بند خاکی کوتاه، سامانه‌ای برای افزایش آب زیرزمینی در مناطق خشک

نجمه حاج سید علی خانی*[۱] علی جان آبکار[۲] فریدون سلیمانی[۳]

۱*: کارشناس ارشد بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.nsedalikhani@yahoo.com

۲: عضوهیئت علمی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران. a.abkar@areeo.ac.ir

۳: عضوهیئت علمی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، خوزستان، ایران.fsolaimani@gmail.com

چکیده

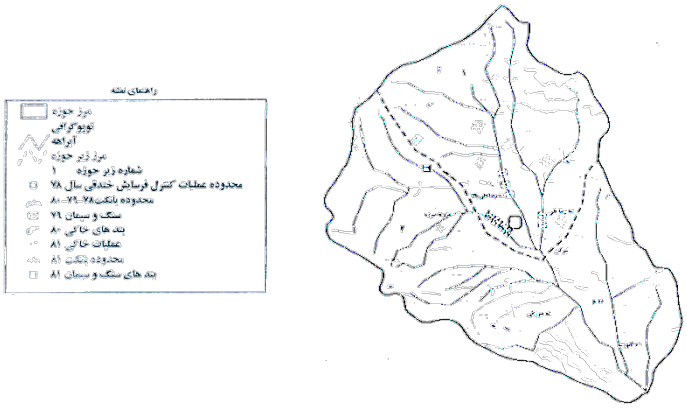
مقدار کم و پراکندگی، بارندگی استان کرمان، سبب شده که این استان جز استانهای خشک کشور ببه ششمار آیید واز طرففی ایین استان دارای قابلیتهای کشاورزی و اقلیمهای متفاوتی است که موقعیت استراتژیکی منطقه را مطلوبتر می کنند. خشکسالی‌های اخییر باغداران و کشاورزان را برآن داشته که برای تامین آب مورد نیاز خود، جهت آبیاری اقدام به کارهایی از جمله عمیق کردن چاهها، زدن چاههای غیرمجاز، استفاده ازتانکرهایی برای آبیاری و... نمایند. ازطرفی ما شاهد آن هستیم ککه سالانه حدود ۱۸میلییارد مترمکعب نزولات سالانه به صورت تبخیر از دسترس خارج می گردد. درصورتیکه بتوان آب حاصل ازبارندگی را به نحوی جمع آوری و نگهداری کرد که سطح آب ذخیره شده درلایه های زیرین افزایش یابد علاوه براینکه ازهدررفت و تبخیر آن جلوگیری شده است، درمواقعی ککه گیاه نیازمند آب است دراختیارآن قرار گیرد. از طرفی سرمایه گذاری درمنابع آب وخاک باید باتوجه ببه ششرایط اقلیممی و جغرافیییایی کشورصورت گیرد و هرنوع توسعه کشاورزی وصنعتی که آسیب کمتری به منابع محدود آب وخاک واردسازد واز تخرییب جنگلهها و مراتع جلوگیری کند، باید معمول گردد. با ایجاد بندهای خاکی کوتاه درمناطق خشک می توان آب بارندگی را جمع آوری نموده وببه تدریج وارد سفره های زیرزمینی نمود واز این طریق باعث بهبود منابع آبی زیرین را فراهم نمود تتا حدودی اقدام مثبتتی در جهت کاهش زیانهای حاصل از خشکسالی نمود. هدف از این تحقیق براورد آب تغذیه ای ازطریق احداث بندهای خاکی است. نتایج حاکی از آن است که بیش از ۴۰درصد از آب جمع شده در مخزن مستقیما به سفره آب زیرزمینی تزریق شده است.

واژه های کلیدی: آبهای زیر زمینی، بندخاکی ، تبخیر، تغذیه مصنوعی، نفوذپذیری، خشکسالی

مقدمه

استان کرمان در منطقه ای از کشور واقع شده که میزان بارندگی در آن از ۳۰ میلی مترتا ۱۵ میلیمتتر در نقاط مختلف متفاوت است وهمین میزان بارندگی هم از پراکنش نامناسبی برخوردار است. حدود ۱۳۰۰ تا ۱۴۰۰ میلی متر تبخیردر سال (در بعضی نقاط حتی تا ۴۰۰۰ میلی متر) در این استان وجود دارد بطوریکه تقریبا ۱۸ میلیارد مکعب از نزولات در سطح استان به صورت تبخیر سالانه از دسترس خارج می گردد وبا توجه به اینکه استان کرمان از تنوع آب و هوایی برخوردار است و بیشتر محصولات گرمسیری و سردسیری کشور در این استان به عمل می آید، لذا این امر مستلزم برنامه ریزی صحیح در مدیریت منابع آبی می باشد. مدیریت بهینه منابع آب دراستان کرمان، تاثیر بسزایی بر رشد اقتصادی و کشاورزی منطقه داشته و همین مسئله می توانند یکی از عوامل مانع مهاجرت روستائیان به نقاط مختلف استان گردد. یکی از راه های بهره برداری از سیلاب، احداث بندهای تغذیه ای کوتاه در محل های مناسب است که یکی از راهکارهای مهار و ذخیره آب به شمارمی آید. احداث سدهای خاکی از زمان های قدیم به ویژه در مناطق خشک مرسوم بوده است زیرا در این مناطق آب سطحی یا وجود نداشته و یا دائمی نبوده و آب مورد نیاز اغلب از طریق منابع زیر زمینی تامین می شده و بنابراین مسئله نفوذ آب از مخزن سدهای تغذیه ای یکی از مسائل مهم دراحداث سد محسوب می گردد. با توجه به این مسئله بندهای خاکی باید در محلی احداث شوند که حداکثر نفوذ را داشته باشند، از طرفی هر ساله پس از آبگیری مقداری رسوب در مخزن این سدها به جای می ماند. لذا باید ترتیبی اتخاذ گردد تا حداقل رسوب را داشته با شد و مشکلی که اکثر سدهای تغذیه دارند، جمع شدن رسوبات در مخزن آن ها می باشد که باعث کاهش نفوذپذیری می گردد تا جایی که مخازن سدها را به دریاچه های تبخیر تبدیل می کند. عرب خدری وهمکاران در پژوهشی تاثیر رسوبگذاری بر بازده نفوذپذیری در شبکه های سنتی پخش سیلاب (بندسار)در استان خراسان را مورد بررسی قرار داده و با توجه به اینکه این احتمال وجود داشت که نفوذپذیری به تدریج محدود شده و مخزن به دریاچه تبخیر تبدیل شود با استفاده از استوانه مضاعف در ۴۸ نقطه نشان دادند که به رغم کاهش نفوذپذیری نسبت به زمین مجاور در حدود ۵ تا۶ برابر هنوز هم نفوذپذیری درجه متوسط و آهسته بوده و کارایی مطلوبی دارد. همچنین ظرفیت نفوذ وتبخیر متوسط روزانه ، مدت زمان لازم برای نفوذ، میزان تلفات دراثرتبخیر وارتفاع آب نفوذ یافته از بندسار در تحقیق آقای عرب خدری در سال ۱۳۷۸،محاسبه شده سپس بازده نفوذ را بدست آوردند که نتایج بدست آمده حاکی از آن است که ۰/۳تا۱/۶ درصد از سیلاب وارد شده در اولین سیلگیری در اثر تبخیر تلف شده ومابقی درخاک نفوذ می کند. درتحقیق Strobl. G.Haimerl,Thدرسال ۱۹۹۹،براساس اطلاعات سه طرح تغذیه ای درمنطقه عمان، با استفاده از یک مدل کامپیوتری برای تخمین اثرسدهای تغذیه ای با توجه به تغییرات گوناگون درپارامترهای مورد نیاز، مثل شکل هندسی به این نتیجه رسیدند که ۷۵ درصد آب بندهای احداثی به داخل سفره آب زیرزمینی وارد شده است. سد تغذیه ای احداث شده در مسیر آبراهه هادر مقایسه با جایی که آب سطحی از طریق آبراهه های عبوری وارد سفره می شود، Haimerl در سال ۲۰۰۶، به این نتایج دست یافت که با فرض یک سیلاب با حجم ۵ میلیون متر مکعب،۴/۷ میلیون مترمکعب از طریق احداث سدو ۱/۹ میلیون متر مکعب ازطریق آبراهه ها تغذیه شده که ۹۴٪/۴۳ آب از طریق احداث سد و۳۸/۱۲٪ از طریق کانالها تزریق شده که بااحداث سدتقریبا ۲/۵ برابر شده است. در این تحقیق تلفات آب، در جایی که سد احداث شده، ۲/۸۷ درصد ودرمسیر آبراهه ۵۸/۰۹ درصد بیان شده است. در بررسی تاثیر پخش سیلاب بر روند تغییرات نفوذ پذیری سطحی خاک در طرح تحقیقاتی، در آبخوان پلدشت آقای سکوتی اسکوئی و همکاران به این نتایج رسیدند که میانگین نفوذپذیری از ۵۲/۴ میلیمتر در ساعت به ۴۹/۴ میلیمتر در ساعت کاهش یافته ولی انجام آزمایش F برای مقایسه واریانهای داده های اندازه گیری شده نفوذ پذیری برای بررسی معنی دار بودن نشان می دهد که پخش سیلاب و روند رسوبگذاری در سطح کل عرصه نتوانسته است در این مدت تاثیر منفی بر خصوصیات نفوذپذیری سطحی خاک بگذارد. با این تفاسیر در نقاطی که اندازه گیری های نفوذپذیری به رسوب سطحی برخورده است، کاهش محسوس تا بیش از ۵۰ درصد در میزان نفوذپذیری بوجود آمده است. چون احداث بندهای تغذیه ای هزینه هایی در بر دارد، مشخص شدن این مسئله که در چه زمانی پس از احداث سدهای کوتاه تغذیه ای، نفوذ مخزن آنقدر کاهش می یابد که بیشتر آب جمع شده صرف تبخیر گردد، می تواند ابزاری در مدیریت منابع آب در این گونه سدهای خاکی باشد.

موقعیت منطقه مورد تحقیق



شکل(۱) حوزه آبخیز دره مرید بافت

بند خاکی دره مرید واقع در حوزه آبخیز دره مرید(شکل۱) که بین طول جغرافیایی″۰۷،′۲۳،°۲۹ شرقی وعرض جغرافیایی ″۱۵،′۳۵،°۵۶ شمالی، از زیرحوزه های فرعی کیسکان بافت در حوزه سد جیرفت در شهرستان بافت محسوب می گردد. مساحت و محیط حوزه با استفاده از نقشه های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ بزنجان به ترتیب ۵۴/۲۹ کیلومتر مربع و ۳۰ کیلو متر برآورد شده است. بلند ترین نقطه در این حوزه ۳۰۶۵ و پائین ترین نقطه ۲۵۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد. منطقه دارای آب و هوایی سرد و خشک و در زمستان نزولات بیشتر برف و گاهگاهی به صورت رگبارش است . میزان بارندگی سالیانه ۲۰۰ تا ۲۵۰ میلی متر میزان حداکثر مطلق درجه حرارت هوا ۳۸ درجه و حرارت حداقل ۲۰- درجه است. باتوجه به اینکه هیچ منطقه دست نخورده یاحداقل منطقه ای که بهره برداری از آن درحدمعقولی باشد درحوزه وجودنداشته تاوضعیت کلیماکس منطقه مشخص شود وباتوجه به گفته مردم منطقه وهمچنین گونه هایی که درحال انقراض بوده وفقط درپناه بوته های خاردار یامناطق دوردست مشاهده شده اند معلوم می شود که گونه هایی نظیر Prangosو Ferula درزمان گذشته دراین منطقه بسیارفراوان بوده است تاحدی که مردم مبادرت به جمع آوری آنها جهت تغذیه دستی درفصل زمستان وپائیز می کردند. بر اساس نقشه زمین شناسی۱:۵۰۰۰۰ حوزه آبریز بند دره مریدمنطقه ، کاملاً چین خورده و درصد خیلی کمی از سنگ ها درشت دانه هستند. سنگ های تشکیل دهنده حوزه شامل آندزیت، بازالت، ماسه سنگ و کنگلومرا می باشد.

شکل۲- نمایی از سد خاکی دره مرید

مواد و روش‌ها:

با توجه به رسم نقشه توپوگرافی مخزن بند خاکی، ارتفاع سریز معادل ۲۶۶۴/۹۵ متر از سطح دریا و ارتفاع کف معادل ۲۶۶۲/۵۳۶ متر از سطح دریا که ارتفاع مخزن، از کف تا سریز معادل ۲/۴۱۴ متر می باشد که با توجه به اینکه یک سال آبگیری شده رسوباتی ببه عمق حداکثر ۴۵ سانتی متر در عمیق ترین جای مخزن مشاهده می گردد. حجم مخزن معادل ۳۹۴۹/۰۷۹ مترمکعب می باشد. آمار برداری در مخزن پس از آبگیری وسریز شدن وخروج آب مازاد از سریزبه صورت روزانه انجام شده و تا زمانی که آب سریز شده قطع

نشده و مخزن تقریبا به یک حالت متعادلی نرسیده آماربرداری انجام نخواهد شد.از زمان رسیدن به حالت تعادل وتا زمانی ککه مخزن خالی از آب گرددآماربرداری ادامه داشته است. مخزن بندها ، اشل گذاری شده تا براساس این اشل ها سطح آب روزانه در مخزن بند خاکی قرائت شده و مشخص گردد که چه مقدار از سطح آب روزانه پایین رفته است. با استفاده از ببیلان ککه مجموع ورودی ببه سیستم برابراست با مجموع خروجی از سیستم. مجموع آب ورودی به مخزن برابر است با مجموع آب خروجی از مخزن. پس از اینکه مخزن بند خاکی دره مریدآبگیری شده و آب سریزی مخزن قطع گردیده و مخزن به حالت تقریبا تعادلی رسید مشاهده گردید که مقداری آب از آبراهه های ورودی وارد مخزن شده است. مقداری از آب مخزن نیز از طریق اشلهایی که روزانه قرائت شد خارج گردیده که این اختلاف سطح آب دو روز متوالی شامل آب تبخیری از مخزن، آب نفوذ یافته به سفره زیرزمینی، آب نشت یافته از دیواره بند است که در معادله (۱) میزان آب ورودی اندازه گیری و میزان اختلاف روزانه وتبخیر ونشت روزانه نیز اندازه گیری و در معادله تنها مجهول، نفوذ روزانه است. با توجه به اینکه آب ورودی به سیستم و آب نشتی از دیواره سد به صورت واحد حجمی است بنابراین در ابتدا واحدها به صورت حجمی بیان می شوند.

$$X=I+ E_V + S-T \qquad \text{معادله(۱)}$$

X: اختلاف حجم مخزن دردو قرائت متوالی (m^3) I: حجم آب نفوذ یافته از مخزن(m^3)

E_V : حجم آب تبخیرشده از مخزن (m^3) S : حجم نشت از دیواره مخزن(m^3) T: حجم آب ورودی به مخزن (m^3)

که در معادله بالا تمام داده ها معلوم ومقدار I مجهول می باشد.

به وسیله اشلهایی که در مخزن کار گذاشته شده روند تغییرات سطح آب داخل مخزن به صورت روزانه اندازه گیری شده.

$$X = V_i - V_{i+1} \qquad \text{معادله(۲)}$$

X: اختلاف حجم مخزن دردو قرائت متوالی L_i: رقوم تراز سطح آب مخزن درقرائت i ام

L_{i+1} : رقوم تراز سطح آب مخزن درقرائت (i+1)ام V_i: حجم آب مخزن متناظر با تراز سطح آب L_i

V_{i+1}: حجم آب مخزن متناظر با تراز سطح آب L_{i+1}

شکل۳- تشتک تبخیر نصب در محل سد خاکی دره مرید

پس از قرائت اشل، ارتفاع توپوگرافی حجم و سطح آب داخل مخزن روزانه اندازه گیری شده. از اختلاف حجم دوروز متوالی، حجم آبی که روزانه از مخزن خارج شده اندازه گیری نموده و مقدار x معلوم می گردد. میزان تبخیر روزانه از طریق تشتک تبخیر استاندارد آمریکایی کلاس A که درنزدیکی سد کارگذاشته شده(شکل۲) به صورت روزانه اندازه گیری شده است. تبخیر از سطح مخزن معادل است با ضریبی از تشتک تبخیر با توجه به اینکه تشتک تبخیر استاندارد آمریکایی کلاس A است این ضریب ببین ۰/۶ تا ۰/۸و ببه طورمتوسط ۰/۷می باشد.

بنابراین ارتفاع تبخیرروزانه از مخزن بند خاکی مشخص می گردد. برای تعیین حجم آب تبخیرشده از مخزن بندخاکی بواسطه ضرب کردن نتایج حاصل از تشتک (ارتفاع تبخیر) با سطح مخزن متناظر با تراز سطح آب داخل مخزن بدست می آید.

$$E_V=E_h * (A_i+ A_{i+1}) /2 \qquad \text{معادلـــــله(۳)}$$

E_h: ارتفاع تبخیراز مخزن E_V : حجم تبخیر (m^3) A_i : سطح تراز آب داخل مخزن در روزi ام A_{i+1} : سطح تراز آب داخل مخزن در روز(i+1)ام

برای تعیین حجم نشت، از طریق احداث زهکش طولی در پنجه سد و اندازه گیری حجم روزانه آب خروجی ار زهککش و همچنین از طریق احداث سریز مستطیلی در دهانه آب خروجی در پشت دیواره سد اندازه گیری شده که در این سریز طول تتاج سسریز۲۰سانتی مترو مقدارآن از طریق رابطه (۴) محاسبه می گردد .

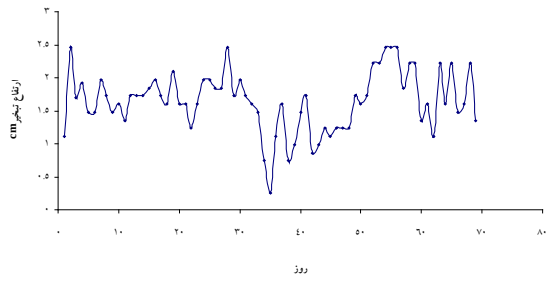
$$Q= 0/0184*L*H^{3/2}$$ معادله(۴)

L: طول تاج سریز (cm) H: ارتفاع آب ورودی تاج (cm) Q: دبی (lit/s)

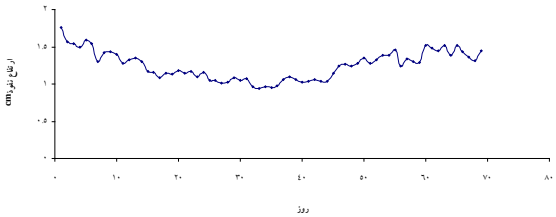
پس ازسریز شدن آب داخل مخزن ورسیدن به حالت تقریبا تعادل، آب از طریق آبراهه وارد مخزن ششده .آب ورودی ببه مخزن از طریق احداث سریز مستطیلی در مسیر آبراهه اندازه گیری شده که طول تاج سریز ۲۰ سانتیمترودبی از طریق(معادله۴) بدست ممی آید.

نتایج:

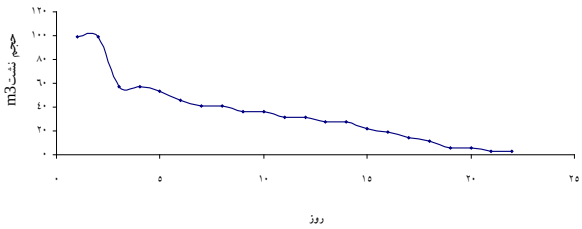
با توجه به قرائت اشل داخل مخزن سطح وحجم روزانه آب داخل مخزن اندازه گیری شده است. برای تعیین ارتفاع نفوذ ابتتدا حجم نفوذ دردو روز متوالی را محاسبه نموده و بر سطح متوسط آب داخل مخزن تقسیم نموده تا ارتفاع آب نفوذ کرده از کف محاسبه گگردد در ابتدا اختلاف حجم روزانه آب داخل مخزن را با روز بعد بدست آورده و سپس حجم تبخیر و حجم نشت و حجم ورودی را محاسبه کرده. طبق معادله(۱) همه داده ها معلوم، حجم آب نفوذ یافته از کف مخزن مشخص وسپس ارتفاع آب نفوذ کرده از سطح آب داخل مخزن روزانه محاسبه گردیده. که در مجموع در مدت ۷۰ روز دوره آماری از۳۲۲۷/۷۱۷ مترمکعب آب داخل مخزن، ۱۵۵۶/۸۶ متتر مکعب نفوذ، ۴۱۲/۸۷ مترمکعب نشت، ۲۰۲۵/۶۸متر مکعب آن صرف تبخیر شده که با توجه به سطح روزانه مخزن، بطورمتوسط ۱/۲۵ سانتی متر از آب داخل مخزن روزانه صرف نفوذ شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از بیلان مخزن، منحننی ارتفاع نفوذ روزاننه مخزن بند خاکی دره مرید ترسیم گردیده که حاکی از آن است که در نمودار(۸) میزان آب نفوذی از مخزن ومیزان آب تبخییری از سطح آب داخل مخزن و میزان نشت از دیواره در طول دوره آماری و از روی این گراف مشخص گردیده ککه تبخییر ببالاترین ننرخ را از بین سایر پارامترهای بیلان داشته است.



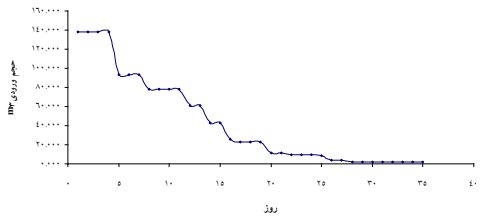
شکل ۴- منحنی روند تغییرات تبخیر در مخزن بند خاکی



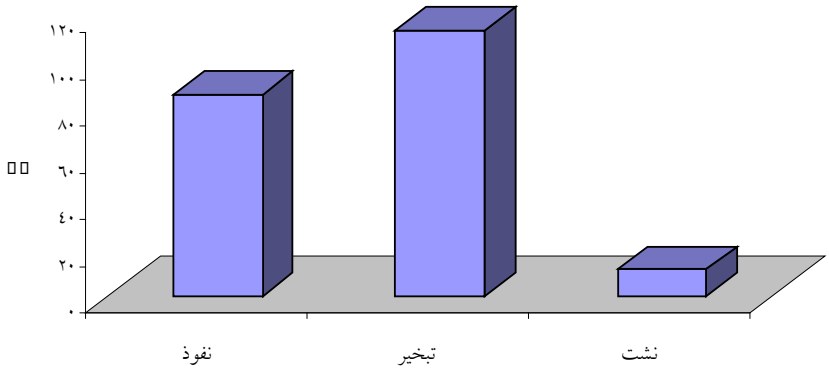
شکل ۵- منحنی روند تغییرات نفوذ در مخزن بندخاکی دره مرید



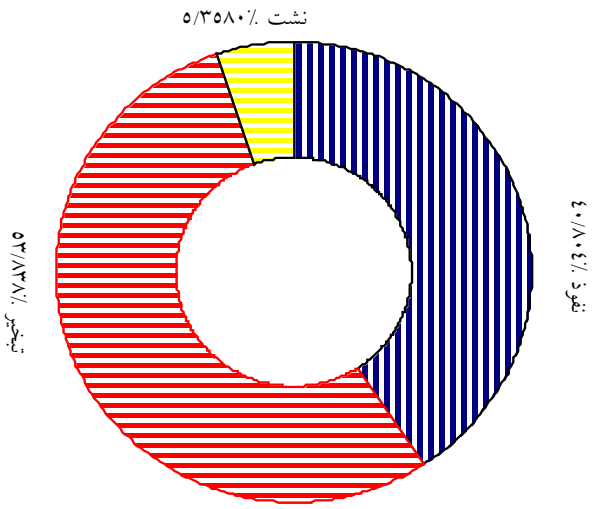
شکل ۷- منحنی روند تغییرات نشت از دیواره بند خاکی



شکل ۶- منحنی روند تغییرات آب ورودی به بند خاکی



شکل۸- نمودارمجموع نفوذ- تبخیر- نشت بند خاکی دره مرید در طول دوره آماری



شکل۹- نمودار درصد آب نفوذی – تبخیری- نشتی نسبت به کل آب موجود در مخزن بند خاکی

بحث و نتیجه گیری:

براساس اطلاعات و آمار برداشت شده از بند خاکی دره مرید و منحنی نفوذ و با توجه به اینکه سر منشا رسوبات تشکیل شده در بندخاکی ، از حوزه دره مرید بافت بیشتر ماسه سنگ وکنگلومرابوده است. در اولین سال آماربرداری، پس از آبگیری مخزن وبه تتدریج پایین رفتن سطح آب وخشک شدن آن، نسبت به قبل از آبگیری، ۴۳/۱۴۴ متتر مکعب رسوب وارد مخزن شده بیا ارتفاع حداکثر ۹۰سانتی متر و تراکم متوسط۶۷/۸۵درصد و در مجموع بند خاکی دره مرید با حداکثر ۹۰ سانتی متتر رسوب و حجم ۷۷/۴۱۳متتر مکعب رسوب ۴۱٪ از کل آب ذخیره شده را صرف تغذیه می کند، بنابراین با وجود رسوب گیری مخزن و کاهش نفوذپذیری هنوز هم بند خاکی مورد مطالعه یکی از سامانه های مفید برای جمع آوری و تزریق آب به سفره زیرزمینی است. به شرط آنکه بعد از گذشت چند آبگیری مخزن رسوب زدایی گردد و یا تدابیر مدیریتی جهت کاهش رسوب در مخزن بندها اتخاذ گردد تا با توجه به صرف هزینه احداث بند تغذیه ای درصدبیشتری ازآب نفوذ کرده و کارایی بند خاکی در حد مطلوبتری بیان گردد.

منابع:

- جهاد کشاورزی استان کرمان. ۱۳۷۶ . مطالعات حوزه آبخیزدره مرید، مدیریت آبخیزداری
- سکوتی اسکوئی،ر.۱۳۸۱. بررسی تاثیر پخش سیلاب بر روند تغییرات نفوذپذیری سطحی خاک و آبخیزداری ، موسسه تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.

- عرب خدری ، م. ۱۳۷۸. بهره برداری از سیلاب با بندسار، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری ،کارگاه علمی بخش تحقیقات مدیریت و بهره برداری از سیلاب.
- عرب خدری، م. ، ا، پرتوی. ، ک، کمالی. ، ع،عطاری. و ا، سررشته ای. ۱۳۷۶. پژوهشی پیرامون تاثیر رسوبگذاری بر بازده نفوذپذیری در شبکه سنتی پخش سیلاب استان خراسان (بندسار)
- کردوانی، پ. ۱۳۶۳. منابع و مسائل آب درایران ، انتشارات دانشگاه تهران.
- Haimerl, G. and Th. Strobl. 1999. Optimization of the recharge process downstream of ground water recharge dame.Inst.tuto of hydroulic and water resources engineering, Techische Universtat Munchen 80290 munchen, Germany .
- Haimerl, G. 2006. Groundwater Recharge in Wadi channels Down- stream of Dams Eficiency and Management Strategies, Techische Universtat Munchen 80290 munchen, Germany .