

## بررسی تاثیر پخش سیلاب در آبخوان بر وضعیت کشاورزی و سطح سفره های آب زیر زمینی مناطق پایین دست حوضه آبخیز تسوج با استفاده از GIS و تصاویر ماهواره ای

دکتر حسین سعادت

استادیار گروه منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل

Saadati55@yahoo.com

دکتر مقصود خیام

استاد ژئومورفولوژی دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل

### چکیده:

یکی از راه های مهم برای مقابله با خطر سیلاب، خشکسالی و کم آبی، پخش سیلاب در آبخوان است. این تحقیق، به منظور ارزیابی طرح پخش سیلاب در محدوده پائین دست ایستگاه آبخوان تسوج واقع در شمال دریاچه ارومیه و حوضه های آبخیز مشرف به شهر تسوج و روستاهای انگشتجان و امستجان انجام شد. این ایستگاه در سال ۱۳۷۶ تأسیس گردیده است. بارش متوسط سالانه حوضه ۳۶۲٫۳ میلی متر و تبخیر و تعرق متوسط سالانه ۹۸۹٫۵ میلی متر است. مساحت حوضه آبخیز در بالا دست ایستگاه هیدرومتری ۵۵۹۰ هکتار و مساحت عرصه پیشنهادی پخش سیلاب ۳۰۰۰ هکتار می باشد. اهداف مورد نظر در این تحقیق بررسی اثرات پخش سیلاب بر افزایش میزان کمیت پوشش گیاهی و تغذیه سفره های آب زیرزمینی در ایستگاه پخش سیلاب تسوج می باشد. برای اندازه گیری تغییرات سطح اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی پائین دست ایستگاه از دو تصویر ماهواره ای لندست TM (۱۹۹۲)، ETM ۲۰۰۲ و ۲۰۰۶ و نرم افزار های مربوطه استفاده شده است. تفسیر تصاویر به روش هیبرید یا تفسیر چشمی بر روی صفحه مانیتور انجام شد. نتایج حاصل از بررسی های تصاویر ماهواره ای نشان داد که میزان پوشش گیاهی در طول سال های بهره برداری از ۱۸٪ در قبل از بهره برداری از پروژه آبخوانداری به ۳۴/۴۳٪ در سال ۱۳۸۴ افزایش یافته است. میزان درصد خاک بدون پوشش نیز در طول نه سال روند کاهشی را نشان داد. بررسی تغییرات سطح سفره آبهای زیرزمینی اراضی پائین دست با استفاده از نقشه های پیزومتری چاههای منطقه نشان می دهد که علیرغم خشکسالی های اخیر، افت قابل ملاحظه ای مشاهده نشده و از سوی دیگر افزایش نسبی نیز در آبدی چاه های منطقه ایجاد شده است. افزایش پتانسیل آبی منطقه و به تبع آن افزایش نسبی در سطح اراضی کشاورزی از آثار مستقیم احداث ایستگاه آبخوان بوده و لازم است که برای بررسی های اقتصادی به آثار غیر مستقیم احداث ایستگاه نیز پرداخته شود. بررسی هیدروگراف واحد دشت تسوج نشان دهنده ۱۰ متر افت آب زیرزمینی در طول سال های ۷۳ تا ۸۰ می باشد. ولی بعد از سال ۱۳۸۰ یعنی بعد از آب گیری پروژه پخش سیلاب، سطح آب زیرزمینی افت نکرده و در حال تعادل بوده است.

واژه های کلیدی: آبخوان تسوج، تصاویر ماهواره ای و GIS؛ تغذیه سفره های آب زیر زمینی، پوشش گیاهی، چاه های پیزومتری.

## مقدمه

در طی چهار سال گذشته تعداد وقوع سیل در کشور بیش از ۵ برابر دهه ۴۰-۱۳۳۰ بوده (۱۷۰۰ واقعه مهم سیل) و همچنین میزان فرسایش و هدر رفت خاک نیز روند صعودی را داشته به گونه ای که کشور ایران بالاترین میزان فرسایش را در آسیا به خود اختصاص داده است (متوسط ۳۰ تن در هکتار در سال). این در حالی است که در مناطق خشک و نیمه خشک با شستشوی ۲۰ سانتی متر خاک سطحی میزان تولید محصول تا ۵۰ درصد کاهش می یابد (Branson, 1956).

طرح آبخوانداری دشت تسوج با هدف بهره گیری بهینه و بیشتر از نزولات جوی و جریانهای سیلابی به ویژه در فصول و سال های مرطوب تدوین شده بود تا بتواند آثار سوء ناشی از دوره های طولانی خشکسالی را کاهش داده و آمادگی لازم جهت مقابله با شرایط بحرانی و کم آبی را کسب نماید (Hag, 1997). لیکن هدف این تحقیق بررسی اثرات پخش سیلاب بر میزان کمیت پوشش گیاهی و افزایش تغذیه آب زیرزمینی در ایستگاه پخش سیلاب تسوج می باشد تا میزان حصول اهداف طرح آبخوانداری مورد نظر مشخص شود.

جمال قدوسی در ارزیابی جایگاه آبخوانداری در مدیریت حوزه های آبخیز به عنوان برنامه های پیشاهنگ بیان داشته اند که اگر در حوزه های آبخیز که دارای توان طبیعی بالقوه می باشند اجرای طرحهای آبخیزداری در اولویت قرار داده شوند، میتوانند تضمین کننده موفقیت و اثر بخشی طرح های آبخوانداری گردند (قدوسی، ۱۳۷۸). نتایج ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب تنگستان استان بوشهر نشان دهنده تعدیل بافت خاک و افزایش نسبی ذرات ریزتر در مقابل کاهش درصد ذرات شن است. همچنین مطالعات نشان می دهد که پخش سیلاب به طور معنی داری در سطح ۱ درصد در افزایش تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی موثر بوده است (فخری، ۱۳۸۲). محمد جواد احمدیان یزدی در طرح بررسی عملکرد پخش سیلاب جاجرم، نتایج این طرح را مؤید تغییرات بوجود آمده در شادابی پوشش گیاهی عرصه دانست. همچنین مقادیر متناهی خاک حاصلخیز و فضولات دامی همراه با سیل در سطح اراضی پخش سیلاب، نیز گسترده شده است (احمدیان، ۱۳۸۳). نتایج حاصل از طرح بررسی اثرات پخش سیلاب در حاصلخیزی خاک در گریبایگان فسا نشان داده است افزایش درصد پوشش گیاهی از ۲۰٪ به ۶۰٪ افزایش و تولید علوفه از ۸۰ کیلو گرم در هکتار به ۸۶۰ کیلو گرم در هکتار رسیده است (کوثر، ۱۳۷۴).

منطقه مطالعاتی در مختصات جغرافیایی ۱۸'، ۴۵° تا ۳۳'، ۴۵° طول شرقی و ۱۵'، ۳۸° تا ۲۴'، ۳۸° عرض شمالی در ۱۱۰ کیلومتری شهر تبریز، مرکز استان آذربایجان شرقی، شهرستان شبستر و در شمال دریاچه ارومیه قرار گرفته است. محدوده مطالعاتی دارای مساحت ۹۶۱۶/۷۹ هکتار در منطقه انزاب (تسوج، انگشتجان، امستجان) بوده و بررسی نقشه های توپوگرافی و عکس های هوایی نشان میدهد که مسیلها از سمت شمال حوضه به طرف جنوب به هم پیوسته و در نهایت در خروجی حوضه به زیر حوضه شماره ۱۰ عرصه متصل می گردند. حداکثر ارتفاع منطقه ۳۱۳۵ متر در قله کوه علمدار و حداقل آن ۱۳۸۰ متر از سطح دریا در ناحیه دشت و متوسط ارتفاع حداکثر حوضه ها ۲۲۹۷ متر از سطح دریا می باشد. پس از بازدیدهای صحرائی و اصلاح نقاط مورد نظر مرزهای نهائی تعیین گردیده اند. با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیائی (GIS) در محیط نرم افزار ILWIS نقشه ها رقومی گردیده و به عنوان مبنای کار مطالعات بعدی قرار گرفته اند. از ۳۰۰۰ هکتار کل عرصه اجرا شده در فاز اول آبخوان تسوج در

حوزه های آبخیز انگشتجان و امستجان، ۶۷۰ هکتار گسترشی غلام گردشی و ۳۰۰ هکتار احیا مراتع بالادست کانالهای ذخیره رواناب می باشد (گزارش سیلگیری، ۱۳۸۱).

به منظور اخذ نظرات اهالی و روستانشینان پایین دست عرصه پخش سیلاب یکسری پرسشنامه تهیه و در محل روستای تسوج تکمیل و در انتها تغییرات در محدوده آماری تحلیل گردیده است. از نظر آب و هوایی، منطقه تحت تاثیر توده هوای قطبی بری از شمال، توده هوای قطبی بحری از شمال غرب و توده هوای حاره بحری از جنوب می باشد. اقلیم منطقه براساس روش های مختلف طبقه بندی از نوع نیمه خشک سرد است و از نظر رژیم بارندگی تقریباً مدیترانه ای محسوب می گردد.

ویژگیهای خاک در آبخوان تسوج دارای زهکشی نسبتاً خوب تا متوسط بوده بافت لومی شنی توام با قلوه سنگ های زیاد و پراکنده است و نفوذ پذیری زیاد (با میانگین ۳۴ سانتیمتر در ساعت) و نفوذ لحظه ای خیلی زیاد است (گزارش، ۱۳۷۹).

نهشته های کواترنری در عرصه تحقیقاتی تسوج به چهار بخش تقسیم می شود که عبارتند از تراسهای آبرفتی قدیمی، دشت های آبرفتی، مخروط افکنه ها و آبرفت های عهد حاضر، تراسهای آبرفتی قدیمی عرصه های شمالی دشت در قسمت های دامنه ای قرار دارند. و دشت های آبرفتی شامل زمین های زراعی، عرصه های پایین دست مخروط افکنه ها می شوند. جنس نهشته های کواترنری از قطعات سازنده های قم و قرمز فوقانی و سازنده های قدیمی تر از آن می باشد. منطقه مطالعاتی در انتهای حاشیه شمال غربی منطقه ساختمانی ارومیه - دختر قرار دارد. که دارای روند شمال غرب جنوب شرق و به موازات کمربند چین خورده زاگرس می باشد.

در حال حاضر بخشی از آبهای خروجی زیر حوضه ها شامل انگشتجان و امستجان در مواقع سیلابی توسط بندهای احداث شده بر روی رودخانه های مزبور به سمت کانالهای آبگیر و نهایتاً عرصه پخش سیلاب هدایت می گردد. آب مازاد بر مصرف از طریق رودخانه ها و کانالهای انتهایی شبکه پخش سیلاب به همراه رواناب حوزه های مهمی مانند تسوج چای وارد منطقه پایین دست عرصه می گردد که بخش مهمی از این آبها به مصرف اهالی روستاهای واقع در جنوب غربی و پائین دست عرصه پخش رسیده و در نهایت به دریاچه ارومیه تخلیه می گردد. براساس مطالعات انجام یافته در مناطق با ارتفاع ۱۴۰۰-۱۵۰۰ متر تیپ یا واحد رویشی بر مبنای گونه غالب\* فرفیون می باشد. مناطق ارتفاعی ۱۵۰۰-۲۵۰۰ متر دارای گیاهانی از تیره گندمیان می باشد که می توان به گونه های<sup>†</sup> فستوکا توپال و<sup>‡</sup> علف گندمی اشاره نمود. با توجه به وجود باغات و مزارع گسترده در جوار عرصه مطالعاتی و لزوم آبیاری پاییزه و بهاره آن، اهالی روستاهای امستجان و انگشتجان اقدام به احداث بند های انحرافی در مسیر آبراهه ها نموده اند. این بند ها آب مازاد رودخانه ها را در مسیر کانالهای برداشت آب قرار داده و سپس براساس حقایق های مشخص توسط واحدی بنام برسیه و چارک (واحد ویژه در بین اهالی منطقه) در بین کشاورزان تقسیم و برداشت می شود (محسنی، ۱۳۸۰).

\* - Farfion

† - Festuca

‡ - Agropyron

## روش تحقیق

پس از تهیه نقشه ها، عکس های هوایی، تصاویر ماهواره ای، نرم افزارها و آمار اطلاعات دیگر پایگاه اطلاعاتی قوی و دقیقی ایجاد شد. با تلفیق نقشه های کاربری اراضی با نقشه ایزوپیز (سطح سفره های آب زیر زمینی) و DEM، در نرم افزار Arc GIS و ILWIS واحد های کاری برای بررسی تغییرات پوشش بدست آمد. در این مطالعه از روش تفسیر چشمی\* تصاویر ماهواره ای به روش هیبرید یا تلفیقی در این مطالعه استفاده شده است. ترکیب باندهای ۱، ۴ و ۷ یا به عبارت دیگر ۷۴۱، RGB برای تفسیر با اهداف این طرح مناسب تشخیص داده شد. از محاسن این ترکیب رنگی کاذب این است که پوشش گیاهی و آبها به رنگهای واقعی خودشان در تصویر ظاهر می شوند و اطلاعات مربوط به خاک و سنگ نیز به دلیل شرکت باند ۷ در ترکیب رنگی بیشتر آشکار می گردند. در این تحقیق برای تعیین تغییرات در قبل و بعد از عملیات پخش سیلاب از تصاویر TM و ETM ماهواره لندست با قدرت تفکیک ۳۰ متر استفاده شد که تصویر TM متعلق به سال ۱۹۹۲ و تصویر ETM متعلق به سال ۲۰۰۲ و ۲۰۰۶ می باشد.

در طول این مطالعه تا حد امکان، کلیه اطلاعات مربوط به حفاری چاه های اکتشافی گذشته را که می تواند مشخصات سطح آب زیرزمینی را مشخص نماید، جمع آوری و تحلیل شد. ابتدا مشخصات و مختصات محل جغرافیایی چاه ها بدست آمد و پارامتر های وضعیت سفره آب زیرزمینی در این دشت از سال ۱۳۷۳ تا سال ۱۳۸۳ به مدت ۱۰ سال به صورت ماهانه و روزانه به صورت جداول و گراف هایی ارائه شدند. مشخصات آماری ۱۸ ماهه ۱۱ چاه از خرداد ۱۳۸۴ تا آبان ۱۳۸۴ در منطقه شناسایی و تحلیل شد. بقیه آمار به صورت هیدروگراف ماهانه دشت در شکل ۴ ارائه شد. در شکل ۳ هیدروگراف ۸ ساله به همراه آمار بارندگی ماهانه این سال ها ارائه شده است تا بتوان تاثیر خشکسالی ها مثل خشکسالی سال ۱۳۸۰ را بررسی کرد.

## تغییرات سطح پوشش گیاهی در اثر پخش سیلاب

مطابق بررسی تصاویر ماهواره ای درصد خاک برهنه بعد از انجام پروژه پخش سیلاب کاهش یافته و تراکم پوشش گیاهی و تاج پوشش علیرغم خشکسالی سال ۸۰ زیاد شده است. در عرصه آبخوان تسوج گیاهان بوته ای به مرور زمان از طریق گیاهان علفی دائمی حذف شده و وضعیت مرتع خوب و با گرایش مثبت می باشد همچنین گیاهان گراس ها نسبت به فورب ها رو به افزایش می باشند. اثرات پخش سیلاب در رابطه با تغییرات درصد تاج پوشش گیاهی در تمامی فرم های رویشی همواره نسبت به نزدیکی و دوری از محل پخش به وضوح دیده می شود. همواره در مناطقی که به علت کاهش شیب منطقه از ۸٪ به ۴٪ فرصت نفوذ آب به زمین بیشتر شده و امکان استفاده گیاه از رواناب ها زیاد می باشد (پوراغنیایی، ۱۳۸۳) در نتیجه اثرات پخش سیلاب در مناطقی چون آبخوان تسوج در فاصله غلام گردشی و در موقعیت میانی پخش بیشتر می باشد که در برنامه ریزی دارای نقش بسزایی می باشد ضمن آنکه ظرفیت چرائی نیز بعد از پخش سیلاب در آبخوان از ۱ واحد دامی به ۲ واحد دامی رسیده است. هر چه از آبخوان دور تر شویم میزان فوربها (گیاهان علفی) افزایش یافته و در عوض در فواصل نزدیک آبخوان گراسها (گرامینه ها) زیادتر می باشند. این امر نشان دهنده گرایش مثبت در مراتع می باشد. در طول سال

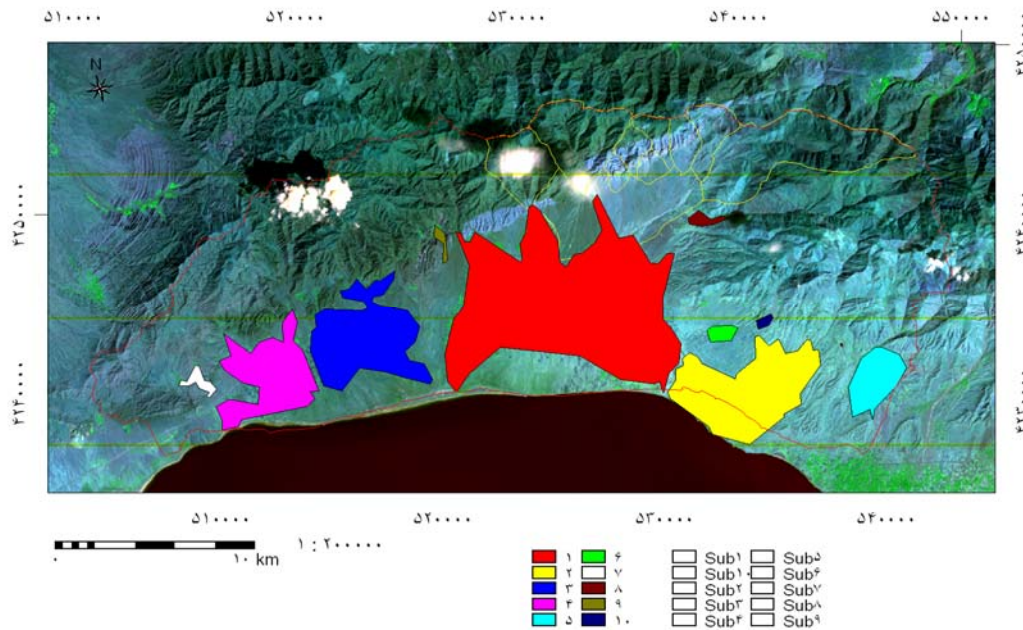
\* -Visual Interpretation

تغییرات درصد تاج پوشش علیرغم میزان بارندگی کم سال ۸۰ رو به افزایش بوده است و تغییرات مثبتی را نشان می دهد به طوری که حدود ۲۵٪ افزایش بین دو تصویر ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۲ وجود داشته است. این افزایش در سال ۱۳۸۵ ( میلادی ۲۰۰۶) به حدود ۳۴٪ می رسد (شکل ۱ و ۲). در مناطقی که به سیستم کانال های پخش آب و ذخیره نزدیک می باشد تولید، افزایش مختصری را نشان می دهد که به اثرات مثبت ایجاد فواصل نهر های غلام گردشی مربوط می شود و نتیجه اثرات پخش سیلاب در دوری و نزدیکی قوس های نهر غلام گردشی کاملاً مشهود می باشد (تصاویر ماهواره ای).

با توجه به اهداف احداث ایستگاه های پخش سیلاب بر آبخوان، از جنبه های زیست محیطی می توان چنین فرض نمود که تأثیر سیلاب در برخی خصوصیات گیاهی (در جنبه های فلور گیاهان طبیعی و گونه های گیاهی کشت شده بصورت مصنوعی) دچار تغییراتی (مثبت و یا منفی) خواهند شد که این تغییرات عمدتاً حاصل تأثیرات مستقیم سیلاب گسترش یافته به همراه تأثیرات غیر مستقیم آن از جمله مواد و عناصر حمل شده توسط سیلاب و همچنین بذور معمول توسط سیلاب که از عرصه های بالادست عرصه به آن وارد می گردند خواهد بود (بنی اسدی، ۱۳۷۸). مهمترین عوامل گیاهی متأثر از سیلاب را می توان درصد پوشش گیاهی (در فرم های رویشی مختلف) تراکم، تولید، وضعیت و گرایش و همچنین توالی اکولوژیکی، زادآوری و رویش گونه های جدید در عرصه آبخوان خلاصه نمود. اما ثبت مناسب تأثیرپذیری گیاهان در محیط پخش سیلاب نیازمند طی دوره کافی از فرآیند احداث عرصه می باشد (محسنی، ۱۳۸۰).



شکل ۱ تصویر ماهواره ای ETM در محدوده حوضه تسوج در سال ۲۰۰۲



شکل ۲ تصویر ماهواره ای ETM در محدوده حوضه تسوج در سال 1992

استقرار پوشش گیاهی درختی و بوته ای افزایش معنی داری را نسبت به قبل از عملیات در عرصه نشان می دهد. این افزایش نسبت مستقیمی با افزایش عمق رسوبگذاری در قسمت های مختلف سیستم دارد. نتایج حاصله همخوانی خوبی با افزایش مواد غذایی و در حقیقت افزایش حاصلخیزی و بالارفتن پتانسیل استقرار پوشش گیاهی را در عرصه های پخش سیلاب بعد از اجرای عملیات ثابت می کند. همچنین در اثر عملیات پخش سیلاب در ایستگاه پخش آب تسوج اراضی کشاورزی پائین دست گسترده تر شده اند. ولی مسئله مهمی که وجود دارد تجمع املاح در آبگیر های دشت است که در دراز مدت باعث شوری آب های زیرزمینی و منطقه غیراشباع دشت می شود. مطابق این بررسی بعد از سال ۷۹ شوری آب های زیرزمینی دشت تسوج زیاد شده است.

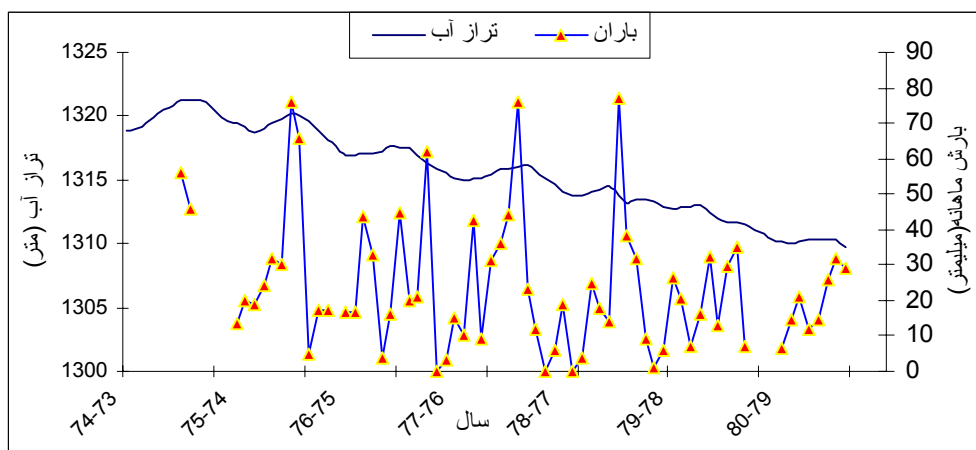
### دستاوردهای اجتماعی و اقتصادی پخش سیلاب

ارزیابی اقتصادی - اجتماعی پخش سیلاب در ایستگاه پخش سیلاب تسوج مطابق تحلیل نتایج پرسشنامه های ارائه شده به اهالی، نشان می دهد که طرح پخش سیلاب در اراضی پایین دست، موجب افزایش سطح زیر کشت و احیاء قنوات شده است. قبل از اجرای طرح روستاهای منطقه در وضعیت بسیار نامناسب و مردم منطقه با مشکلات فراوانی مواجه بودند. بطوری که اکثر مردم برای گذران زندگی و تامین معاش حتی در حد بسیار اندک مجبور به مهاجرت می شدند. در حالی که پس از اجرای طرح چهره روستاهای منطقه کاملاً دگرگون شده و سطح زیر کشت در پایین دست عرصه آبخوان افزایش یافته و اشتغالزائی و به دنبال آن افزایش درآمد در منطقه ایجاد شده است (پرسشنامه، ۱۳۸۶).

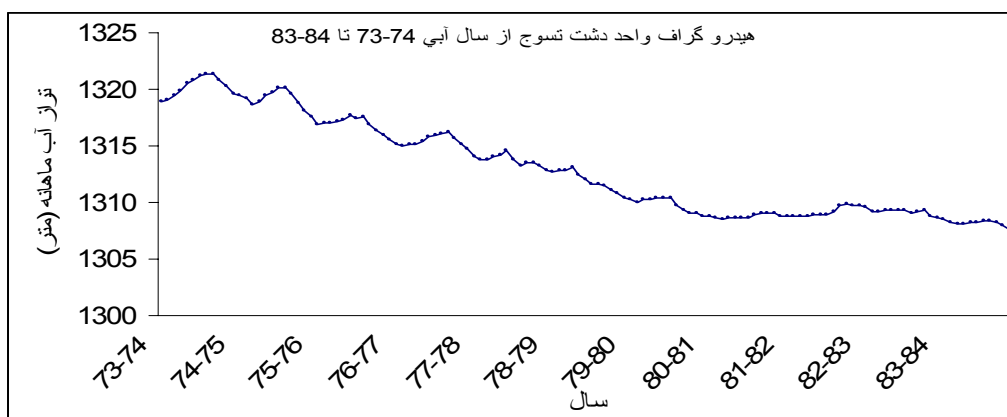
### بررسی وضعیت تغییرات سطح سفره های آب زیرزمینی بر اساس آمار چاه های منطقه

فزونی گرفتن تغذیه بر تخلیه در مجموع سبب بالا آمدن سطح سفره در فصل زمستان یا دوره مرطوب گردیده و بالعکس در تابستان که تخلیه بر تغذیه فزونی می یابد، سطح سفره پائین خواهد می رود. لازم به ذکر است که شدت

این نوسانات به وسعت منطقه و میزان ضریب ذخیره نیز بستگی دارد. برای درک بهتر نوسانات در منطقه مورد مطالعه اقدام به ترسیم هیدروگراف واحد سفره گردید. هیدروگراف واحد دشت برای سالهای ۷۳ الی ۸۳ ترسیم گردیده و مورد تحلیل قرار گرفت. مطابق نوسانات سطح سفره، سطح سفره در ماه آبان در پایین ترین عمق و در ماه اردیبهشت در بالا ترین حد قرار می گیرد. حداقل سطح آب زیرزمینی در سال ۱۳۷۳ دارای تراز ۱۳۱۹ متر بوده که بعد از ۷ سال یعنی سال ۱۳۸۰ حداقل سطح تراز به ۱۳۰۹ متر از سطح دریاهای آزاد رسیده است. که نشان دهنده ۱۰ متر افت آب زیرزمینی در این دشت است. ولی مطابق شکل ۴ بعد از سال ۱۳۸۰ یعنی بعد از آب گیری پروژه پخش سیلاب، سطح آب زیرزمینی افت نکرده و در حال تعادل بوده است. البته بایستی خشکسالی سال ۱۳۸۰ (شکل ۴) را نیز در نظر گرفت که باعث آبرگیری ناقص و کم در پروژه های پخش سیلاب شد. ولی با این حال این پروژه باعث متعادل شدن تغذیه و تخلیه آب زیرزمینی شده است. تعداد دفعات سیلگیری ۱۲ مورد بوده که حجم آبرگیری عرصه پخش سیلاب در سال ۸۰ برابر ۱۶۵۶۷/۳۵ متر مکعب و در سال ۸۱ تا ۳۶۹۳۸۵/۸۳ متر مکعب صورت گرفته است. تعداد اصله نهال در عرصه ۳۰۰۰۰ که باعث بهبود کیفی آب زیرزمینی، جلوگیری از خطر تخریب و فرسایش خاک، بهبود شرایط زیست محیطی، بهبود خصوصیات بافتی و زیستی خاک و افزایش تولید گیاهان مرتعی شده است.



شکل ۳- تغییرات تراز آب زیرزمینی و باران در سال های ۷۳-۸۰ در دشت تسوج



شکل ۴- هیدروگراف واحد آب زیرزمینی دشت تسوج از سال آبی ۷۴-۷۳ تا ۸۴-۸۳

## نتیجه گیری

بررسی نتایج حاصل از عملکرد پخش سیلاب تسوج نشان می دهد، به علت وقوع خشکسالی های اخیر، کارایی خود را بخوبی و در حد قابل پیشبینی نمایان نساخته است. ولی در صورت وقوع سیلابهای مناسب حداقل دو الی سه مورد در سال تغییرات قابل توجهی در درصد پوشش گیاهی، تراکم، وضعیت و میزان تولید علوفه، همچنین در شادابی نهال های دست کاشت ایجاد می شود. طرح حاضر با توجه به بررسی تاثیر بهره وری از سیلاب در افزایش کمی و کیفی پوشش گیاهی در مراتع فرسوده، تغذیه آب زیرزمینی و میزان عملکرد محصولات زراعی انجام یافته است.

اقلیم منطقه نیمه خشک سرد بوده و تحت تاثیر جبهه هوای مدیترانه ای می باشد، بیشتر بارندگی ها در فصل بهار با متوسط  $163/2$  میلی متر اتفاق می افتد. حالت نیمه طغیانی حوضه های بالادست (با توجه به ضریب گراولپوس  $1/19$  و  $1/22$  که حالتی تقریباً مربعی داشته)، عدم پوشش گیاهی کافی در سطح زمین، ساختار زمین شناسی ناهنجار و فرسایش پذیر، شیب زیاد آبراهه ها ( $13$  تا  $18\%$ ) و شیب متوسط حوضه (بالای  $95\%$ ) توأمآ در بارش های کوتاه مدت با شدت بالا باعث ایجاد جریانات سیلابی و موجبات تخریب اراضی پایین دست و از بین رفتن زمین های کشاورزی و مسکونی در منطقه گردیده، ضمن آنکه دشت های سیلابی در چنین مناطقی قابل بهره برداری نخواهد بود.

گسترش پخش سیلاب در عرصه آبخوان تسوج در سال  $1376$ ، خسارات جبران ناپذیر سیلاب ها را در اراضی پایین دست، بخصوص دشت سیلابی آبخوان محدود نمود. در هر حال بررسی اثرات پخش سیلاب در زمینه های مختلف آب و خاک و پوشش گیاهی منطقه نیازمند تحقیق و تفحص به صورت نمونه برداری دقیق می باشد و ارائه آمار ارقام برای کمی نمودن آن در رابطه با قیاس اثرات اقتصادی دارای اهمیت والایی می باشد.

در طول سالهای  $1379$  لغایت  $1381$  پس از تکمیل نهایی عملیات اجرایی گسترش پخش سیلاب نیز در آبخوان تسوج، تغییرات پوشش گیاهی بررسی گشت. تغییرات درصد تاج پوشش علیرغم بارندگی کم سال  $80$  تغییرات مثبتی را نشان می دهد به طوری که بین دو تصویر  $1997$  تا  $2002$ ، حدود  $25\%$  افزایش وجود داشته است. این افزایش در سال  $1384$  ( $2006$ ) به  $34\%$  می رسد.

با توجه به ثبت داده های هواشناسی در سالهای میلادی، متوسط بارندگی سالیانه در سالهای  $2001$  برابر  $176/7$ ، در  $2002$  برابر  $394,55$  و در  $2003$  برابر  $296,7$  و برای سالهای شمسی  $1379$  برابر  $230,5$ ، در  $1380$  برابر  $172,7$  و در  $1381$  برابر  $363,2$  می باشد. در سال  $1380$  کمترین بارندگی و در سال  $1381$  به نسبت بیشترین بارندگی در طول سه سال اتفاق افتاد که متأسفانه به دلیل عدم وجود دستگاه های ثابت (لیمنوگراف) در داخل رودخانه ها کانال ذخیره آب، تغییرات حجم ذخیره در حد امکان بصورت اشل های مدرج ثبت گردید که با توجه به باز بودن دریچه های خروجی کانال ها، ثبت داده ها حداقل نصف حجم ذخیره در طول سال می باشد. میزان حجم ذخیره در سال  $79$  برابر  $244854/975$  متر مکعب، در سال  $80$  برابر  $16565/35$  متر مکعب و در سال  $81$  برابر  $369485/83$  متر مکعب می باشد که با تغییرات بارندگی درصد افزایش حجم ذخیره مطابقت می نماید.



استقرار سازه ها مناسب بوده و با توجه به رویش نهال های مستقر در عرصه، کارائی آبخوان مثبت می باشد بطوریکه اکثر نهال های غرس شده در منطقه به محصول دهی رسیده و استقرار کامل یافته اند. و نشانگر کارائی مثبت سیستم غلام گردشی در پخش سیلاب و آبرسانی در پای نهال ها می باشد. افزایش شوری آب های زیرزمینی در این نوع پروژه ها از معضلات مهم این روش هاست که عمدتاً به تجمع رسوبات شور بالادست در دشت است که می تواند در دراز مدت باعث کویری شدن دشت شود. بعد از سال ۱۳۸۰ یعنی بعد از آب گیری پروژه پخش سیلاب، سطح آب زیرزمینی افت نکرده و در حال تعادل بوده است. البته بایستی خشکسالی سال ۱۳۸۰ (شکل ۴) را نیز در نظر گرفت. که باعث آبرگیری ناقص و کم در پروژه های پخش سیلاب شد. ولی با این حال این پروژه باعث متعادل شدن تغذیه و تخلیه آب زیرزمینی شده است.

باتوجه به نتایج حاصل از تحقیقات انجام یافته در سیستم غلام گردشی پخش سیلاب بر آبخوان تسوج بر روی صفت های مختلف پوشش سطح زمین در عرصه آبخوان، پیشنهاد می گردد مناطق تخریب شده سیلابی که پتانسیل ایجاد پخش سیلاب در آن منطقه وجود داشته و دارای ظرفیت نگهداری آب در آبخوان می باشند در کل کشور شناسایی گردیده و به منظور بهره وری از منابع آبی، افزایش تولیدات کشاورزی و دامپروری، کاهش خسارت های سیلابی و در نهایت توسعه پایدار کشاورزی کشور، سیستم پخش و گسترش سیلاب در آن مناطق اجرا شود. در عرصه های مشابه آبخوان تسوج که دارای شیب بالای ۸٪ می باشند و ایجاد پخش سیلاب به صورت گسترشی میسر نمی باشد توصیه می شود از سیستم پخش به صورت ایجاد نهر های غلام گردشی استفاده شود از مزایای این سیستم می توان به ایجاد باغات زراعی بدون استفاده از آب پایه منطقه و افزایش تولیدات گیاهان علفی مرتعی اشاره نمود.

شایسته است چنانچه بتوان از روشهای مناسب پخش سیلاب، بخشی از جریان آبهای سطحی مازاد بر آب مورد نیاز کشاورزان که از دسترس خارج می گردند را در سفره آب زیر زمینی هدایت کرد در سطح سفره آبهای زیرزمینی تغییراتی ایجاد خواهد شد و مشکلات ناشی از برداشت بی رویه از آبهای زیر زمینی تا حدودی تعدیل خواهد گشت. بهبود محیط زیست و توسعه زیستگاه های جنگلی، مرتعی، وحوش و ایجاد تفرجگاه های طبیعی از دیگر مزایای گسترش پخش سیلاب بر آبخوان تسوج و سایر آبخوانها می باشد. لازم است تاثیر پخش سیلاب بر نفوذ پذیری آبرفت، خاک و رسوبات دشت تسوج بررسی شده و علت دقیق شوری آب های زیرزمینی این منطقه مشخص شود.

### فهرست منابع

۱. احمدیان یزدی، م (۱۳۸۲): بررسی عملکرد پخش سیلاب جاجرم مجموعه مقالات همایش آبخوانداری ۳ مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.
۲. بنی اسدی، محسن (۱۳۷۸): بررسی و مطالعه تاثیر آبخوانداری آب باریک بم بر وضعیت اقتصادی- اجتماعی ساکنین منطقه. پایان نامه کارشناسی ارشد، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام کرمان.
۳. پرسشنامه پایین دست آبخوان تسوج اطلاعات نظر سنجی اهالی روستاها. (۱۳۸۶).

۴. پور اعینائی، م. ع، هاشمی، م، عرفانیان (۱۳۸۳): بررسی تاثیر پخش سیلاب بر آبخوان بر وضعیت کشاورزی مناطق پایین دست با استفاده از اطلاعات زمینی و تصاویر ماهواره ای. مجموعه مقالات همایش آبخوانداری ۳ مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری .
۵. تصاویر ماهواره ای TM و ETM مربوط به سالهای (۱۹۹۲، ۱۹۹۶، ۲۰۰۰، ۲۰۰۲).
۶. فخری، ف (۱۳۸۲): بررسی تاثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و پوشش گیاهی ایستگاه پخش سیلاب تنگستان استان بوشهر. پایان نامه (کارشناسی ارشد) -- دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، ۱۳۸۲. گنجینه ۳.
۷. قدوسی، جمال (۱۳۷۸): معرفی روشهای پخش سیلاب و کاربرد آنها، کارگاه آموزشی بخش تحقیقات مدیریت بهره برداری از سیلاب، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.
۸. قدوسی، جمال (۱۳۷۸): ارزیابی جایگاه آبخوانداری در مدیریت حوزه های آبخیز. مجموعه مقالات همایش آبخوانداری ۳. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری .
۹. کوثر، سید آهنگ، (۱۳۷۴): مقدمه ای بر مهار سیلابها و بهره وری بهینه از آنها، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۵۳۰ ص.
۱۰. گزارش خلاصه ای از دستاوردهای ایستگاههای تحقیقاتی، آموزشی و ترویجی پخش سیلاب بر آبخوان استان آذربایجان شرقی (۱۳۷۹): مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان آذربایجان شرقی
۱۱. گزارش سیلگیری ایستگاههای تحقیقاتی، آموزشی و ترویجی پخش سیلاب بر آبخوان استان آذربایجان شرقی، (۱۳۸۱): مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان آذربایجان شرقی.
۱۲. محسنی، ش. م، خانی چایکندی و ع، حسین پور (۱۳۸۰): مطالعات شناسائی و توجیهی گسترش عرصه پخش سیلاب بر ایستگاه آبخوان تسوج. (۳۴-۶، ۵۲-۴۶).

13. Branson, F. A. (1956): Range forage production changes on a water spreader in southeastern Montana, *J. Range Manage.*, 187-191.

14. Haq, S. and Bambrah, G. K (1997): Quality issues in rainwater barresting for Kenya. processing of the 8th international conferece on rainwater catchment systems. Vol: 1, 547-553

