مجله علمی - پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیـــزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

سال چهارم - شماره ۱۲ - پاییز ۱۳۸۹

Vol. 4, No. 12, Fall 2010

بررسی راندمان سامانه ی تغذیه مصنوعی در آبراهه های فصلی و بهینه سازی ابعاد اصلی آن

(مطالعه موردی: سامانه های رودخانه امام‌زاده عبدا... سمنان)

محمدابراهیم بنی حبیب[1] ، ارمغان عابد علم‌دوست[2] و محمدرضا نیکو[3]

تاریخ دریافت: ۸۷/۰۸/۲۸ تاریخ پذیرش: ۸۹/۰۹/۲۵

چکیده

با توجه برداشت بی رویه از سفره های آب زیرزمینی و افت سطح آب در آن‌ها، اجرای طرح‌های تغذیه مصنوعی ضروری به نظر می‌رسد. با وجود تحقیقات قابل توجه در زمینه تغذیه مصنوعی، هنوز روشی برای برآورد راندمان این طرح‌ها ارائه نشده است. هدف این پژوهش، تعیین راندمان تغذیه سامانه‌های تغذیه مصنوعی با استفاده از جریان سیلابی رودخانه‌های فصلی است. در روش پیشنهادی، ابتدا آبنگارهای سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف بین اجزاء مختلف سامان تغذیه مصنوعی تقسیم شده و بازدهی آبگیری حوضچه‌ها تعیین می‌گردد. سپس با توجه به ابعاد حوضچه‌های تغذیه و آب نفوذیافته از حوضچه‌ها در طول سیلاب، میزان حجم آب قابل تغذیه در حوضچه‌ها تعیین می‌شود. در محاسبه نفوذ از بستر رودخانه، از ترکیب نتایج مدل HEC-RAS و روش اچه‌وری استفاده شده، بطوریکه سطح جریان بر اساس نتایج شبیه سازی مدل HEC-RAS تعیین گردیده و مقدار نفوذ بر اساس روش اچه‌وری برآورد شده است. در نهایت پس از تعیین بازدهی سامانه تغذیه در سیلاب‌های با دوره بازگشت مختلف، بازدهی تغذیه کلی سامانه تغذیه مصنوعی با استفاده از فرمول امیدریاضی تعیین شده است. کاربرد روش پیشنهادی در سامانه رودخانه امام زاده عبدا.. سمنان حاکی از آن است که روش ارائه شده بازدهی مناسبی در تغذیه مصنوعی آبخوان داشته و می تواند ۸۱درصد سیلاب های مازاد را برای تغذیه مصنوعی آبخوان استفاده نماید.

واژه‌های کلیدی: سامانه تغذیه مصنوعی، راندمان تغذیه مصنوعی، راندمان آبگیری و رودخانه امام زاده عبدا.. سمنان

۱- نویسنده مسئول و استادیار پردیس ابوریحان دانشگاه تهران Banihabib@ut.ac.ir

۲- دانشجوی دکترای مهندسی عمران آب، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تهران

۳- دانشجوی دکترای مهندسی عمران - آب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران Nikoo@ut.ac.ir

مقدمه

با توجه به توسعه صنعتی و افزایش جمعیت، نیاز روز افزون به منابع آب احساس می گردد. میانگین بارندگی سالانه کشور ایران حدود ۲۵۰ میلی‌متر بوده و بخش اعظم آن را مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل می دهد. بهره برداری بی رویه از منابع آب زیرزمینی و به هم خوردن تعادل طبیعی آنها سبب شده تا اغلب آبخوان‌های کشور با بیلان منفی مواجه باشند. یکی از راه‌های مبارزه با مشکلات ناشی از کمبود آب، تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی است که سبب تقویت و توسعه منابع آب می گردد. استرتلی و کوتوب [۱۱] یک مطالعه دو ساله در مورد امکان استفاده از تغذیه مصنوعی به منظور تغذیه آبخوان کشور قطر انجام دادند. این آبخوان بطور مداوم کاهش حجم ذخیره و کیفیت آب داشته است. این تحقیق شامل آزمایش و شبیه سازی آبخوان ها در چهار مکان از دو منطقه روس[4] و ام ار رادوما[5] بوده و آزمون‌های مرحله‌ای در گمانه‌های واقع در منطقه اخیر، یک رفتار غیر دارسی از جریان را نشان داد که چنین نتیجه ای در منطقه اول به دست نیامد. آن‌ها همچنین با استفاده از روش های مختلف آنالیز داده‌ها، توانستند پارامترهای استاندارد آبخوان را بدست آورند [۱۱]. تحقیقات متعددی برای تعیین ساختگاه‌های مناسب تغذیه مصنوعی تا به حال انجام گرفته است که از جمله آن‌ها کریشنا مورتی و همکاران[۸]، ساراف و چادری [۱۰] و هان [۶] می توان نام برد. به علاوه، در سال‌های اخیر تعیین نواحی مناسب برای پخش سیلاب به عنوان یکی از روش های تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی از سوی پژوهشگرانی نظیر زهتابیان و همکاران [۱۲]، نوری [۹] و غیومیان و همکاران [۴]، مورد بررسی قرار گرفته است. بوور [۲] فاکتورهای اصلی که باید در مطالعات تغذیه مصنوعی در نظر گرفته شود را ارائه داد. هایمری [۴] و فنموری و همکاران [۳]، موفقیت تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی از طریق نفوذ سطحی را مورد بحث قرار دادند. خیرخواه زرکش [۷] یک سیستم پشتیبانی در تصمیم‌گیری، برای تعیین مکان پخش سیلاب در نواحی نیمه خشک ایران ارائه داد. با توجه به اینکه هنوز روشی برای برآورد راندمان تغذیه سامانه‌های تغذیه مصنوعی ارائه نشده است، هدف این پژوهش تعیین راندمان تغذیه سامانه‌های

1- Rus

2- Umm Er Radhuma(UER)

تغذیه مصنوعی با استفاده از جریان سیلابی رودخانه‌های فصلی است.

مواد و روش‌ها

مواد

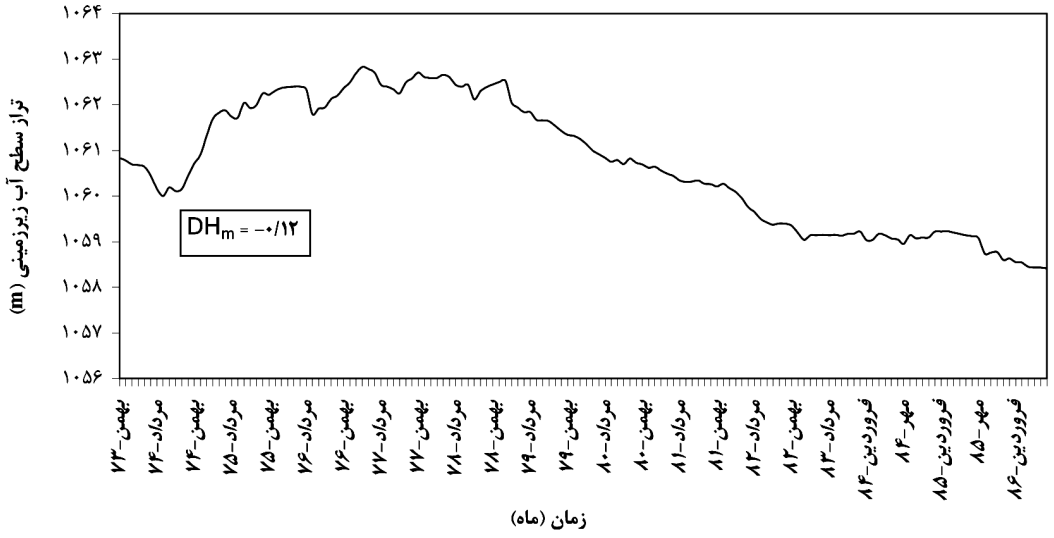
محدوده مورد مطالعه یکی از دو زیر حوزه بزرگ آبخیز سمنان به نام حوزه امام‌زاده عبدالله با مساحت تقریبی ۲۵۶/۶۵ کیلومتر مربع می‌باشد. این حوزه در شمال غربی شهر سمنان و شمال لاسجرد واقع گردیده و از کوه‌های تنگه مرز، کلناب و هفت میل سرچشمه می‌گیرد. حوزه امام‌زاده عبدالله در محدوده طول جغرافیایی ۵۲ْ ۴۷َ تا ۵۳ْ ۳َ و عرض جغرافیایی ۳۵ْ ۳۶َ تا ۳۵ْ ۳۶َ واقع شده است. رودخانه امام زاده عبدالله در بالا دست به دو شاخه ایچ و جوین تقسیم می‌شود. شاخه ایچ از روستای امام زاده عبدالله شروع شده و پس از عبور ازروستاهای ایچ و امام زاده چهارتن به شاخه جوین می‌پیوندد. دو شاخه ایچ و جوین پس از اتصال با یکدیگر رودخانه امام زاده عبدالله را تشکیل داده و این رودخانه به سمت جنوب با عبور از مجاورت آبادی های برکیان، لاسجرد و رباط شاه عباس به جاده تهران به مشهد می رسد. شکل (۱) تصویر ماهواره‌ای از ساختگاه و محدوده سامانه تغذیه مصنوعی را نشان می‌دهد.

دراین پژوهش اطلاعات مورد نیاز از طریق بازدیدهای میدانی، آمار و گزارش‌های موجود، نقشه‌ها، عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای جمع‌آوری شده است. بر اساس آمار سال ۱۳۷۶، متوسط ضخامت لایه آبخوان دشت سرخه و لاسجرد، برابر با ۹۰ متر می‌باشد. آبنمود سطح ایستابی محدوده مطالعه موردی که به منظور بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی ترسیم شده است، نشان‌دهنده‌ی افت سطح آب زیرزمینی در این حوزه می‌باشد. در شکل (۲) به عنوان نمونه آبنمود سطح ایستابی جنوب سرخه ارائه شده است.

با توجه به متوسط افت ۲/۳ متری ایجاد شده در آبخوان در طول

شکل ۱ - تصویر ماهواره‌ای از ساختگاه تغذیه مصنوعی

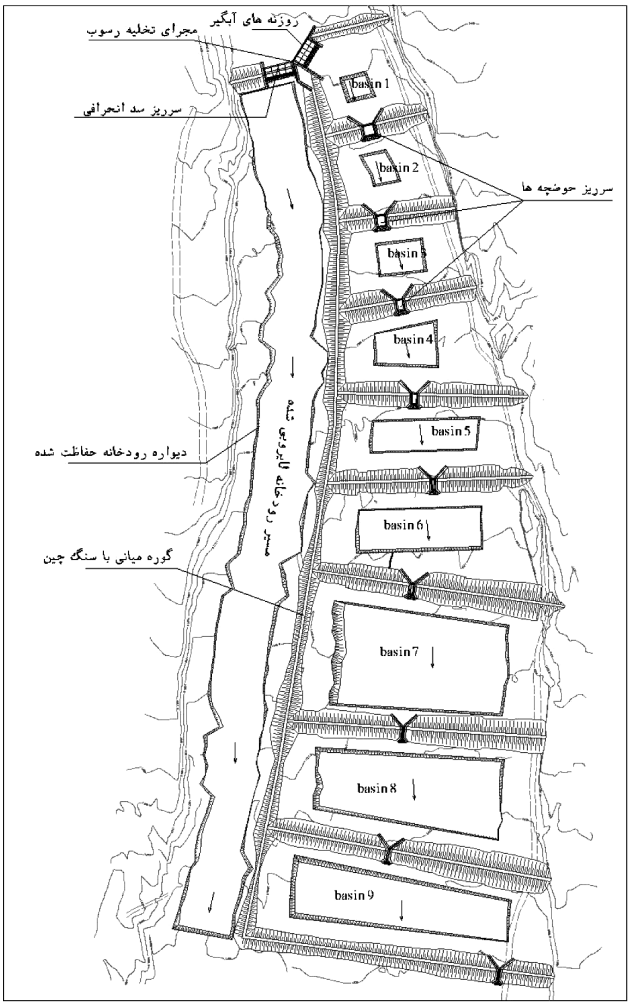
۱۰ سال، می‌توان گفت که متوسط ضخامت لایه اشباع از ۳۰ متر در سال ۷۶ به ۲۷/۷ متر در سال ۸۶ رسیده است. در نتیجه با کاهش تراز سطح آب زیرزمینی، از ضخامت لایه اشباع آبخوان کاسته شده است. لذا، با وجود ممنوعه اعلام شدن دشت سرخه و لاسجرد و وجود افت آب سطح زیرزمینی، لازم است نسبت به بهبود حجم ذخیره آب سفره با اجرای تغذیه مصنوعی اقدام نمود. بررسی‌های مربوط به نقشه‌های هم سطح ایستابی نشان می‌دهد که وضعیت سطح آب زیرزمینی با تغذیه آبخوان در محل سامانه تغذیه مصنوعی به تدریج در دو منطقه سرخه و لاسجرد، بهبود خواهد یافت. همچنین تغذیه آبخوان موجب کاهش روند افت سطح آب زیرزمینی دشت سرخه و لاسجرد خواهد شد. این امر موجب افزایش آبدهی چاه‌ها و رونق در شهرک‌های صنعتی سرخه و لاسجرد خواهد شد. به منظور تعیین سرعت نفوذ در محل ساختگاه که از پارامترهای مهم در تعیین میزان آب تغذیه یافته به آبخوان به شمار می‌آید، آزمایش‌های نفوذپذیری صحرایی در پنج نقطه و در هر نقطه، در هر تغییر لایه خاک صورت پذیرفته است که نشان می‌دهد ضریب نفوذپذیری محدوده طرح، بین $۳/۴۸ \times ۱۰^{-۳}$ تا $۱/۷۶ \times ۱۰^{-۲}$



شکل ۲ - آبنمود سطح ایستابی جنوب سرخه

سانتی متر بر ثانیه متغیر است. طرح سامانه تغذیه مصنوعی رودخانه امام‌زاده عبدا.. سمنان، شامل بخش‌های سامانه آبگیری، حوضچه‌های تغذیه و ساماندهی رودخانه می‌باشد. سامانه آبگیری طرح شامل سرریز سد انحرافی، مجاری آبگیری و مجرای تخلیه رسوب (رسوب بر) می‌باشد. حوضچه‌های تغذیه شامل گوره‌های اطراف حوضچه‌ها و سرریز انتهای هر حوضچه است. این حوضچه‌ها با احداث گوره‌هایی به ارتفاع مشخص، ایجاد می‌شوند و مخازن ذخیره آب و نفوذ آن را تشکیل می‌دهند. در شکل (۳) جانمایی اجزایی طرح نشان داده شده است.

در محل سامانه آبگیر طرح، جریان به دو بخش تقسیم می شود. بخشی از آن، از مجرای تخلیه رسوب و سرریز سد انحرافی عبور نموده و بخش دیگر از طریق روزنه های مستطیلی شکل تعبیه شده در بالا دست حوضچه اول، وارد سامانه حوضچه های تغذیه مصنوعی طرح می گردد. تراز ورودی روزنه های آبگیر، مجرای تخلیه رسوب و تراز سرریز طوری تنظیم شده است که حداکثر آبگیری ممکن انجام گیرد. به این منظور، تراز روزنه های آبگیر پایین تر از تراز سرریز و تراز تاج مجرای تخلیه رسوب پایین تر از تراز ورودی روزنه های آبگیر تعبیه شده است. بنابراین، بده تا ۲ متر مکعب در ثانیه فقط از



شکل ۳- نقشه جانمایی اجزای طرح سامانه تغذیه مصنوعی

مجرای تخلیه رسوب عبور می کند و چنانچه بده سیلاب از این اندازه بیشتر شود، جریان از روزنه های آبگیر وارد حوضچه‌های تغذیه مصنوعی شده و تا بده ۲۵/۷۳ متر مکعب در ثانیه حدود ۲۳/۲ متر مکعب از طریق روزنه ها آبگیری شده و بقیه از مجرای تخلیه رسوب عبور می کند. در بده بزرگتر از ۲۵/۷۳، جریان مازاد از سرریز عبور می‌کند، برای بررسی تقسیم آب یاد شده، از مدل HEC-HMS استفاده و با سعی و خطا، ترازهای مختلف برای رقوم تاج سرریز، ورودی روزنه آبگیر و مجرای تخلیه رسوب طوری تنظیم شده است که تقسیم یاد شده صورت پذیرد. از آنجا که احتمال عدم حضور بهره بردار در شرایط سیلابی رودخانه وجود دارد، مجرای تخلیه رسوب و آبگیر بدون دریچه طراحی شده است. بنابراین، همیشه بده حدود ۲ تا ۳ متر مکعب در ثانیه از مجرای تخلیه رسوب هنگام سیل عبور نموده و موجب تخلیه رسوب از مقابل آبگیر می شود. به علت اینکه در بده رودخانه بزرگتر از ۲۵/۷۳ متر مکعب بر ثانیه، ظرفیت عبور سرریز با افزایش تراز آب خیلی بیشتر از ظرفیت روزنه ها می شود، در بده های بزرگتر از ۲۵/۷۳ متر مکعب در ثانیه، بده مازاد از سرریز عبور نموده و جریان ورودی به حوضچه‌های تغذیه مهار می گردد.

عملکرد حوضچه های تخلیه مثل عملکرد حوضچه‌های تاخیری بوده و علاوه بر سرریز، روزنه هایی بر روی سرریز آن ها تعبیه شده است، به طوری که آب در هر حوضچه حدود دو هفته مانده و سپس در صورت عدم نفوذ، مازاد آن به تدریج به رودخانه تخلیه شده و به علت تنظیم شدن جریان آن و به تدریج از طریق کف رودخانه، آبخوان را تغذیه می نماید. لذا، با شبیه سازی جریان بده خروجی از حوضچه ها تا حد ظرفیت نفوذ بستر رودخانه یعنی تا حدود ۲ متر مکعب در ثانیه محدود گردیده است. طرح نهایی شامل یک سرریز اوجی به طول ۳۰ متر و تراز تاج ۱۴۳۴/۵ متر بوده و عرض مجرای تخلیه رسوب ۱ متر و تراز تاج آن ۱۴۳۲/۸ متر است. آبگیر دارای ۵ روزنه مستطیلی به عرض ۴ متر و ارتفاع ۰/۶ می باشد. تراز لبه‌ی ورودی روزنه‌های آبگیرها ۱۴۳۳/۵ متر است. تعداد حوضچه‌ها ۹ عدد بوده و گنجایش آن‌ها حدود ۳۵۰۰۰۰ متر مکعب می باشد و هر کدام یک از حوضچه‌ها برای تخلیه جریان مازاد، سرریز دارد. بر روی سرریز آن‌ها نیز در هر ۲ متر ۱ لوله به قطر ۳۰ سانتی متر به منظور تخلیه تدریجی حوضچه و تبدیل آن‌ها به مخازن تاخیری استفاده شده است. عملکرد تاخیری حوضچه از ماندن آب در آن‌ها به صورت طولانی مدت و افزایش میزان تبخیر جلوگیری می نماید. در داخل حوضچه‌ها نیز گودال‌هایی به صورت منشور ناقص برای افزایش نفوذ از دیوارهای گودال‌ها تعبیه شده تا در صورت آب بند شده کف حوضچه‌ها با رس رسوبگذاری شده، تغذیه مصنوعی از دیوارهای گودال‌ها صورت پذیرد. بخش پایین دست سرریز اصلی در رودخانه نیز ساماندهی و دیوارهای آن حفاظت شده است.

روش‌ها

شبیه سازی با مدل HEC-HMS و تعیین راندمان آبگیری

به منظور تقسیم بده جریان سیلاب بین سه جز آبگیر ، دریچه تخلیه رسوب و سرریز اوجی که در ورودی سامانه تغذیه مصنوعی قرار گرفته اند، از مدل HEC-HMS استفاده شده است. بدین ترتیب که در ابتدا به علت فقدان آبنگار ثبت شده سیلاب های رخ داده، آبنگار سیلاب در محل ورود به سامانه به کمک مدل HEC-HMS تعیین گردید. بعد از تعیین آبنگار سیلاب با دوره بازگشت های مختلف، یک مدل ساده سامانه شامل سه جزء[1] منبع[2] ، مخزن[3] و چاه[4] در محیط مدل HEC-HMS ایجاد شد. سپس داده های بده سیلاب شبیه سازی شده به جزء منبع وارد گردید. در جزء مخزن نیز با معرفی داده های منحنی حجم-سطح- ارتفاع حوضچه ها در محیط مدل HEC-HMS ایجاد شد. به علت این که آبگیرهای سامانه عملاً همواره باز می باشند، از جزء آبگذر[5] مدل HEC-HMS که به صورت خروجی و به شکل مربع، استفاده گردیده است و ارتفاع، طول، تراز ورودی و خروجی آبگذر بر اساس مشخصات آبگیر سامانه تغذیه مصنوعی به مدل HEC-HMS معرفی شد.

همچنین سرریز اوجی به وسیله جزء سرریز[6] مدل شده و مجرای تخلیه رسوب نیز با استفاده از جزء تاج سد[7] که قادر به سرریز جریان از یک تراز مشخص و با طول و ضریب سرریز دلخواه می باشد، مدل گردید. در نهایت با انجام شبیه سازی در دوره بازگشت های مختلف، آبنگار تراز آب در بالادست سامانه ی تغذیه، در فواصل زمانی دلخواه بدست آمده، با تعیین تراز آب در بالادست سامانه ی تغذیه به ازای سیلاب های با دوره بازگشت های مختلف، می توان با استفاده از معادلات هیدرولیکی مربوط به روزنه های آبگیر، سرریز اوجی و دریچه تخلیه رسوب، آبنگار بده ورودی به این سه جزء از سامانه تغذیه مصنوعی را در دوره بازگشت های مختلف بدست آورد. سپس با توجه به آب تقسیم شده بین آبگیر از یک سو و سرریز و مجرای تخلیه رسوب از سوی دیگر، در دوره بازگشت های مختلف، راندمان آبگیری سامانه محاسبه گردید. راندمان آبگیری سامانه عبارت است از: نسبت حجم آب ورودی به حوضچه ها به کل حجم آب ورودی به محل ساختگاه طرح. در نهایت با برازش منحنی به داده های بازدهی آبگیری حاصله و فراوانی وقوع هر سیلاب، رابطه بازدهی آبگیری با فراوانی وقوع سیلاب تعیین شده و با استفاده از رابطه (۱)، مقدار متوسط بازدهی آبگیری حوضچه ها بر اساس رابطه امید ریاضی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\bar{\alpha}=\int_0^1 (\alpha f)\mathrm{d}f \qquad (۱)$$

تعیین ارتفاع بهینه گوره های حوضچه های تغذیه مصنوعی

به منظور تعیین ارتفاع بهینه گوره های حوضچه های تغذیه مصنوعی، نسبت حجم آب قابل ذخیره در حوضچه ها به حجم عملیات خاکی در ارتفاعات مختلف گوره محاسبه می گردد. تابع هدف این مدل بهینه سازی، حداکثر سازی نسبت حجم آب قابل ذخیره در حوضچه ها به حجم عملیات خاکی می باشد. در ادامه، با تعیین این نسبت ها، منحنی این نسبت ها در مقابل ارتفاع گوره ترسیم می گردد. ارتفاع گوره نظیر نقطه اوج این منحنی، تقریباً مشخص کننده ارتفاع بهینه گوره های حوضچه های تغذیه مصنوعی می باشد که در نهایت با در نظر گرفتن شیب منحنی در حوالی این نقطه، ملاحظات اجرایی و هزینه های اجرای طرح، ارتفاع بهینه گوره ها تعیین می گردد.

تعیین حجم آب قابل تغذیه و راندمان تغذیه

پس از شبیه سازی نحوه تقسیم جریان بین آبگیر، سرریز اوجی و مجرای تخلیه رسوب برای آبنگارهای سیل ورودی به ساختگاه سامانه تغذیه مصنوعی در دوره بازگشت های مختلف، آبنگار ورودی به هر یک از این سه جزء مشخص گردید. سپس، با در نظر گرفتن حجم آب قابل ذخیره در حوضچه ها تا تراز سرریز حوضچه، نسبت حجم آب قابل ذخیره در این حوضچه ها به حجم سیلاب در دوره بازگشت های مختلف محاسبه می گردد. در محاسبه میزان حجم آب قابل ذخیره در حوضچه، میزان نفوذ در طول مدت سیلاب نیز منظور می گردد. بدین منظور، با استفاده از روش سوبرامانیا[8]، میزان نفوذ از دیواره های جانبی گودال خاکبرداری شده در داخل حوضچه های تغذیه در تراز های مختلف سطح آب حوضچه محاسبه شد[۱۲]. در محاسبه میزان آب نفوذی، عملاً از آب نفوذ یافته از کف گودال خاکبرداری شده و نیز کف بستر طبیعی در داخل حوضچه ها صرفنظر شده و فقط حجم نفوذی از دیواره های جانبی گودال های خاکبرداری شده لحاظ شد. این امر به این دلیل بوده که پس از گذشت مدت کوتاهی از بهره برداری، رسوبات ریزدانه وارد شده به حوضچه ها باعث می شود که قسمت کف گودال خاکبرداری شده و بستر طبیعی حوضچه ها، تقریباً نفوذناپذیر گردد. بدین علت، فقط حجم آب تغذیه یافته از دیواره جانبی گودال خاکبرداری شده در طول مدت سیلاب در نظر گرفته شد.

به عبارت دیگر، حجم آب نفوذ یافته در حوضچه ها شامل دو زمان هنگام سیلاب و بعد از سیلاب به صورت تدریجی، می باشد. لذا در هر دوره بازگشت ،حجم آب نفوذی از حوضچه ها از جمع حجم حوضچه ها و حجم آب نفوذی در آن ها در طول زمان سیلاب بدست می آید. با تعیین حجم آب نفوذی در حوضچه ها، مقدار حجم آب مازاد خروجی از آن ها تعیین می شود و در نتیجه کل حجم

1- Element
2- Source
3- Reservoir
4- Sink
5- Culvert
6- Spillway
7- Top Dam
8- Subramanya

سیلاب در پایین دست طرح در دوره بازگشت های مختلف، از جمع آب مازاد خروجی از حوضچه ها با حجم آب عبوری از سرریز اوجی و مجرای تخلیه رسوب در هر دوره بازگشت بدست می آید. حال با تعیین سطح خیس شده رودخانه به ازای سیلاب دوره بازگشت های مختلف در پایین دست سامانه تغذیه مصنوعی می توان، تقریبی مناسب از مقدار نفوذ آب از کف رودخانه را با استفاده از روش اچه وری بدست آورد [۱۱]. با محاسبه حجم کل آب تغذیه یافته در ساختگاه بر اساس مجموع آب نفوذی در حوضچه های تغذیه و بستر رودخانه، می توان ضریب تغذیه سیلاب در هر دوره بازگشت β را که به صورت نسبت حجم آب تغذیه یافته به حجم آب ورودی به ساختگاه تعریف می شود، محاسبه نمود. در نهایت می توان میانگین ضریب تغذیه $\bar{\beta}$ را با استفاده از فرمول امید ریاضی به صورت رابطه ی (۲) محاسبه نمود. در نتیجه می توان گفت که از مجموع آورد سیلاب های مختلف در سال به نسبت $\bar{\beta}$، مقدار آن در آبخوان با استفاده از سامانه طرح نفوذ خواهد یافت.

$$\bar{\beta}=\int_0^1 \beta.f\,\mathrm{d}f \qquad (۲)$$

بحث و نتیجه گیری

تعیین راندمان آبگیری

با استفاده از نتایج مدل HEC-HMS، راندمان آبگیری در دوره بازگشت های مختلف بدست آمده است. در شکل (۴) راندمان آبگیری بر حسب دوره بازگشت ترسیم شده است. در نهایت با برازش منحنی بر راندمان های آبگیری حاصله بر حسب فراوانی وقوع هر سیلاب، بهترین معادله به صورت رابطه ۳ بوده که با استفاده از رابطه ۴ مقدار متوسط راندمان آبگیری حوضچه ها برابر ۰/۶۹ بدست آمده است.

$$\alpha=\frac{0.25+152.7f}{1+185.08f+63.45f^2} \qquad (۳)$$

$$\bar{\alpha}=\int_0^1 (\alpha f)\mathrm{d}f=0.69 \qquad (۴)$$

تعیین ارتفاع بهینه گوره‌های حوضچه‌های تغذیه مصنوعی

نسبت حجم آب قابل ذخیره در حوضچه ها به حجم عملیات خاکی در ارتفاعات مختلف گوره محاسبه شده و در شکل (۵) تغییرات نسبت حجم آب به حجم عملیات خاکی در مقابل ارتفاعات مختلف گوره ترسیم شده است.

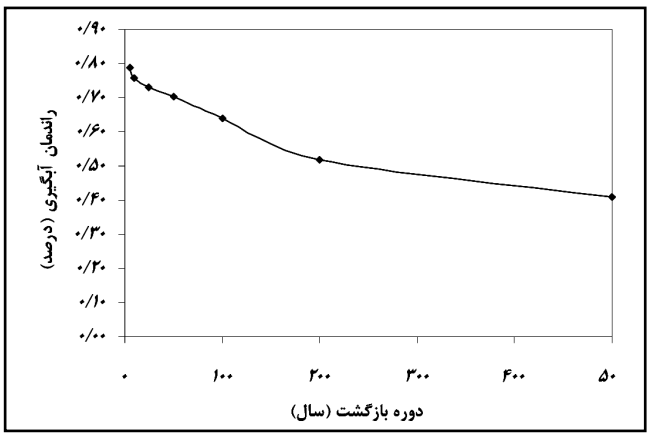
همانطوری که ملاحظه می شود، نقطه بهینه این منحنی به ازای نسبت حجم آب به حجم عملیات خاکی ۴۰/۷۴ و در ارتفاع گوره ۴ متری بدست آمده است. اما آنچه باید دقت نمود این است که شیب منحنی در حوالی این نقطه، ملایم بوده و تغییرات تند ندارد. مشاهده می شود که از ارتفاع گوره ۳/۵ متری تا ۴ متری، تنها حدود ۱/۶۲ درصد به نسبت حجم آب به عملیات اضافه می گردد ولی هزینه های اجرای طرح مسلماً به نسبت خیلی بیشتری بالا خواهد رفت. لذا ارتفاع بهینه برای گوره ها به میزان ۳/۵ متر در نظر گرفته شده است.

تعیین حجم آب قابل تغذیه و راندمان تغذیه

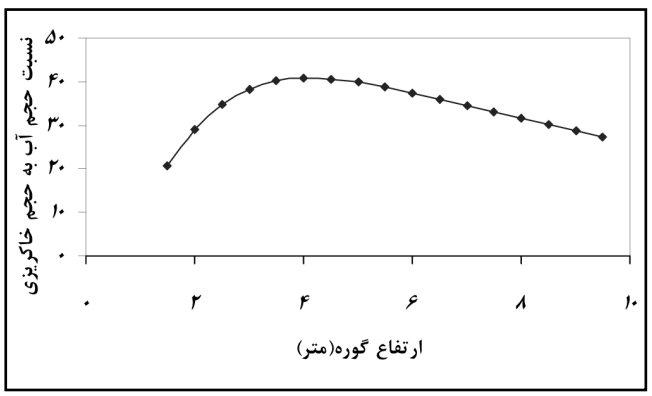
با تعیین ضریب تغذیه سیلاب در هر دوره بازگشت β و برازش منحنی بر راندمان تغذیه سیلاب بر حسب فرکانس وقوع هر سیلاب f، بهترین معادله به صورت رابطه (۵) خواهد بود که در شکل (۷) نشان داده شده است. سپس با استفاده از رابطه (۵) مقدار میانگین راندمان تغذیه $\bar{\beta}$ برابر ۰/۸۱ بدست آمده است.

$$\beta=0.825\times e^{\frac{0.00166}{f}} \qquad (۵)$$

با انجام شبیه سازی تقسیم جریان بین آبگیر، سرریز انحرافی و مجرای تخلیه رسوب در بده های با دوره بازگشت های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ ساله، میزان بده جریان ورودی به این سه جزء مشخص شدند. در شکل (۶) بده سیلاب های ورودی به حوضچه های سامانه تغذیه مصنوعی در دوره بازگشت های مختلف نشان داده شده است. در جدول (۱) حجم آب تغذیه یافته از



شکل ۴- راندمان آبگیری در دوره بازگشت های مختلف



شکل ۵- تغییرات نسبت حجم آب به حجم عملیات خاکی در ارتفاعات مختلف گوره

حوضچه ها و کف رودخانه در سیلاب های با دوره بازگشت مختلف مشاهده می گردد.

$$\bar{\beta} = \int_{0}^{1} (\beta f)\mathrm{d}f = 0.81 \qquad (۶)$$

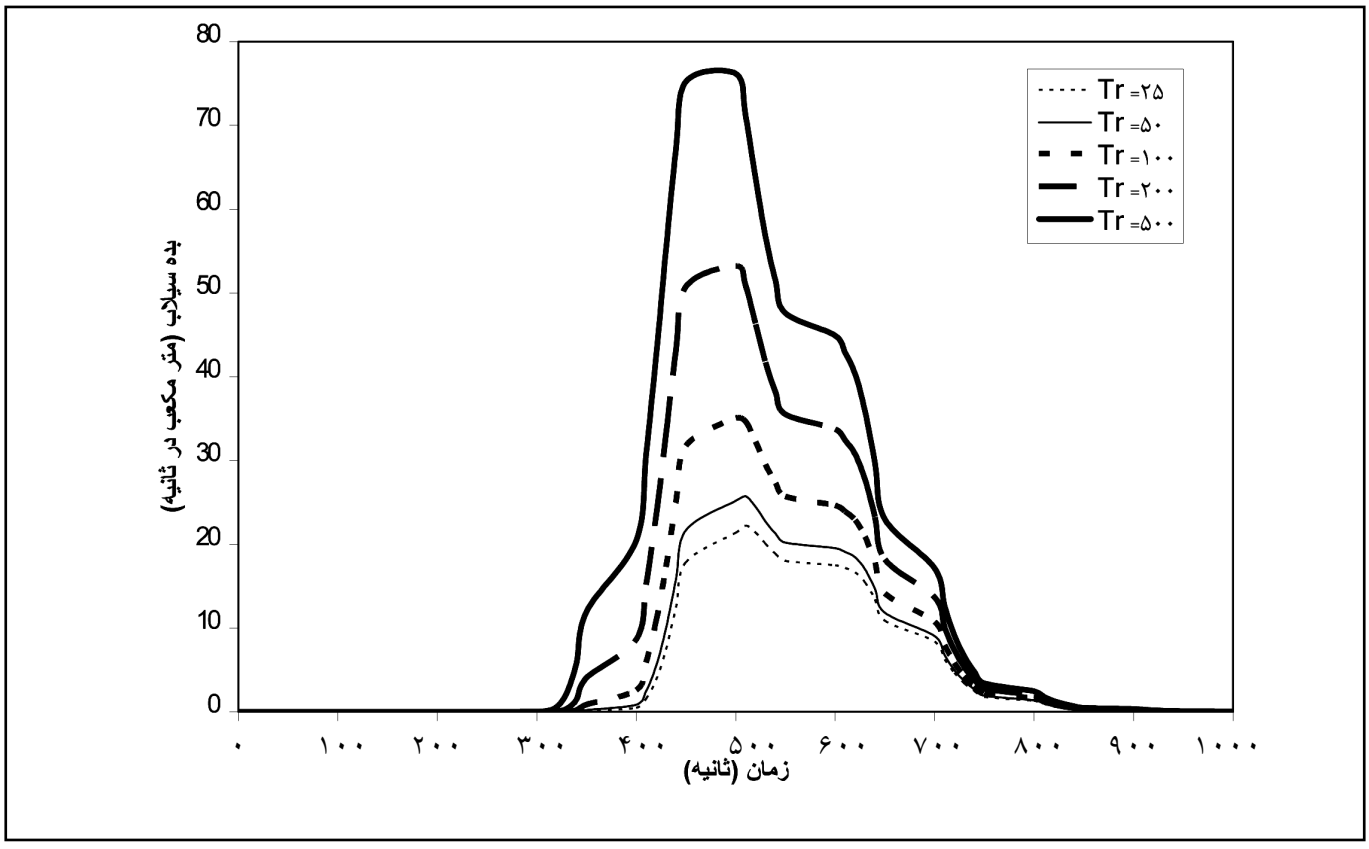
بـا تـوجه به این جـدول می تـوان گفت که میانگین راندمان تغذیه $\bar{\beta}$ (نسبت متوسط حجم آب تغذیه یافته به حجم آب ورودی به ساختگاه) برابر ۸۱ درصد بوده است در نتیجه از مجموع آورد سالانه مازادبر مصارف که ۵/۳ میلیون متر مکعب می باشد می توان گفت که به طور متوسط ۴/۳ میلیون متر مکعب در سال نفوذ خواهد یافت.

جمع بندی و نتیجه گیری

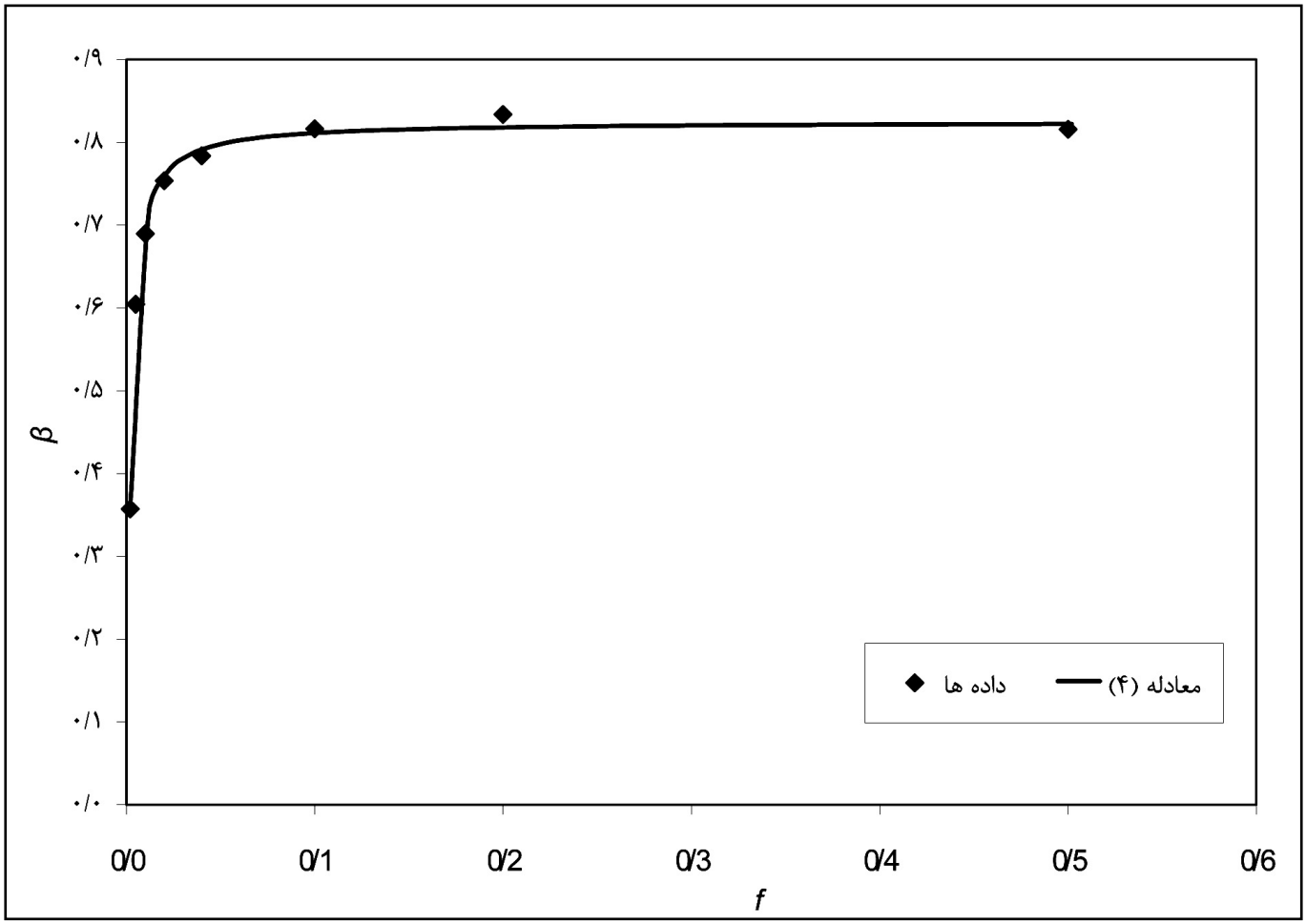
در این تحقیق روشی برای برآورد راندمان آبگیری و تغذیه

جدول ۱ - حجم آب نفوذی سیلاب های با دوره بازگشت مختلف از حوضچه ها و کف رودخانه و راندمان تغذیه

دوره بازگشت (سال)	کل حجم سیلاب ساختگاه (مترمکعب)	راندمان آبگیری (α)	حجم آبگیری در حوضچه ها (مترمکعب)	حجم آب نفوذی در حوضچه ها (مترمکعب)	حجم سیلاب در پایین دست طرح (مترمکعب)	حجم آب نفوذی در پایین دست ساختگاه (مترمکعب)	حجم کل آب نفوذی (مترمکعب)	β	$\bar{\beta}$
۲	۴۴۳۲۲	۰/۶۹	۳۰۵۸۳	۳۰۵۸۳	۱۳۷۴۰	۵۵۷۷/۶	۳۶۱۶۰	۰/۸۱۶	۰/۸۱۳
۵	۱۳۸۸۶۹	۰/۷۷	۱۰۶۹۲۹	۱۰۶۹۲۹	۳۱۹۴۰	۸۸۵۱/۱	۱۱۵۷۸۰	۰/۸۳۴	
۱۰	۲۰۹۱۱۸	۰/۷۶	۱۵۸۹۳۰	۱۵۸۹۳۰	۵۰۱۸۸	۱۱۸۵۹/۷	۱۷۰۷۸۹	۰/۸۱۷	
۲۵	۲۵۹۴۳۶	۰/۷۳	۱۸۹۳۸۸	۱۸۹۳۸۸	۷۰۰۴۸	۱۳۹۶۳/۶	۲۰۳۳۵۲	۰/۷۸۴	
۵۰	۲۹۷۶۶۴	۰/۷	۲۰۸۳۶۵	۲۰۸۳۶۵	۸۹۲۹۹	۱۵۹۸۰/۶	۲۲۴۳۴۶	۰/۷۵۴	
۱۰۰	۳۹۸۸۰۲	۰/۶۴	۲۵۵۲۳۳	۲۵۵۲۳۳	۱۴۳۵۶۹	۱۹۸۹۸/۵	۲۷۵۱۳۲	۰/۶۹	
۲۰۰	۳۰۶۴۸۲	۰/۵۲	۱۵۹۳۷۱	۱۵۹۳۷۱	۱۴۷۱۱۲	۲۵۹۰۶/۵	۱۸۵۲۷۷	۰/۶۰۵	
۵۰۰	۸۶۱۹۵۷	۰/۴۱	۳۵۳۴۰۲	۲۷۵۲۴۱	۵۸۶۷۱۶	۳۲۸۹۲/۶	۳۰۸۱۳۳	۰/۳۵۷	



شکل ۶- بده سیلابهای ورودی به حوضچه ها در دوره بازگشت های مختلف



شکل ۷- منحنی برازش داده شده به راندمان تغذیه بر حسب فرکانس وقوع هر سیلاب

سامانه‌های تغذیه مصنوعی بر روی آبراهه‌های فصلی ارائه شده است. از مطالعه موردی انجام شده در سامانه تغذیه مصنوعی رودخانه امام‌زاده عبدا... با استفاده از این روش نتایج زیر حاصل گردید.

- روش ارائه شده می‌تواند راندمان سامانه‌های تغذیه مصنوعی احداثی در آبراهه‌های فصلی را برآورد کند.
- برای سامانه مطالعه موردی، راندمان آبگیری معادل ۰/۶۹ برای سیلابهای مختلف می‌باشد.
- راندمان تغذیه مصنوعی سامانه مورد نظر با روش ارائه شده معادل ۰/۸۱ است.

منابع

۱- بیرامی، م.ک. ۱۳۸۳. سازه های انتقال آب، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴۶۲ ص.

2- Bouwer, H. 2002. Artificial recharge of groundwater: hydrogeology and engineering. Hydrology Journal 10: 121-142.

3- Fennemore, G.G., Davis, A., Goss, L. and Warrick, A.W. 2001. A rapid screening-level method to optimize location of infiltration ponds. Groundwater, 39 (2): 230-238.

4- Ghayoumian, J. Ghermezcheshmeh, B., Feiznia, S. and Noroozi, A.A. 2005. Integrating GIS and DSS for identification of suitable areas for artificial recharge, case study Meimeh Basin, Isfahan, Iran. Environmental Geology, 47 (4): 493-500.

5- Haimerl, G. 2001. Talsperren zur Grundwasseranreicherung in ariden Gebieten-Bewirtschaftungsstrategien und Optimierungsmo¨

glichkeiten. Report of the Institute of Hydraulic and Water Resources Engineering. Technical University, Munich, Germany.

6- Han, Z. 2003. Groundwater resources protection and aquifer recovery in China. Environmental Geology, 44 (1): 106-111.

7- Kheirkhah Zarkesh, M. 2005. Decision support system for floodwater spreading site selection in Iran. Ph.D. Thesis, International Institute for Geo-information Science & Earth Observation, Enschede, The Netherlands, 259 p.

8- Krishnamurthy, J., Venkatesa Kumar, N., Jayaraman, V. and Manivel, M. 1996. An approach to demarcate groundwater potential zones through remote sensing and geographical information system. International Journal of Remote Sensing, 17 (10); 1867-1884.

9- Nouri, B. 2003. Identification of suitable sites for groundwater artificial recharge using remote sensing and GIS in Gavbandi Watershed. M.Sc Thesis, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Iran, 106 p.

10- Saraf, A.K., and Choudhury, P.R. 1998. Integrated remote sensing and GIS for groundwater exploration and identification of artificial recharge sites. International Journal of Remote Sensing, 19 (10): 2595-2616.

11- Streetly, M. J. and Kotoub, S. 1998. Determination of aquifer properties in northern Qatar for application to artificial recharge. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology; 3 (3); 199-209.

12- Zehtabian, G.R., Alavipanah, S.K. and Hamedpanah, R. 2001. Determination of an appropriate area for flood water spreading by remote sensing data and GIS. In: Proceedings of the International Conference on New Technology for a New Century, Seoul, Korea, pp. 1-6.

مجله علمی - پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیـــزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 4, No. 12, Fall 2010
سال چهارم - شماره ۱۲ - پاییز ۱۳۸۹

Abstract

An Approach to Estimate the Efficiency of Artificial Recharge System in Ephemeral Rivers and Optimization of Major Dimensions of the System (Case Study: Emamzadeabdollah River)

M. E. Banihabib[1] , A. Abed Elmdoost[2] and M. Nikoo[3]

Considering the overuse of the aquifers and flow regime of ephemeral rivers of the country, performing artificial recharge projects in these rivers is necessary. Although, there have been a considerable number of researches in the artificial recharge system, there has been no method for determining the recharge efficiency of the artificial recharge systems on ephemeral rivers yet. The goal of this research is to determine the recharge efficiency of the artificial recharge systems by using the flood flows of ephemeral rivers. In the suggested method, the first step is dividing the flood hydrographs of different return periods using model between different parts of the system. So the intake efficiency of ponds is determined. Then, according to the dimensions of recharge ponds and the penetrated water during the flood, the amount of water that can be recharged may be determined using seepage formula. For determining the river bed infiltration, a combination of hydraulic modeling using Hec-Ras simulation and Etcheveri method has been used. Finally, after determining the recharge efficiency of system for different return periods of flood, the total recharge efficiency of the system is determined by calculating the expected value. The suggested method is applied for the artificial recharge system of Emamzade Abdollah River of Semnan, in center of Iran. The results show that the presented method has a suitable recharge efficiency and is able to use %81 flood flow for artificial recharge.

Keywords: Artificial Recharge System, Recharge Efficiency, Intake Efficiency and Emamzadeh Abdollah River.

1- Assistant professor, Department of Irrigation and Drainage Engineering, University of Tehran, Iran, Banihabib@ut.ac.ir
2- PhD. Student, School of Civil Engineering, University of Tehran, Iran
3- PhD. Student, School of Civil Engineering, University of Tehran, Iran