود ۳٤۰۰ متر بنام کوه پیرخدر شاهو در این ناحیه قرار دارد و پست ترین نقطه ارتفاعی ناحیه در مرز با کشور عراق و محل ادغام رودهای سیروان، لیله و زمکان با ارتفاع ۵۰۰ متر از سطح دریاهای آزاد می باشد. ناحیه اورامانات متشکل از چهار شهرستان جوانرود، پاوه، روانسر و ثلاث باباجانی است و از لحاظ تقسیمات سیاسی، ناحیه اورامانات دارای ۹ شهر، ۹ بخش، ۲۱ دهستان و٦٦۷ روستا که ٤۹۱ روستای آن دارای سکنه و ۱۷٦ روستای خالی ازسکنه است. این ناحیه با مساحتی بالغ بر ٤٤٤۲ کیلومترمربع معادل ۱۸٪ از مساحت استان کرمانشاه و۰.۲٦٪ از مساحت کل کشور را شامل می شود. براساس سرشماری سال ۱۳۸۵ جمعیت ناحیه بالغ بر۲۰۰۰۰۰ هزار نفر بوده است که۱۱٪ کل جمعیت استان و ۰.۲۸٪ کل جمعیت کشور را در خود جای داده است. ناحیه با مساحت ٤٤٤۲۰ هکتار دارای تراکم جمعیتی در حدود ۲/۲ نفر در هکتار می باشد که درقیاس با استان کرمانشاه دارای وضعیت تراکم جمعیتی و جمعیت پذیری کمتری است. مهمترین دلایل کم بودن تراکم جمعیتی وجمعیت ناحیه درقیاس با وسعت زیاد آن علاوه بر ویژه گیهای خاص طبیعی، ارتفاعات و اقلیم، نابسامان بودن وضعیت اقتصادی و مهاجرفرستی جمعیت می باشد. بر طبق آخرین آمار منتشر شده درصد بیکاری در یکی از شهرستانهای ناحیه بیش از٤۵٪ می باشد.



شکل۱: نقشه موقعیت جغرافیایی ناحیه مورد مطالعه درایران(ماخذ: فرمانداری جوانرود۱۳۹۰)

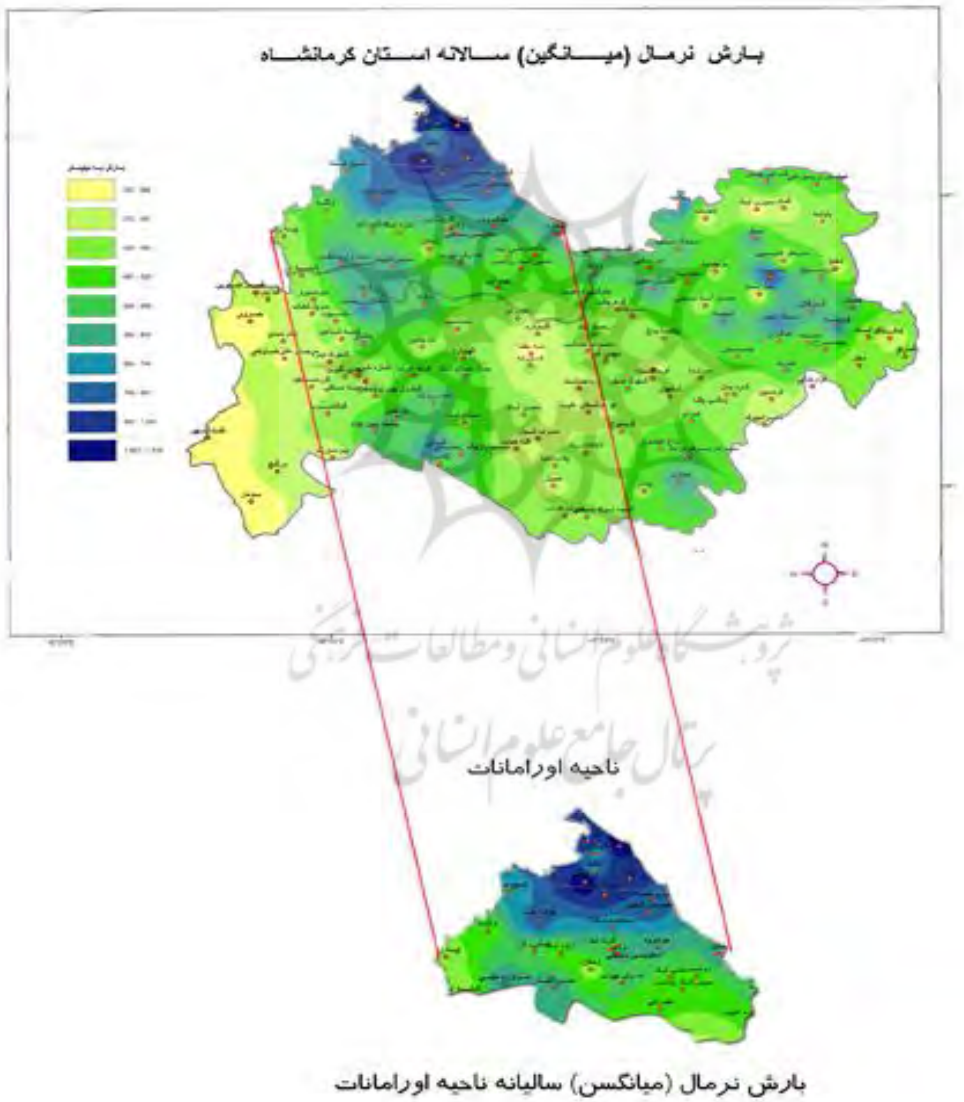
داده ها و روش کار:

در این مطالعه، با توجه به موضوع مطرح شده و اهمیت آن در روند شکوفایی اقتصاد ملی و جهانی به منظور دست یابی به اهداف از قبل تعیین شده، مطالعات درسه بخش کتابخانه ای درخصوص گردآوری اطلاعات مورد نیاز در کتب، مقالات و نشریات در ادارات و ارگانهای ذیربط با مساله تحقیق و داده های اصلی و مهم مربوط به بارش ناحیه از ٤ ایستگاه اصلی ناحیه(جوانرود، روانسر، پاوه و ثلاث)گردآوری شد(جدول شماره۱). در مرحله میدانی با مراجعه مستقیم به نقاط مختلف ناحیه و با مشاهده وضعیت توپوگرافی، ریزاقلیم ها، استعداد و توان ناحیه براساس مطالعات آمایش سرزمین در زمینه بهره برداری بهینه از محیط و با مسافرت به نواحی مرکزی و جنوبی کشور با مشاهده آب انبارها که بصورت سنتی سیستم هایی در زمینه ذخیره بارش باران و رواناب ناشی از بارش داشتند، اطلاعات مورد نیاز کسب گردید. بعد تجزیه و تحلیل داده های گردآوری شده انجام گرفت. با بدست آمدن داده ها و اطلاعات مورد نیاز و تعیین تیپ اقلیمی ناحیه براساس حجم مقدار بارش دریافتی درطول سال(نیمه مرطوب با فصل خشک تابستان) با استفاده از روش های دمارتن، آمبرژه و... انجام گرفت. با بدست آمدن اطلاعات مورد نیاز ضمن مشورت با آقای پروفسور پرویزکردوانی و آقای مهندس محسن قاسمی مدیرکل هواشناسی استان کرمانشاه با اطمینان از عملی و اقتصادی بودن طرح ذخیره باران، جهت کسب اطلاعات بیشتر بصورت عملی وعلمی، تصمیم به اجرای طرح در دو مرحله گردید که در صورت بدست آمدن معیارهای مد نظر، تصمیم به تعمیم آن برای تامین آب مورد نیاز در هر بخشی گرفته شود. بارش در ناحیه اورامانات: بارش در ناحیه(نقشه شماره۲) با توجه به موقعیت خاص جغرافیایی ناحیه که به عنوان دروازه سیستم های بارشی کشور بوده و تاثیر رشته کوه شاهو و سایر ارتفاعات (زاگرس شمالی، بخشی ازسیستم زاگرس مرتفع و چین خورده) به جهت عمود بودن در برابرجریانات غربی و تاثیر زیاد عامل توپوگرافی در دریافت نزولات جوی، از میانگین سالانه بارش ناحیه بصورت سال زراعی یا آبی از چهار ایستگاه اصلی ناحیه شامل ایستگاههای جوانرود، روانسر، پاوه و ثلاث استفاده گردیده است.

جدول ۱: میانگین بارش سالانه ایستگاههای هواشناسی ناحیه

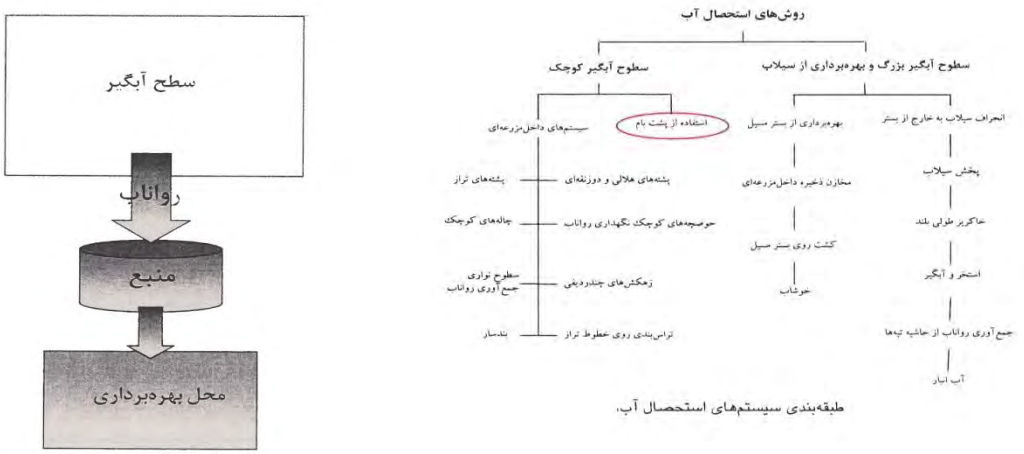
نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع ازسطح دریا	نرمال بارش فصلی ایستگاه ها به ٪				میانگین بارش
					پاییز	زمستان	بهار	تابستان	
پاوه	سینوپتیک تکمیلی	۲۰ و ٤٦	۰۲ و ۳۵	۱۵۰۰					۷۸۰
جوانرود	سینوپتیک تکمیلی	۳۰ و ٤٦	٤٦ و ۳٤	۱۳۷۵					٦۰۰
روانسر	سینوپتیک	۳۹ و ٤٦	٤۳ و ۳٤	۱۳۸۰	۲٦	۵۰	۲٤	۰	۵۵۰
ثلاث	سینوپتیک تکمیلی	۰۹ و ٤٦	٤۵ و ۳٤	۱۲۲۵					٤۵۰

منبع: اداره کل هواشناسی استان کرمانشاه



شکل ۲: نقشه خطوط همبارش استان کرمانشاه وناحیه اورامانات(ماخذ: اداره کل هواشناسی استان کرمانشاه)

سیستم استحصال آب باران: نمای کلی سیستم استحصال آب باران درتصویر ذیل(شکل شماره۳) نشان داده شده است. لذا بر اساس اقلیم، مقدار بارش و توپوگرافی مقدار آب مورد نیاز و هدف از تامین آب در ناحیه، ذخیره آب باران از پشت بام ایستگاه هواشناسی اجراشده است.



شکل ۳: تصویری ازاجزای تشکیل دهنده سیستم استحصال وذخیره آب باران(ماخذ: کتاب استحصال آب)

سطح آبگیر: قسمتی از سطح زمین است که باعث می شود تمام یا بخشی از بارش را جمع آوری تا به طرف نقطه هدف هدایت شود. نقطه هدف معمولا در محلی خارج از محدوده سطح آبگیر واقع شده است. مساحت سطح آبگیر معمولا از چند مترمربع تا چندین کیلومتر مربع متغییر می باشد. این سطح آبگیرمی تواند پشت بام یک ساختمان، یک محدوده سنگفرش شده، یک قطعه زمین کشاورزی، یک نقطه صخره ای، حاشیه زمین های زراعی، نقاط شیبدار با جنس سازند های حساس به فرسایش و یا نقاط با پتانسیل حرکات دامنه ای باشد. این نقاط را باید با استفاده از موادی چون قیرپاشی، آسفالت، بتون، مواد پلاستیکی، نایلون، کاه گل و... غیرقابل نفوذ کرد.

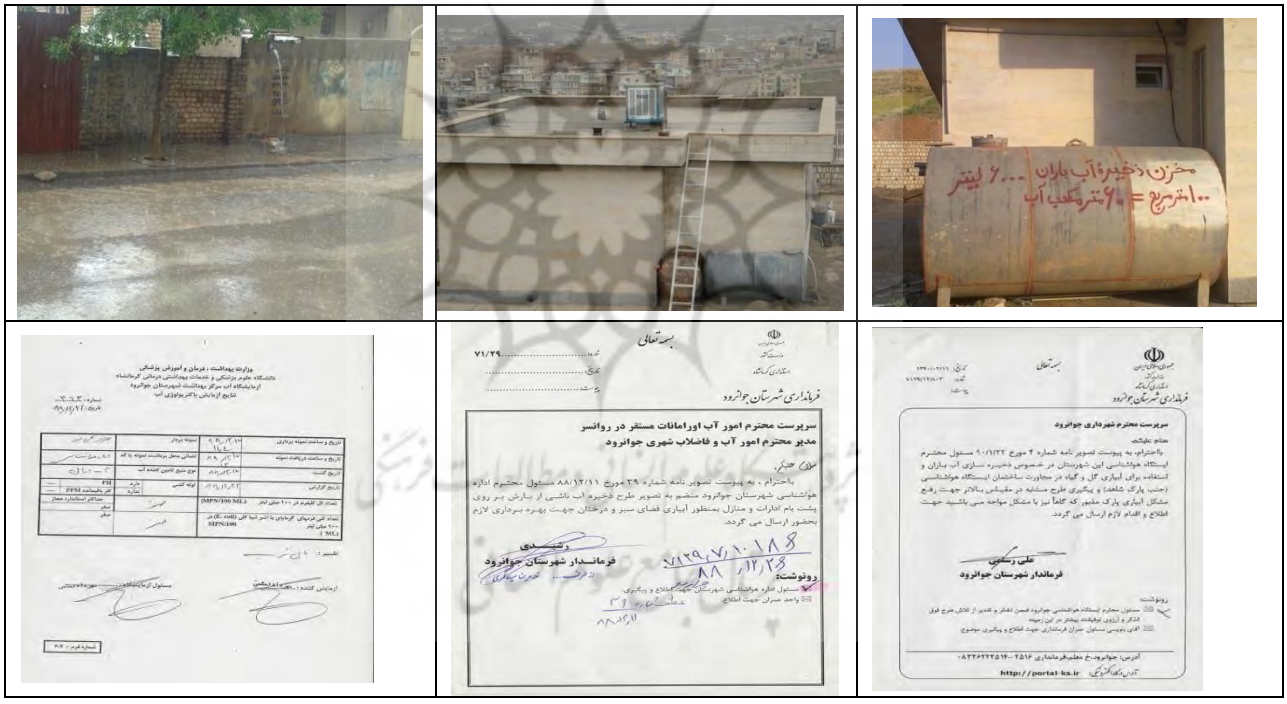
محل ذخیره سازی: این محل منبع یا مخزن و استخری است که رواناب جمع آوری شده از سطوح آبگیر به آنجا هدایت و ذخیره می شود و تا زمانی که مورد استفاده قرار نگرفته در آنجا باقی می ماند. منبع ذخیره می تواند از نوع سطحی یا مخازن زیر زمینی مانند آب انبارها باشد. مصالح مورد نیاز برای ساخت منبع یا مخزن می تواند سنگ، بلوک، آجر، ماسه وسیمان یا کلا بتونی باشد. با ساخت دیواره مخزن باید روی مخزن را نیز با وسایلی چون پلیت های فلزی یا به بتونی پوشاند و مانع از تبخیر و برخورد و تابش مستقیم نور خورشید به آن و یا ورود جانداران و حشرات به آن شد.

نقطه هدف: منظور مکانی است که آب استحصال شده در آن محل مورد استفاده قرار می گیرد. در بخش کشاورزی هدف عمده تامین آب مورد نیاز گیاهان یا حیوانات است درحالیکه در صنعت هدف تامین آب برای محصولات صنعتی است و در مصارف خانگی هدف اصلی تامین نیازها و احتیاجات انسانها می باشد.

اجرای طرح درمقیاس کوچک:

با بدست آمدن اطلاعات مورد نیاز در خصوص اقلیم ناحیه، میزان بارش سالانه، فصلی و ماهانه ناحیه، با همکاری وکمک مدیرکل محترم هواشناسی استان کرمانشاه، تصمیم به اجرای طرح در مقیاس کوچک گرفته شد(مجموعه عکس

های شماره۱). در این راستا جهت بدست آمدن اطلاعات دقیقتر ابتدا تصمیم گرفته شد که بارش نزولات جوی ابتدا بر سطح پشت بام ایستگاه به مساحت ۱۰۰مترمربع از طریق نصب لوله های پلاستیکی با ادغام دو ناودان ساختمان و قراردادن تانکر۶۰۰۰ لیتری در زیر ناودان اصلی ساختمان، بارش برف و باران به درون تانکرتعبیه شده هدایت و ذخیره گردید. درسال ۱۳۷۷/۷۸ با بارش ۷۳۰ میلیمتری ثبت شده ایستگاه تقریبا ۱۲ بار تانکر تعبیه شده در زیر نودان ساختمان، از محل بارش باران و برف پر از آب گردید. به دلیل فاصله کوتاه بین سطح آبگیر، مخزن و عایق بودن پشت بام، محاسبه پرت بارش غیر ممکن و در واقع قابل ملاحظه نبود. درسال زراعی مذکور تقریبا ۷۳مترمکعب آب باران ذخیره و تخلیه گردید که این مقدار آب جمع آوری شده باران ازسطح ۱۰۰ مترمربع پشت بام ساختمان اداری ایستگاه، تقریبا برابر با مصرف آب سالانه ایستگاه بود. درمدت چند سال گذشته بصورت نرمال تقریبا هرسال حدود۱۰بار تانکر مذکور با ظرفیت کل۶۰ مترمکعب از بارش نزولات جوی برسطح پشت بام ایستگاه پر، تخلیه و در مواردی به مصرف فضای سبز، طشتک تبخیر و کلر خنک کننده آبی ایستگاه می رسید.



عکس ۱: تصویری ازبارش باران، مخزن ذخیره ونتیجه آزمایش تعیین کیفیت آب(ماخذ: محقق: بختیار کردپور)

اجرای طرح در مقیاس متوسط: با بدست آمدن اطلاعات و داده های مورد نیاز از اجرای طرح در مقیاس کوچک و با مراجعات مکرر به جهاد کشاورزی، امور آب ناحیه، آبفای شهری و...میزان نیاز آبی سالانه یک خانوار، گونه های درختی، زراعی، دام وطیورو...درطول سال، از ادارات مربوطه دریافت گردید(جدول شماره۲). با بدست آمدن اطلاعات مورد نیاز در جهت اجرای طرح در مقیاسی متوسط به منظور ایجاد الگو و شیوه ای برای تامین آب مورد نیاز و جای گرفتن این شیوه در صنعت آب کشور، با مدنظر قراردادن استاندارد نرمال مصرفی سالانه یک خانوار به

حجم۱۵۰مترمکعب و توجه بـه نیـازآبی سـالانه ایسـتگاه در بـالاترین میـزان حجـم مصـرف ، تصـمیم بـه سـاخت مخزن۱۵۰مترمکعبی ذخیره باران از سطح آبگیر به مساحت ۲۵۰ مترمربع گرفته شد.

عملیات اجرایی ساخت مخزن با حفر استخری در محل ایستگاه هواشناسی به ابعاد۳*۷*۸ مترمربـع شـروع گردیـد بخشی از مصالح مورد نیاز توسط ادارات شهرستان و پیمانکاران تامین شد. عملیات ساخت مخزن ابتدا با حفرمخزن، بتون ریزی کف مخزن، دیوارچینی با بلوک، سیمانکاری دیوارها، عـایق نمـودن کـف و بدنـه مخـزن، ایجـاد سـقف شیروانی با به کاربردن قوطی٤*٨ و۱۰۰ متر ورق شیروانی و در نهایت نسب سـرامیک درکـف و دیوارهـای مخـزن پایان گرفت(جدول شماره۳). و به تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۱۵در ایام مبارک دهـه فجرتوسـط فرمانـدارمحترم و سـایر مسـولان سیاسی و جرایی شهرستان و استان افتتاح گردید(مجموعه عکس های شماره۲). در سالهای خشک وکم باران باید در ابتدای سال زراعی از پیش بینی های سالانه، فصلی وماهانه هواشناسی در زمینه بارش اسـتفاده نمـود تـا بعـدا مشـکلی در ذخیره و تامین نیاز آبی بروز نکند. براساس نرمال بارشی ناحیه و لحاظ نمودن کمتـرین و بیشـترین بـارش درطـول دروه آماری باید نسبت به ایجاد سطوح آبگیر سیار در سالهای مواجه با خشکسالیها اقدام نمود تا کمبود آب ورودی از سطح آبگیر اصلی به مخزن جبران شود. ساخت مخزن ذخیره باران برای استفاده غیرشرب درصـورت اسـتفاده از بتون تیپ ۵ که حاوی موادی جهت افزایش میزان نفوذ ناپذیری بتون مـی باشـد، نیـازی بـه عـایق کـاری و نسـب سرامیک یا کاشی نداشته ومی توان به جای سقف های شـیروانی و فلـزی از مصـالح موجـود محلـی بـرای ایجـاد سرپوش استفاده نمود. با این کارصرفه جویی زیادی در وقت و هزینه صورت خواهدگرفت.

جدول۲: نرمال مصرف آب موردنیازدربخش های متنوع مصرفی

ردیف	بخش مصرفی	مصرف ماهانه به لیتر	مصرف فصلی به لیتر	مصرف سالانه به مترمکعب
۱	خانوار۵نفره	۱۲۰۰۰	۳٦۰۰۰	۱۵۰
۲	گاومحلی	۱۵۰۰	٤۵۰۰	۱۸
۳	گاو اصیل	٤۰۰۰	۱۲۰۰۰	٤۸
٤	بزوگوسفند	۵۰۰	۱۵۰۰	٦
۵	طیور	۰.۵	۱.۵	٦ لیتر
٦	درختان	۱۰۰۰	۳۰۰۰	۵
٦	زراعت	برای زراعت می توان به عنوان آبیاری تکمیلی اقدام نمود وراندمان تولید را بالا برد		

منبع: جهادکشاورزی وآبفای شهرستان

جدول۳: مراحل ساخت مخزن ومصالح بکاررفته

ردیف	مراحل اجرای طرح	مصالح بکاررفته		هزینه به تومان
۱	حفرمخزن	///		۵۰۰ ۰۰۰
۲	بتون وفنداسیون	ماسه، سیمان ومیلگرد		۱ ۰۰۰ ۰۰۰
۳	دیوارچینی	ماسه، سیمان وبلوک		۱ ۰۰۰ ۰۰۰
٤	عایق کاری	ایزوبام		۷۵۰ ۰۰۰
۵	سرامیک کف وبدنه	ماسه، سیمان وسرامیک		۲ ۵۰۰ ۰۰۰
٦	سقف	قوطی، شیروانی		۲ ۵۰۰ ۰۰۰

عکس ۲: تصاویری ازمراحل ساخت مخزن ذخیره باران وافتتاح طرح به تاریخ۹۰/۱۱/۱۵ توسط فرماندارشهرستان

شرح وتفسیرنتایج:

اجرای عملی طرح ذخیره بارش نزولات جوی، دردو مقیاس٦ و۱۵۰مترمکعبی در محل ایستگاه هواشناسی شهرستان جوانرود که ابتدا با قرار دادن تانکری٦۰۰۰ لیتری در زیر ناودان ساختمان ایستگاه هواشناسی اجرا گردید. درمدت چند سال با توجه به بارش ناحیه به میزان ٦۰۰ میلیمتر تقریبا بطور میانگین در این مدت هرسال۱۰بار تانکر مذکور معادل٦۰ مترمکعب یا٦۰۰۰۰ لیترمعادل۳۰۰ بشکه آب برابر با۳۰۰۰ پیت۲۰ لیتری از بارش باران پر، تخلیه و در مواردی به مدت یک ماه تمام به مصرف فضای سبز، کلرآبی خنک کننده ساختمان وطشتک تبخیر می رسید. در واقع در این ناحیه با نرمال بارشی٦۰۰ میلیمتر از سطح هر۱۰۰مترمربع٦۰ مترمکعب آب باران ذخیره و مورد استفاده قرارگرفت. انجام آزمایشات مربوط به تعیین کیفیت آب در مقاطع مختلف زمانی مشخص ساخت که آب باران، آبی پاک، سالم و قابل شرب است. آلودگی های جزئی آن را می توان با استفاده از همان کلری که جهت تصفیه آب در مخازن آب شرب شهری مورد استفاده قرار می گیرد برطرف نمود. بررسی و مطالعات صورت گرفته در این مدت درخصوص تعیین میزان نیاز آبی سالانه یک خانوار، یک اصله درخت، دام وطیور و...مشخص ساخت که در این ناحیه بدون نیاز به سایر منابع آبی، می توان آب مورد نیاز هر مجموعه ای را در نزدیکی همان مجموعه برای مصرف در بخش شرب، کشاورزی، صنعت و... با صرفنظر از دوری و نزدیکی به سایر منابع آبی، تامین نمود. در این ناحیه از سطوح مختلف می توان حجم مشخصی از آب باران را ذخیره و به مصرف مشخصی رسانید.

۱-از سطح ۱۰۰ مترمربع در ناحیه می توان ٦۰ مترمکعب آب را با ساخت مخزنی سرپوشیده به ابعاد ۲.۵*۵*۵ متر جمع آوری و ذخیره نمود که این مقدار آب در صورت استفاده بهینه از آب برای مدت مصرف ٤ ماه یک خانوار و یا برای آبیاری ۱۲ اصله درخت یا۱۲ راس بز و گوسفند یا برای مرغداری با ٦۰۰ قطعه مرغ در طول سال یا دوره آبیاری در ناحیه کافی است و این خود می تواند برای رفع بیکاری ناحیه مثمر ثمر باشد.

۲- از سطح ۱۰۰۰ مترمربع در ناحیه می توان ٦۰۰ مترمکعب را با ساخت مخزنی سرپوشیده به ابعاد۳*۱۰*۲۰ متر جمع آوری و ذخیره نمود که با استفاده بهینه از آب، این مقدار آب برای مدت مصرف ٤ خانوار در طول سال کافی بوده و یا می توان با این مقدار آب ۱۲۰ اصله درخت را در یک هکتار زمین در طول دوره آبیاری، آبیاری نمود و یا برای آبدهی ۱۲۰ راس بز و گوسفند در طول سال اقدام نمود و یا برای تامین آب یک مرغداری با ظرفیت ٦۰۰۰ قطعه مرغ با توان اشتغالزایی مناسب و رفع بیکاری در ناحیه اقدام نمود.

۳-از سطح ۱۰/۰۰۰ مترمربع معادل۱هکتار در ناحیه مورد مطالعه می توان ٦۰۰۰ مترمکعب آب را با ساخت مخزنی سر پوشیده به ابعاد ۲.۵*۵۰*۵۰ مترجمع آوری و ذخیره نمود و با آن آب مورد نیاز٤۰ خانوار در طول یک سال را تامین نمود و یا با آن می توان آب مورد نیاز یک سال ۱۲۰۰ اصله درخت را در طول دوره آبیاری را در٦ هکتار زمین با کاشت ۲۰۰ اصله درخت در هکتار تامین نمود. و یا می توان با این مقدارآب سالانه یک مجتمع گاوداری را با ۱۲۰ راس گاو اصیل شیری که روزانه تا ۵۰ لیترشیردهی دارند را به راحتی تامین نمود یا برای۱۲۰۰ راس بز و گوسفند در طول سال آب تامین نمود یا برای مرغداری با ٦۰۰۰۰ قطعه مرغ آب تامین نمود.

٤-از سطح ۱ کیلومترمربع معادل ۱/۰۰۰/۰۰۰ میلیون مترمربع با نرمال بارش٦۰۰ میلیمتردر سال به راحتی می توان ۰۰۰ ٦۰۰ مترمکعب آب باران را جمع آوری و در چندین مخزن سرپوشیده ذخیره نمود. ین مقدار آب جمع آوری شده از سطح ۱ کیلیومترمربع برای تامین آب مصرفی سالیانه ٤۰۰۰ خانوار در طول سال کافی است، یا برای آبیاری ۱۲۰/۰۰۰ اصله درخت در٦۰۰ هکتارزمین کافی می باشد. یا برای یک مجتمع گاوداری با ۰۰۰ ۲٤ راس گاو اصیل شیری یا برای تامین آب برای۱۲۰۰۰۰ راس بز و گوسفند یا برای ٦ میلیون قطعه مرغ درسال اقدام نمود.

لذا در نهایت برای تامین آب ایستگاه هواشناسی شهرستان جوانرود از محل بارش باران به منظور ایجاد الگویی جهت تعمیم آن برای تامین آب مورد نیاز در بخش شرب، کشاورزی وصنعت و سایر بخش های متنوع مصرفی وجایی دادن این شیوه تامین آب در صنعت آب کشور، طرح ذخیره باران با ساخت مخزن۱۵۰مترمکعبی از سطح آبگیر به مساحت ۲۵۰ متر مربع درمحل هواشناسی شهرستان جوانرود ساخته شد و در ایام مبارک دهه فجرسال ۱۳۹۰ با حضور فرماندار و مسئولین شهرستان افتتاح و آبگیری شد. بعد از آن در مقاطع مختلف زمانی ریاست بسیج مهندسین استان کرمانشاه و ریاست سازمان جهادکشاورزی استان و کارشناسان و نمایندگان امورآب ناحیه و وزارت نیرو از طرح ذخیره باران دیدن نمودند. نهایتا طرح ذخیره باران توسط وزارت نیرو و در کمیسیون انرژی مجلس شورای اسلامی به تصویب نمایندگان رسید و مجوزهایی هم برای تامین آب واحدهایی از محل بارش باران توسط امورآب ناحیه صادرگردید.

عکس ۳: تصاویری از تصویب کلیات طرح ذخیره باران در مجلس و مجوز صادر شده برای بهره برداری

خلاصه و پیشنهادات:

همانطور که قبلا در این تحقیق کاربردی بیان گردید، محدودیت منابع آبی با تقاضای روزافزون جوامع بشری برای این ماده حیاتی، موضوع استفاده بهینه از منابع آبی با ذخیره باران، درکلیه نقاط دنیا مورد توجه جدی قرار گرفته و تلاش هایی فراوان برای توسعه آن به عنوان راه حل مبارزه با خشکی وخشکسالی درحال انجام است. از آنجا که بارش ناحیه اورامانات با نرمال بارش سالانه ۶۰۰ میلیمتر یا ۶۰۰ لیترمعادل ۳ بشکه آب در هر مترمربع می باشد، درسال حجم بارش نزولات جوی بر سطح ناحیه بالغ بر۲.۷ میلیارد مترمکعب آب می شود. ولی متاسفانه با این حجم عظیم بارش هنوز هم سطح وسیعی از زمین های ناحیه با داشتن توان و استعداد خاص طبیعی بصورت دیم و سنتی با بازده پایین اقتصادی مورد استفاده قرار می گیرد. ساکنان این نواحی برای کسب درآمد بیشتر از طریق افزایش سطح زیرکشت اقدام به تخریب منابع طبیعی و زیست محیطی نموده و این باعث فقر و نابودی منابع زیست محیطی شده که به دنبال آن کاهش شدید منابع آبی ، تخلیه سکونت گاههای روستایی، افزایش و رشد سطح شهرنشینی وشهرگرائی(بدون رشد سطح فرهنگ شهروندی) بصورت حاشیه نشینی، مسائل و معضلات شهرنشینی را در ناحیه سبب گردیده و در ماههای خشک با مشکل تامین آب برای نقاط شهری، روستایی، واحدهای تولیدی و اقتصادی مواجه بوده که موجب جیره بندی و قطع آب میشود. با تغییر بستر بافت جمعیتی، بصورت کاهش جمعیت تولیدی و افزایش جمعیت مصرف کننده باعث ایجاد وابستگی به خارج از ناحیه شده و با درصد بالای بیکاری دارای معضلاتی بوده که پیامدهای اجتماعی آن عواقبی خطرناک را به دنبال خواهد داشت. لذا برای برون رفت از وضعیت فعلی و ایجاد زیربنای توسعه پایدار پیشنهاداتی به شرح ذیل بیان می گردد.

۱–در جهت تامین آب مصرفی برای روستاها، شهرک ها، شهرها، مجتمع های دامداری، دامپروری، طیور، شهرک های صنعتی و... در اطراف هرکدام از این نقاط و واحدها با توجه به حجم آب مصرفی مورد نیاز سالانه، نسبت به ایجاد تاسیسات ذخیره باران در نقاطی که فاقد کاربری مناسبی باشد اقدام نمود. با این روش آب مورد نیاز هرمکان و مجموعه ای به هرمیزان در همان محل تامین شده و شاهد پدیده جیره بندی، مهاجرت، نابودی صنایع و واحدهای تولیدی نخواهیم بود.

۲–در زیرزمین واحدهای مسکونی یا اقتصادی و... نسبت به ساخت۲ مخزن مجزا برای ذخیره باران وآب مصرف شده با توجه به تعداد خانوارها، مساحت پشت بام و حجم آب ورودی به ساختمان، ساخته شود. از آنجا که بخش اعظم آب مصرفی در ساختمان به مصرف استحمام، کلرهای آبی خنک ساختمان، فلاش تانک توالت ها، وضو، شستشوی دست وصورت، شستن سبزیجات ومیوه جات، شستشوی البسه وماشین و.. ، می رسد. می توان با ذخیره باران و تصفیه آن، از آن برای استحمام، وضو، شستن البسه، ماشین، میوه وسبزیجات استفاده نمود و آب استفاده شده را به مخزن دیگر هدایت و با عبوردادن از فیلتر و با تصفیه ای ساده از آن مجددا برای مصرف کلرآبی خنک کننده و فلاش تانک توالت ها استفاده نمود.(مصرف کلرآبی خنک کننده درساعت ۲۰ لیتر، درشبانه روز۴۸۰ لیتر، درماه۱۵۰۰۰ لیتر و با احتصاب ۱۲ ساعت کار درخرداد ومهر و ۱۸ ساعت کار در۳ ماهه تابستان در طی دوره گرما معادل۵۰۰۰۰ لیتر یا ۵۰ مترمکعب آب خواهد بود و حجم آب استفاده شده درفلاش تانک توالت ها در سال حدود۱۵ مترمکعب آب خواهد بود. یعنی آب مصرف شده در کلرهای خنک کننده آبی و فلاش تانک توالت ها درسال حدود ٦٥ مترمکعب آب خواهد بود). در واقع بجز آب استفاده شده در توالت ها که باید به سیستم فاضلاب هدایت شود، بقیه آب مصرفی ساختمان را می توان با عبور دادن از فیلتر و تصفیه ای ساده مجددا به چرخه مصرف غیرشرب خصوصا برای کلرهای آبی خنک کننده و فلاش تانک توالت ها بازگرداند که درحال حاضر حجم عظیمی ازمنابع محدود آب شرب شهری را مصرف نموده که اصلا نیازی به آب تصفیه شده برای مصرف آنها نیست.

۳– در جهت تامین آب برای آبی نمودن زمین های دیم ناحیه، ابتدا باید ضمن رعایت اصول کاشت کشاورزی و کشت زراعت در جهت انتخاب نوع و رقم سازگار با محیط و درآمد زایی مناسب، توجه به صنعت آب مجازی و روشهای نوین آبیاری، نسبت به ایجاد تاسیسات ذخیره آب باران بصورت اشتراکی یا خصوصی اقدام نمود. در این روش معمولا حدود۲۰٪ از مساحت زمین برای ایجاد تاسیسات ذخیره باران اشغال خواهد شد ولی۸۰٪ باقیمانده زمین تحت کشت آبی قرارگرفته و می تواند درآمدی میلیونی برای خانوارها درپی داشته باشد. بخصوص که ناحیه توان و استعدادی طبیعی برای کشاورزی داشته و از طرف دیگر با استانی شدن شهرحلبچه درکردستان عراق و فاصله کوتاه بین ناحیه و شهرحلبچه، امکان صادرات محصولات باغی و زراعی برای آنطرف مرز وجود داشته و تاثیراتی قابل لمس بر اقتصاد ناحیه و کشور خواهد داشت. خصوصا که عراق هم اکنون با بحران آبی روبرو گشته، بجز قسمت شمال عراق(کردستان عراق) ازخود رودی نداشته و قسمت عمده آب ورودی به عراق از ترکیه وایران سرچشمه گرفته و ترکیه هم با اطلاع کامل از اوضاع منطقه در راستای احیای امپراطوری عثمانی از طریق افزایش توان اقتصادی خود با ایجاد وابستگی آبی و اقتصادی کشورهای همسایه به خود اقدام به ساخت سدهای متعدد نموده و باعث کاهش شدید دبی آب ورودی به سوریه و عراق گردیده، آن مقدار آب ورودی به سوریه و عراق هم فعلا از استانهای دردست داعش در سوریه و عراق می گذرد که هر لحظه امکان قطع و انحراف کامل بستر رودخانه ها وجود دارد و این یعنی وابستگی شدید آبی و غذایی عراق به ایران، ترکیه وسایرکشورها.

٤– در نقاط سخت و شیبدار که حدود۸۰% مساحت ناحیه را دربرگرفته، استعداد وتوان محیطی درکاشت درختان پسته وحشی(بنه) و بلوط می باشد که شیره درخت بنه ارزش اقتصادی بالایی دارد و منبع درآمدهای میلیونی تعدادی از خانوارهای ساکن ناحیه می باشد اما به دلیل ضعف علمی ومالی اهالی، خشکسالیها، فرسایش، کاهش

شدید منابع آبی، کاهش شدید میزان رطوبت خاک، این درختان دیم مثمر در معرض خشک شدن و نابودی قرار دارند و ازآنجا که ازجنگلها به عنوان مادر رودخانه ها تعبیر می شود. این نیز بتدریج باعث خشک شدن چشمه ها، سراب ها و رودخانه هاگردیده و پیامدهای خطرناک زیست محیطی را برای منطقه خاورمیانه و خلیج فارس در کاهش حجم آب شیرین ورودی به خلیج، افزایش میزان غلظت نمک، نابودی جانداران دریایی ، افزایش حالت خورندگی آب دریا با تخریب کشتی ها وشناورها و تبدیل به بحرالمیتی دیگر را در پی دارد. لذا با طرح ذخیره باران درجهت تامین آب مورد نیاز برای کاشت درختان بنه و بلوط درسالهای اولیه، به خاطرکاهش رطوبت خاک و آموزش اهالی در نحوه ساخت خاک، کود دهی، نحوه کاشت درختان، استفاده از سوپرجاذب ها(موادکلوفونی)موقع کاشت درختان و... باعث سرسبزی ناحیه، افزایش قدرت نفوذ پذیری خاک، جلوگیری از فرسایش خاک، تغذیه سفره های زیرزمینی، افزایش دبی آب چشمه ها و رودخانه ها، رونق صنعت توریسم، افزایش درآمد اهالی، کاهش مهاجرت و البته ایجاد مهاجرت معکوس گردید.

۵- ناحیه اورامانات بخشی از زاگرس مرتفع وچین خورده می باشد. وجود ارتفاعات بلند با تپه ماهورها و دره های پرپیچ وخم و پست باعث ایجاد اقلیم و ریزاقلیمهای متعددی گردیده است. درفاصله های کوتاه با اختلاف ارتفاعی بیش از۳ کیلومتر روبرو هستیم. این باعث شده که درصورت آموزش صحیح به اهالی انواع محصولات گرمسیری، و کوهستانی را با بالاترین راندمان تولید به عمل آورد و به خارج ازناحیه صادر نمود.

کارشناسان ترکیه در یک برنامه ریزی جامع و سیستماتیک با شناخت توان و استعداد طبیعی کشور ترکیه که مناسب کاشت فندوق می باشد با تخریب گونه های جنگلی غیرمثمرثمر و کاشت فندوق در آن نقاط، نهایتا با بررسی های صورت گرفته و به گفته کارشناسان داخلی وخارجی درآمد حاصل از کاشت فندوق در ترکیه تقریبا۲ برابر درآمدهای نفتی ایران است. استعداد وتوان محیطی زاگرس هم درکاشت درختان دیم بنه می باشدکه بصورت سنتی و بدون رعایت کوچکترین اصول ومسائل علمی توسط افرادی درناحیه کاشته شده و بعد از مدتی شیره گیری ازآنها شروع و باعث کسب درآمدهای میلیونی گردیده است(مجموعه عکس های شماره٤) . از طرفی زاگرس بعد از گراندکانیون آمریکا، دومین منطقه غنی دنیا درحوضه ژئوئومورفولوژی بوده که می توان حوضه ژئومورفولوژی یا ژئوتوریسم را برای ناحیه تبلیغ و در نظرگرفت و این باعث رشد وگسترش صنعت توریسم درناحیه خواهد شد.

عکس٤: تصاویری از نهال و درختان بنه در ناحیه و نحوه شیره گیری از آنها

منابع:

۱.اداره کل هواشناسی استان کرمانشاه، آماراقلیمی و نقشه های اقلیمی و بارشی کرمانشاه

۲.بحرینی،حسین وکریمی،کیوان(۱۳۸۵):برنامه ریزی محیطی برای توسعه سرزمین،انتشارات دانشگاه تهران،چاپ دوم.

۳.ثروتی،محمدرضا(۱۳۸۱): ژئومرفولوژی منطقه ایران،انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

٤.جداری عیوضی،جمشید (۱۳۷۸): جغرافیای آبها ، انتشارات دانشگاه تهران ، چاپ هشتم.

۵ .جهاد کشاورزی استان کرمانشاه ، نقشه ۱/۷۰۰۰۰۰ منابع طبیعی استان کرمانشاه

٦.حسینیان،مرتضی(۱۳۸۷): آینده آب دردنیا،انتشارات نشرعلوم روز، چاپ اول.

۷.روزنامه کیهان، شماره۱۲،۲۰۰۱۳ شهریور ۱۳۹۰

۸.شرکت آب منطقه ای غرب(معاونت مطالعات پایه منابع آب)،آماردبی رودخانه های استان کرمانشاه.

۹.طیب،اویس ودایترپرینز،ترجمه جواد طباطبایی یزدی وبهاره چکش(۱۳۸٦): استحصال آب،انتشارات جهاددانشگاهی مشهد،چاپ اول

۱۰.علیجانی،بهلول (۱۳۷۹) : آب وهوای ایران ، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ چهارم.

۱۱.کاویانی،محمدرضا و علیجانی ،بهلول (۱۳۷٤): مبانی آب وهواشناسی ، انتشارات سمت،چاپ چهارم.

۱۲.کردوانی،پرویز(۱۳۷۹): منابع ومسائل آب درایران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم.

۱۳.کردوانی،پرویز(۱۳۷۲): مراتع ، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
۱٤.کردوانی،پرویز(۱۳۵۳): جغرافیای خاک ها، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
۱۵.کردوانی،پرویز(۱۳۸۹): جزوه درسی هیدرولوژی آب های سطحی ۱۳۸۹
۱٦.کردوانی،پرویز(۱۳۸۹) : جزوه درسی نواحی اقلیمی ایران وتوانهای آن ۱۳۸۹
۱۷.کک،روژه(۱۳۷۸) :ژئومرفولوژی،ترجمه فرج الله محمودی،جلد دوم،انتشارات دانشگاه تهران،چاپ سوم.
۱۸.مخدوم،مجید (۱۳۸۷): شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ هشتم.
۱۹.مهندسین مشاورتدبیرشهر(۱۳۹۰): طرح توسعه ناحیه اورامانات ، جلد اول ودوم
۲۰.ولایتی،سعدالله(۱۳۸٦):جغرافیای آبها ، انتشارات جهاددانشگاهی ، چاپ دوم.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی