

## استفاده بهینه از منابع آبی در ناحیه اورامانات (ذخیره باران)

دکتر پرویز کردوانی<sup>۱</sup>، بختیار کردپور<sup>۲</sup>

۱- استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- 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 در کشور 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 ۶۰۰۰ 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 گنجایش ۱۵۰ مترمکعب از سطح آبگیر ۲۵ مترمربع اقدام شده است. در این ناحیه در طول سال آبی یا زراعی با نرمال بارش ۶۰۰ میلیمتر، از سطح ۱۰۰ مترمربع پشت بام ساختمان اداری ایستگاه هواشناسی، برای چهارمین سال متوالی هر سال حدود ۶۰ مترمکعب یا ۶۰۰۰۰ لیتر آب باران با موفقیت کامل ذخیره و مورد استفاده قرارگرفت. از آنجا که بارندگی و لو به مقدار کم تقریباً 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 محدودیت 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 در حدود 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 ۱/۲۶۷ 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 در حدود ۱/۷٪ معادل ۲۳ میلیون کیلومترمکعب 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 مقدار ۰.۸٪ معادل ۴ میلیون کیلومترمکعب، معادل ۰.۳٪ از کل آب کره زمین است. از مقدار ۴ میلیون کیلومترمکعب آب شیرین و قابل دسترس برای ساکنان کره زمین حدود ۶۰٪ آن معادل ۲.۴ میلیون کیلومترمکعب آن به تنهایی در اختیار ۹ کشور (آمریکا، کانادا، برزیل، چین، روسیه، مالزی و هند) است. همچنین حدود ۷۰٪ آب شیرین کره زمین به صورت اشتراکی در بین ۲۱۰ کشور مورد بهره برداری قرار می گیرد. حدود ۷۰ کشور که 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 سیاستمدان 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. از ۳۷ مورد مساله جنگ در خاورمیانه در ۵۰ سال اخیر ۳۰ مورد آن بر سر مساله آب بوده است. با توجه به اینکه ایران بر روی کمربند بیابانی جهان قرار گرفته و بیش از ۷۰٪ خاک کشور را نواحی خشک و نیمه خشک در بر گرفته 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 ۴۱۳ 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 قرار می گیرد. رشد جمعیت کشور با رشد صنعت، تکنولوژی و کشاورزی براساس افق چشم انداز ۲۰ 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 در شمال، شمال غرب و غرب کشور دارای بارش دریافتی خوبی در طول ۷ 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، عملاً 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 قرار می 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.

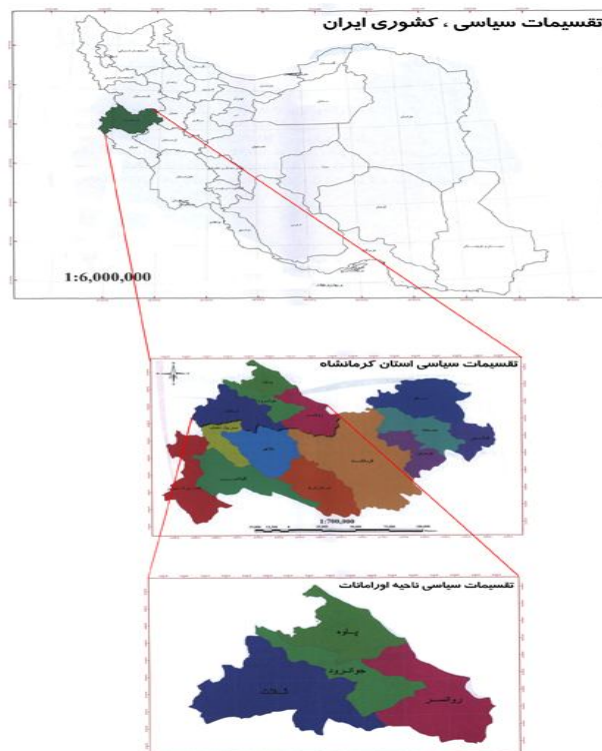
#### پیشینه تحقیق:

موضوع ذخیره 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 و کمبود آن در فصول خشک به دلیل پراکنش ناموزن زمانی و مکانی بارش، از گذشته 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 و کم 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 ۴۵۰۰ 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 در مخازنی به صورت آب انبار در دل زمین در مناطق خشک و نیمه خشک این سرزمین دارای سابقه ای طولانی، تاریخی و سنتی در کشور است. امروزه برخی از این آب انبارها را همچنان فعال در جمع آوری و ذخیره 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 و هوای خشک است با ایجاد یک آبخیز مصنوعی یعنی با آسفالت کردن ۲۴۰ هکتارزمین، توانسته است بارش باران بر سطح ۲۴۰ هکتار زمین را جمع آوری و به مخازن از قبل طراحی شده هدایت و ذخیره نموده و به مرور مورد استفاده برای ۲۳ شهرکوچک و بزرگ در اطراف این سطح آبرگیر قرار دهد.

#### کلیات جغرافیایی ناحیه مورد مطالعه:

ناحیه مورد مطالعه (نقشه شماره ۱) در محدوده جغرافیایی غرب کشور، در شمال غربی استان کرمانشاه، در دامنه غرب و جنوب غربی سلسله جبال زاگرس شمال غربی و در موقعیت طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی و ۳۴

درجه و ۳۲ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شمالی گسترده شده است. این ناحیه از سمت 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 در حدود ۳۴۰۰ 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، ليله 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 و ۶۶۷ روستا که ۴۹۱ روستای آن دارای سکنه و ۱۷۶ روستای خالی از سکنه است. این ناحیه با مساحتی بالغ بر ۴۴۴۲ کیلومترمربع معادل ۱۸٪ از مساحت استان کرمانشاه و ۰.۲۶٪ از مساحت کل کشور را شامل می شود. براساس سرشماری سال ۱۳۸۵ جمعیت ناحیه بالغ بر ۲۰۰۰۰۰ هزار نفر بوده است که ۱۱٪ کل جمعیت استان و ۰.۲۸٪ کل جمعیت کشور را در خود جای داده است. ناحیه با مساحت ۴۴۴۲۰ هکتار دارای تراکم جمعیتی در حدود ۲/۲ نفر در هکتار می باشد که در قیاس با استان کرمانشاه دارای وضعیت تراکم جمعیتی و جمعیت پذیری کمتری است. مهمترین دلایل کم بودن تراکم جمعیتی و جمعیت ناحیه در قیاس 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 از ۴۵٪ می باشد.



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی ناحیه مورد مطالعه در ایران (ماخذ: فرمانداری جوانرود ۱۳۹۰)

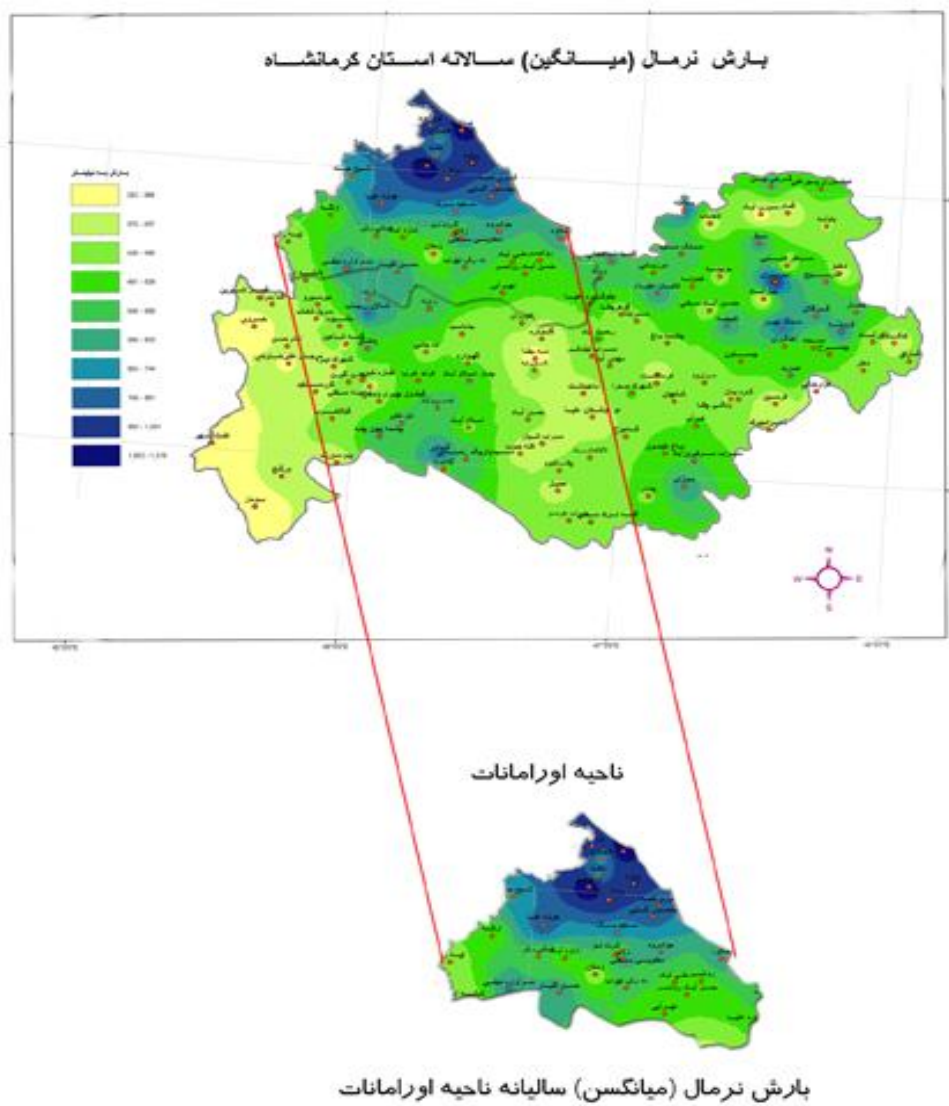
## داده ها و روش کار:

در این مطالعه، با توجه به موضوع مطرح شده و اهمیت آن در روند شکوفایی اقتصادی 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 ۴ ایستگاه اصلی ناحیه (جوانرود، روانسر، پاوه و ثلاث) گردآوری شد (جدول شماره ۱). 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 در طول 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 پرویز کردوانی 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 و علمی، 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 شماره ۲) 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 از سیستم زاگرس مرتفع و چین خورده) به جهت عمود بودن در برابر جریانات 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

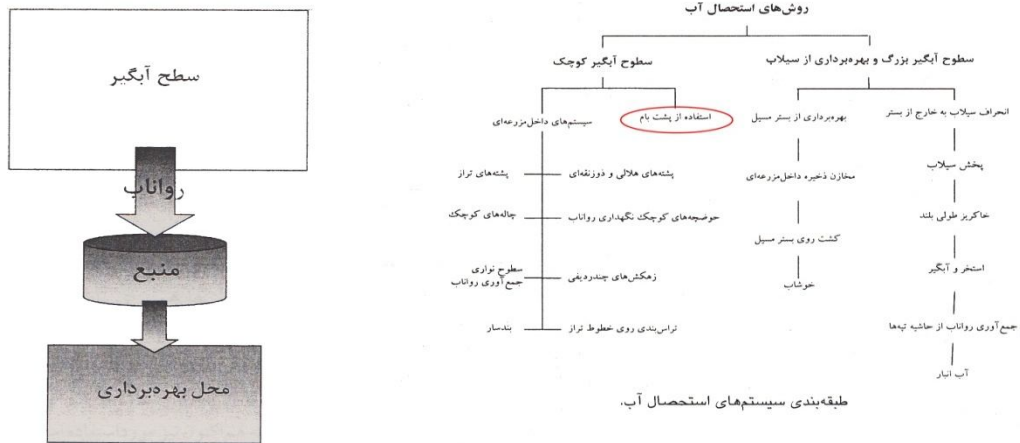
| نام ایستگاه | نوع ایستگاه     | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | ارتفاع از سطح دریا | نرمال بارش فصلی ایستگاه ها به % |        |      |         |
|-------------|-----------------|---------------|---------------|--------------------|---------------------------------|--------|------|---------|
|             |                 |               |               |                    | پاییز                           | زمستان | بهار | تابستان |
| پاوه        | سینوپتیک تکمیلی | ۲۰ و ۴۶       | ۰۲ و ۳۵       | ۱۵۰۰               | ۲۶                              | ۵۰     | ۲۴   | ۰       |
| جوانرود     | سینوپتیک تکمیلی | ۳۰ و ۴۶       | ۳۴ و ۴۶       | ۱۳۷۵               | ۲۶                              | ۵۰     | ۲۴   | ۰       |
| روانسر      | سینوپتیک تکمیلی | ۳۹ و ۴۶       | ۳۴ و ۴۳       | ۱۳۸۰               | ۲۶                              | ۵۰     | ۲۴   | ۰       |
| ثلاث        | سینوپتیک تکمیلی | ۰۹ و ۴۶       | ۳۴ و ۴۵       | ۱۲۲۵               | ۲۶                              | ۵۰     | ۲۴   | ۰       |

منبع: اداره کل هواشناسی استان کرمانشاه



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

سیستم استحصال آب باران: نمای کلی سیستم استحصال آب باران در تصویر ذیل (شکل شماره ۳) 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 اجرا شده است.



شکل ۳: تصویری از اجزای تشکیل دهنده سیستم استحصال و ذخیره آب باران (ماخذ: کتاب استحصال آب)

سطح آبگیر: قسمتی از سطح زمین است که باعث می‌شود تمام یا بخشی از بارش را جمع آوری تا به طرف نقطه هدف هدایت شود. نقطه هدف معمولاً در محلی خارج از محدوده سطح آبگیر واقع شده است. مساحت سطح آبگیر معمولاً از چند مترمربع تا چندین کیلومتر مربع متغیر می‌باشد. این سطح آبگیر می‌تواند پشت بام یک ساختمان، یک محدوده سنگفرش شده، یک قطعه زمین کشاورزی، یک نقطه صخره‌ای، حاشیه زمین‌های زراعی، نقاط شیبدار با جنس سازند‌های حساس به فرسایش و یا نقاط با پتانسیل حرکات دامنه‌ای 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 می‌شود و تا زمانی که مورد استفاده قرار نگرفته در آنجا باقی می‌ماند. منبع ذخیره می‌تواند از نوع سطحی یا مخازن زیر زمینی مانند آب انبارها باشد. مصالح مورد نیاز برای ساخت منبع یا مخزن می‌تواند سنگ، بلوک، آجر، ماسه و سیمان یا کلا بتونی باشد. با ساخت دیواره مخزن باید روی مخزن را نیز با وسایلی چون پلیت‌های 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 می‌گیرد. در بخش کشاورزی هدف عمده تامین آب مورد نیاز گیاهان یا حیوانات است در حالیکه در صنعت هدف تامین آب برای محصولات صنعتی است و در مصارف خانگی هدف اصلی تامین نیازها و احتیاجات انسانها می‌باشد.

#### اجرای طرح در مقیاس کوچک:

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

های شماره ۱). در این راستا جهت بدست آمدن اطلاعات دقیقتر ابتدا تصمیم گرفته شد که بارش نزولات جوی ابتدا بر سطح پشت بام ایستگاه به مساحت ۱۰۰ مترمربع از طریق نصب لوله های پلاستیکی با ادغام دو ناودان ساختمان و قراردادن تانکر ۶۰۰۰ لیتری در زیر ناودان اصلی ساختمان، بارش برف و باران به درون تانکر تعبیه شده هدایت و ذخیره گردید. در سال ۱۳۷۷/۷۸ با بارش ۷۳۰ میلیمتری ثبت شده ایستگاه تقریباً 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. در سال زراعی مذکور تقریباً ۷۳ مترمکعب آب باران ذخیره و تخلیه گردید که این مقدار آب جمع آوری شده باران از سطح ۱۰۰ مترمربع پشت بام ساختمان اداری ایستگاه، تقریباً برابر با مصرف آب سالانه ایستگاه بود. در مدت چند سال گذشته بصورت نرمال تقریباً هر سال حدود ۱۰ بار تانکر مذکور با ظرفیت کل ۶۰ مترمکعب از بارش نزولات جوی بر سطح 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 از بارش باران، مخزن ذخیره و نتیجه 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 و طیور و... در طول سال، از ادارات مربوطه دریافت گردید (جدول شماره ۲). 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



حجم ۱۵۰ مترمکعب و توجه به نیازآبی سالانه ایستگاه در بالاترین میزان حجم مصرف، تصمیم به ساخت مخزن ۱۵۰ مترمکعبی ذخیره باران از سطح آبگیر به مساحت ۲۵۰ مترمربع گرفته شد.

عملیات اجرایی ساخت مخزن با حفر استخری در محل ایستگاه هواشناسی به ابعاد ۳\*۷\*۸ مترمربع شروع گردید 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، عایق نمودن کف و بدنه مخزن، ایجاد سقف شیروانی با به کاربردن قوطی ۴\*۸ و ۱۰۰ متر ورق شیروانی و در نهایت نسب سرامیک درکف و دیوارهای مخزن پایان گرفت (جدول شماره ۳). و به تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۱۵ در ایام مبارک دهه فجر توسط فرماندارمحترم و سایر مسولان سیاسی و جرایبی شهرستان و استان افتتاح گردید (مجموعه عکس های شماره ۲). در سالهای خشک و کم باران باید در ابتدای سال زراعی از پیش بینی های سالانه، فصلی و ماهانه هواشناسی در زمینه بارش استفاده نمود تا بعدا مشکلی در ذخیره و تامین نیاز آبی بروز نکند. براساس نرمال بارشی ناحیه و لحاظ نمودن کمترین و بیشترین بارش درطول 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 در صورت استفاده از بتون تیپ ۵ که حاوی موادی جهت افزایش میزان نفوذ ناپذیری بتون می باشد، نیازی به عایق کاری و نسب سرامیک یا کاشی نداشته و می توان به جای سقف های شیروانی و فلزی از مصالح موجود محلی برای ایجاد سرپوش استفاده نمود. با این کار صرفه جویی زیادی در وقت و هزینه صورت خواهد گرفت.

جدول ۲: نرمال مصرف آب مورد نیاز در بخش های متنوع مصرفی

| ردیف | بخش مصرفی     | مصرف ماهانه به لیتر  | مصرف فصلی به لیتر | مصرف سالانه به مترمکعب |
|------|---------------|--|-------------------|------------------------|
| ۱    | خانوار ۵ نفره | ۱۲۰۰۰  | ۳۶۰۰۰             | ۱۵۰                    |
| ۲    | گاومحلی       | ۱۵۰۰   | ۴۵۰۰              | ۱۸                     |
| ۳    | گاو اصیل      | ۴۰۰۰   | ۱۲۰۰۰             | ۴۸                     |
| ۴    | بز و گوسفند   | ۵۰۰  | ۱۵۰۰              | ۶                      |
| ۵    | طیور          | ۰.۵  | ۱.۵               | ۶ لیتر                 |
| ۶    | درختان        | ۱۰۰۰   | ۳۰۰۰              | ۵                      |
| ۶    | زراعت         | برای زراعت می توان به عنوان آبیاری تکمیلی اقدام نمود و راندمان تولید را بالا برد |                   |                        |

منبع: جهاد کشاورزی و آبفای شهرستان

جدول ۳: مراحل ساخت مخزن و مصالح بکاررفته

| ردیف | مراحل اجرای طرح  | مصالح بکاررفته       | هزینه به تومان |
|------|------------------|----------------------|----------------|
| ۱    | حفر مخزن         | ///                  | ۵۰۰ ۰۰۰        |
| ۲    | بتون و فنداسیون  | ماسه، سیمان و میلگرد | ۱ ۰۰۰ ۰۰۰      |
| ۳    | دیوارچینی        | ماسه، سیمان و بلوک   | ۱ ۰۰۰ ۰۰۰      |
| ۴    | عایق کاری        | ایزویام              | ۷۵۰ ۰۰۰        |
| ۵    | سرامیک کف و بدنه | ماسه، سیمان و سرامیک | ۲ ۵۰۰ ۰۰۰      |
| ۶    | سقف              | قوطی، شیروانی        | ۲ ۵۰۰ ۰۰۰      |



عکس ۲: تصاویری از مراحل ساخت مخزن ذخیره باران و افتتاح طرح به تاریخ ۹۰/۱۱/۱۵ توسط فرماندار شهرستان

### شرح و تفسیر نتایج:

اجرای عملی طرح ذخیره بارش نزولات جوی، در دو مقیاس ۶ و ۱۵۰ مترمکعبی در محل ایستگاه هواشناسی شهرستان جوانرود که ابتدا با قرار دادن تانکری ۶۰۰۰ لیتری در زیر ناودان ساختمان ایستگاه هواشناسی اجرا گردید. در مدت چند سال با توجه به بارش ناحیه به میزان ۶۰۰ میلیمتر تقریباً بطور میانگین در این مدت هر سال ۱۰ بار تانکر مذکور معادل ۶۰ مترمکعب یا ۶۰۰۰۰ لیتر معادل ۳۰۰ بشکه آب برابر با ۳۰۰۰ پیت ۲۰ لیتری از بارش باران پیر، تخلیه و در مواردی به مدت یک ماه تمام به مصرف فضای سبز، کلرآبی خنک کننده ساختمان و پشتک تبخیر می رسید. در واقع در این ناحیه با نرمال بارشی ۶۰۰ میلیمتر از سطح هر ۱۰۰ مترمربع ۶۰ مترمکعب آب باران ذخیره و مورد استفاده قرار گرفت. 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 و طیور 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 صرف نظر 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 ۶۰ 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 ۴ ماه یک خانوار و یا برای آبیاری ۱۲ اصله درخت یا ۱۲ راس بز و گوسفند یا برای مرغداری با ۶۰۰ 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 ۶۰۰ مترمکعب را با ساخت مخزنی سرپوشیده به ابعاد  $۱۰ * ۱۰ * ۲۰$  متر جمع آوری و ذخیره نمود که با استفاده بهینه از آب، این مقدار آب برای مدت مصرف ۴ 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 ۶۰۰۰ قطعه مرغ با توان اشتغالزایی مناسب و رفع بیکاری در ناحیه اقدام نمود.

۳- از سطح  $۱۰/۰۰۰$  مترمربع معادل ۱ هکتار در ناحیه مورد مطالعه می توان ۶۰۰۰ مترمکعب آب را با ساخت مخزنی سر پوشیده به ابعاد  $۲.۵ * ۵۰ * ۵۰$  متر جمع آوری و ذخیره نمود و با آن آب مورد نیاز ۴۰ خانوار در طول یک سال را تامین نمود و یا با آن می توان آب مورد نیاز یک سال ۱۲۰ اصله درخت را در طول دوره آبیاری را در ۶ هکتار زمین با کاشت ۲۰۰ اصله درخت در هکتار تامین نمود. و یا می توان با این مقدار آب سالانه یک مجتمع گاوداری را با ۱۲۰ راس گاو اصیل شیری که روزانه تا ۵۰ لیتر شیردهی دارند را به راحتی تامین نمود یا برای ۱۲۰ راس بز و گوسفند در طول سال آب تامین نمود یا برای مرغداری با ۶۰۰۰۰ قطعه مرغ آب تامین نمود.

۴- از سطح ۱ کیلومترمربع معادل  $۱/۰۰۰/۰۰۰$  میلیون مترمربع با نرمال بارش ۶۰۰ میلیمتر در سال به راحتی می توان ۶۰۰۰۰۰ مترمکعب آب باران را جمع آوری و در چندین مخزن سرپوشیده ذخیره نمود. این مقدار آب جمع آوری شده از سطح ۱ کیلومترمربع برای تامین آب مصرفی سالیانه ۴۰۰۰ خانوار در طول سال کافی است، یا برای آبیاری  $۱۲۰/۰۰۰$  اصله درخت در ۶۰۰ هکتار زمین کافی می باشد. یا برای یک مجتمع گاوداری با ۲۴۰۰۰ راس گاو اصیل شیری یا برای تامین آب برای ۱۲۰۰۰۰ راس بز و گوسفند یا برای ۶ میلیون قطعه مرغ در سال 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 و صنعت و سایر بخش های متنوع مصرفی و جایی دادن این شیوه تامین آب در صنعت آب کشور، طرح ذخیره باران با ساخت مخزن  $۱۵۰$  مترمکعبی از سطح آبگیر به مساحت ۲۵۰ متر مربع در محل هواشناسی شهرستان جوانرود ساخته شد و در ایام مبارک دهه فجر سال 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 جهاد کشاورزی استان و کارشناسان و نمایندگان امور آب ناحیه و وزارت نیرو از طرح ذخیره باران دیدن نمودند. نهایتاً 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 امور آب ناحیه صادر گردید.



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، در کلیه نقاط دنیا مورد توجه جدی قرار گرفته و تلاش هایی فراوان برای توسعه آن به عنوان راه حل مبارزه با خشکی و خشکسالی در حال 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، در سال حجم بارش نزولات جوی بر سطح ناحیه بالغ بر ۲۰۷ میلیارد مترمکعب آب می شود. ولی متأسفانه 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 و شهرگرایی (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 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 هر مکان 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 ساخت ۲ مخزن مجزا برای ذخیره باران و آب 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 و صورت، شستن سبزیجات و میوه جات، شستشوی البسه و ماشین و.. می رسد. می توان با ذخیره باران و تصفیه آن، از آن برای استحمام، وضو، شستن البسه، ماشین، میوه و سبزیجات استفاده نمود و آب استفاده شده را به مخزن دیگر هدایت و با عبور دادن از فیلتر و با تصفیه ای ساده از آن مجدداً برای مصرف کلرآبی خنک کننده و فلاش تانک توالت ها استفاده نمود. (مصرف کلرآبی خنک کننده در ساعت ۲۰ لیتر، در شبانه روز ۴۸۰ لیتر، در ماه ۱۵۰۰۰ لیتر و با احتساب ۱۲ ساعت کار در خرداد و مهر و ۱۸ ساعت کار در ۳ ماه تابستان در طی دوره گرما معادل ۵۰۰۰۰ لیتر یا ۵۰ مترمکعب آب خواهد بود و حجم آب استفاده شده در فلاش تانک توالت ها در سال حدود ۱۵ مترمکعب آب خواهد بود. یعنی آب مصرف شده در کلرهای خنک کننده آبی و فلاش تانک توالت ها در سال حدود ۶۵ 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 مجدداً به چرخه مصرف غیر شرب خصوصاً برای کلرهای آبی خنک کننده و فلاش تانک توالت ها بازگرداند که در حال حاضر حجم عظیمی از منابع محدود آب شرب شهری را مصرف نموده که اصلاً 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 معمولاً حدود ۲۰٪ از مساحت زمین برای ایجاد تاسیسات ذخیره باران اشغال خواهد شد ولی ۸۰٪ باقیمانده زمین تحت کشت آبی قرار گرفته و می تواند درآمدی میلیونی برای خانوارها در پی داشته باشد. بخصوص که ناحیه توان و استعدادی طبیعی برای کشاورزی داشته و از طرف دیگر با استانی شدن شهر حلبچه در کردستان عراق و فاصله کوتاه بین ناحیه و شهر حلبچه، امکان صادرات محصولات باغی و زراعی برای آنطرف مرز وجود داشته و تاثیراتی قابل لمس بر اقتصاد ناحیه و کشور خواهد داشت. خصوصاً که عراق هم اکنون با بحران آبی روبرو گشته، بجز قسمت شمال عراق (کردستان عراق) از خود رودی نداشته و قسمت عمده آب ورودی به عراق از ترکیه و ایران 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 فعلاً از استانهای در دست 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 و سایر کشورها.

۴- در نقاط سخت و شیبدار که حدود ۸۰٪ مساحت ناحیه را دربر گرفته، استعداد و توان محیطی در کاشت 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 و مالی اهالی، خشکسالیها، فرسایش، کاهش

شدید منابع آبی، کاهش شدید میزان رطوبت خاک، این درختان دیم متمر در معرض خشک شدن و نابودی قرار دارند و از آنجا که از جنگلها به عنوان مادر رودخانه ها تعبیر می شود. این نیز بتدریج باعث خشک شدن چشمه ها، سراب ها و رودخانه ها گردیده 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 و شناورها و تبدیل به بحرالمیتی دیگر را در پی دارد. لذا با طرح ذخیره باران در جهت تامین آب مورد نیاز برای کاشت درختان بنه و بلوط در سالهای اولیه، به خاطر کاهش رطوبت خاک و آموزش اهالی در نحوه ساخت خاک، کود دهی، نحوه کاشت درختان، استفاده از سوپرجاذب ها (مواد کولوفونی) 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 و چین خورده می باشد. وجود ارتفاعات بلند با تپه ماهورها و دره های پرپیچ و خم و پست باعث ایجاد اقلیم و ریزاقلیمهای متعددی گردیده است. در فاصله های کوتاه با اختلاف ارتفاعی بیش از ۳ کیلومتر روبرو هستیم. این باعث شده که در صورت آموزش صحیح به اهالی انواع محصولات گرمسیری، و کوهستانی را با بالاترین راندمان تولید به عمل آورد و به خارج از ناحیه صادر نمود.

کارشناسان ترکیه در یک برنامه ریزی جامع و سیستماتیک با شناخت توان و استعداد طبیعی کشور ترکیه که مناسب کاشت فندق می باشد با تخریب گونه های جنگلی غیرمثمر و کاشت فندق در آن نقاط، نهایتا با بررسی های صورت گرفته و به گفته کارشناسان داخلی و خارجی درآمد حاصل از کاشت فندق در ترکیه تقریبا ۲ برابر درآمدهای نفتی ایران است. استعداد و توان محیطی زاگرس هم در کاشت درختان دیم بنه می باشد که بصورت سنتی و بدون رعایت کوچکترین اصول و مسائل علمی توسط افرادی در ناحیه کاشته شده و بعد از مدتی شیره گیری از آنها شروع و باعث کسب درآمدهای میلیونی گردیده است (مجموعه عکس های شماره ۴). از طرفی زاگرس بعد از گراندکانیون آمریکا، دومین منطقه غنی دنیا در حوضه ژئومورفولوژی بوده که می توان حوضه ژئومورفولوژی یا ژئوتوریسم را برای ناحیه تبلیغ و در نظر گرفت و این باعث رشد و گسترش صنعت توریسم در ناحیه خواهد شد.



عکس ۴: تصاویری از نهال و درختان بنه در ناحیه و نحوه شیره گیری از آنها

#### منابع:

۱. اداره کل هواشناسی استان کرمانشاه، آمار اقلیمی و نقشه های اقلیمی و بارشی کرمانشاه
۲. بحرینی، حسین و کریمی، 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.
۴. جداری عیوضی، جمشید (۱۳۷۸): جغرافیای آبها، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ هشتم.
۵. جهاد کشاورزی استان کرمانشاه، نقشه ۱/۷۰۰۰۰۰ منابع طبیعی استان کرمانشاه
۶. حسینیان، مرتضی (۱۳۸۷): آینده آب در دنیا، انتشارات نشر علوم روز، چاپ اول.
۷. روزنامه کیهان، شماره ۱۳۰۲۰۱۳، شهریور ۱۳۹۰
۸. شرکت آب منطقه ای غرب (معاونت مطالعات پایه منابع آب)، آمار دبی رودخانه های استان کرمانشاه.
۹. طیب، اویس و دایترپریز، ترجمه جواد طباطبایی یزدی و بهاره چکش (۱۳۸۶): استحصال آب، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ اول
۱۰. علیجانی، بهلول (۱۳۷۹): آب و هوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ چهارم.
۱۱. کاویانی، محمدرضا و علیجانی، بهلول (۱۳۷۴): مبانی آب و هواشناسی، انتشارات سمت، چاپ چهارم.
۱۲. کردوانی، پرویز (۱۳۷۹): منابع و مسائل آب در ایران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم.

۱۳. کردوانی، پرویز (۱۳۷۲): مراتع، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
۱۴. کردوانی، پرویز (۱۳۵۳): جغرافیای خاک ها، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
۱۵. کردوانی، پرویز (۱۳۸۹): جزوه درسی هیدرولوژی آب های سطحی ۱۳۸۹
۱۶. کردوانی، پرویز (۱۳۸۹): جزوه درسی نواحی اقلیمی ایران و توانهای 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 مشاور تدبیر شهر (۱۳۹۰): طرح توسعه ناحیه اورامانات، جلد اول و دوم
۲۰. ولایتی، سعدالله (۱۳۸۶): جغرافیای آبها، انتشارات جهاد دانشگاهی، چاپ دوم.