مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۸

موضوع:

تأثیر لایروبی در بازیابی سرعت نفوذ اولیه چند طرح تغذیه مصنوعی در استان اصفهان

تألیف:

وفا رضایی[۱] و سید فرهاد موسوی[۲]

چکیده

از جمله موارد مهم در توسعه پایدار منابع آب، تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی می‌باشد. یکی از عوامل محدود کننده توسعه تغذیه مصنوعی، خصوصاً در طرحهایی که در مناطق خشک و نیمه خشک اجرا می‌شوند پدیده مسدود شدگی خاک بستر تأسیسات نفوذی می‌باشد. در این راستا مطالعه‌ای در سال ۱۳۷۶ به منظور بازیابی سرعت نفوذ اولیه به روش لایروبی در سه طرح تغذیه مصنوعی اجرا شده در استان اصفهان (کهرویه، باغ سرخ و کاچک) انجام شد که شامل دو بخش صحرائی و آزمایشگاهی بود. مطالعات صحرایی براساس طرح متداخل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با تیمارهای آزمایش نفوذ برروی سطح رسوب (T_1)، پس از لایروبی رسوب (T_2)، لایروبی رسوب و ۵ سانتیمتر از خاک (T_3)، لایروبی رسوب و ۱۰ سانتیمتر از خاک (T_4) و لایروبی رسوب و ۱۵ سانتیمتر از خاک (T_5) و در سه تکرار اجرا شد. در بخش آزمایشگاهی این مطالعه، برخی خصوصیات فیزیکی خاک محل طرحها شامل رطوبت اولیه، دانه بندی و بافت خاک تا عمق ۱۲۰ سانتیمتری تعیین شدند. نتایج حاصل از آزمایشها نشان داد که هرچه فاصله از ابتدای سیستم تغذیه مصنوعی زیاد باشد درصد ذرات ریز دانه، بخصوص رس، افزایش می‌یابد. بافت بستر تأسیسات نشان داد که در حوضچه‌های رسوبگیر به دلیل تشکیل صافی معکوس، ذرات رس نتوانسته‌اند به اعماق پائین نفوذ کنند، در صورتیکه در حوضچه‌های تغذیه این ذرات به اعماق پائین و گاه تا بیش از ۴۰ سانتیمتر نفوذ کرده‌اند. کاربرد اعماق مختلف لایروبی باعث افزایش معنی‌دار سرعت نفوذ نهایی و نفوذ تجمعی بین تیمارهای T_1 و T_5 در تمام طرحهای تغذیه مصنوعی شد. سرعت نفوذ نهایی در تیمارهای T_1 و T_5 در طرح کهرویه ۰/۵۳ و ۷/۹، در طرح باغ سرخ ۱/۲ و ۱۲/۳ و در طرح کاچک ۰/۹۳ و ۶/۲ سانتیمتر در ساعت بدست آمد که نشانگر تفاوت

۱- کارشناس ارشد ۲- دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

قابل ملاحظه این تیمارها می‌باشد. اختلاف بین تیمارهای T_2، T_3 و T_4 اکثراً از نظر آماری معنی‌دار نبود. لذا می‌توان چنین استنباط کرد که اگرچه ذرات رس در بعضی از حوضچه‌های تغذیه مصنوعی مورد مطالعه تا بیش از ۴۰ سانتیمتر نفوذ کرده‌اند، اما مسئله انسداد تنها در ۱۰ سانتیمتر بالایی خاک بستر تأسیسات شدید می‌باشد. مطالعه حاضر نشان داد که نفوذ پذیری طرحها به کمتر از ۲۰ درصد مقادیر اولیه خود رسیده‌اند و لایروبی تا عمق ۱۵ سانتیمتری تنها توانسته حدود ۸۰-۷۰ درصد نفوذ اولیه این طرحها را بازیابی کند. بازیابی سرعت نفوذ دراثر لایروبی لایه سطحی استخرهای رسوبگیر نسبت به حوضچه‌های تغذیه قابل توجه بود.

مقدمه

در کشور ایران که در بخش خشک و نیمه خشک کره زمین قرار دارد، آب دارای اهمیت زیادی است. هم اکنون، تقاضای آب از امکانات منابع قابل استحصال تجاوز نموده و یا درحال گذر از این مرحله می‌باشد. بنابراین در آینده‌ای نه چندان دور، محدودیت منابع آب از ابعاد مختلف و از جمله برای تولید مواد غذایی، تولیدات صنعتی، تأمین آب شرب و بهداشتی، محیط زیست و حتی ابعاد سیاسی و اجتماعی، مشکلات متعددی را مطرح خواهد نمود.

یکی از اساسی‌ترین مسایل آب در جهان، توزیع جغرافیایی نامنظم منابع آب است. یکی دیگر از ویژگیهای اقلیمی مناطق خشک و نیمه خشک، علاوه بر کمبود نزولات جوی، نوسانات جریان رودخانه‌ای در طول زمان می‌باشد. معمولاً تولید آب در فصلهای زمستان و بهار که نیاز مصرف حداقل می‌باشد، حداکثر است و در فصل تابستان که نیاز مصرف بالاست تولید حداقل می‌باشد. لذا استفاده بهینه از منابع آبی موجود امری مهم و حیاتی است. این مهم ممکن است با احداث سدهای مخزنی، شبکه‌های مدرن آبیاری و زهکشی، احداث ایستگاههای پمپاژ و کنترل دقیق‌تر میزان برداشت به مورد اجرا گذاشته شود.

از طرف دیگر، در برخی نقاط وجود بارشهای با شدت نسبتاً زیاد در زمان کوتاه، موجب می‌شود که بخش عمدهٔ منابع آب سطحی بدون استفاده و به صورت رودخانه‌های فصلی از دسترس خارج شود. در این گونه مناطق در صورتی که شرایط محلی ایجاب نماید می‌توان با تغذیه مصنوعی از هدر رفتن آبها جلوگیری نموده و به وسیلهٔ چاهها و قناتها در زمان مناسب از آنها بهره‌برداری نمود.

براساس بررسی‌های انجام شده، در سال ۲۰۲۵ میلادی میزان سرانه منابع آب ایران که در سال ۱۹۹۰ معادل ۲۲۰۰ مترمکعب در سال بوده است، به رقمی بین ۷۲۶ تا ۸۶۰ مترمکعب تنزل می‌کند. براین اساس، ایران قبل از سال ۲۰۲۵ در زمره کشورهای مواجه با کمبود آب قلمداد می‌شود[۱۱].

متوسط بارندگی ایران ۲۵۰ میلیمتر است که حدود ۳۰٪ متوسط بارندگی جهان (۸۶۰ میلیمتر) و ۳۹٪ متوسط بارندگی آسیا(۶۴۵ میلیمتر) می‌باشد. علاوه برکم بودن میزان بارندگی سالانه، توزیع آن نیز بسیار نامناسب می‌باشد. لذا ذخیره سازی و حفظ منابع برای مواقع مصرف اجتناب ناپذیر می‌باشد . یکی از راههای ذخیره سازی، استفاده از مخازن زیرزمینی است که به لحاظ اقتصادی سرمایه گذاری کمتری را می‌طلبد.

تغذیه آبهای زیرزمینی به دو صورت طبیعی و مصنوعی امکان‌پذیر است. تغذیه طبیعی یک منطقه به صورت نفوذ آب حاصل از ریزشهای جوی به داخل زمین، نفوذ از طریق بستر انهار و رودخانه‌ها و یا از طریق جریانهای زیرزمینی صورت می‌گیرد. ازآنجاکه ذخیره آب عامل اصلی توسعه یک منطقه می‌باشد و ذخیره

طبیعی نمی‌تواند جوابگوی نیازها باشد، لذا تغذیه مصنوعی رونق گرفته است [۳، ۸، و ۲۲].

تغذیه مصنوعی، عبارت است از واردکردن آب به داخل یک سازند نفوذپذیر [۳ و ۲۰]. موفقیت یک پروژه تغذیه مصنوعی تابع معیارهای طراحی و نگهداری می‌باشد. بهترین محل برای اجرای طرحهای تغذیه مصنوعی، خاکهای درشت بافت، ابتدای آبرفتهای ماسه‌ای، خاکهای سنگلاخی، مناطق کارستی، مسیلهای با بستر شنی و مخروط افکنه رودخانه‌های فصلی می‌باشد [۱۵، ۱۶و ۲۱]. متأسفانه اکثر آبهای سطحی موجود و قابل دسترسی برای تغذیه مصنوعی دارای شدتهای زیاد (طغیانی) و مواد معلق قابل توجه می‌باشند. این آبها هنگامی که مستقیماً مورد استفاده قرار گیرند سریعاً باعث انسداد تأسیسات تغذیه می‌شوند [۱۴].

در ایران، تغذیه مصنوعی و ذخیره آب سطحی در زمینها با ساختن « بندسارها » و « دگارها » سابقه‌ای طولانی دارد. در شرایط حاضر از منابع آب زیرزمینی کشور حداکثر استفاده به عمل می‌آید به طوریکه به سبب برداشت اضافی از این منابع، در ۱۶۳ دشت کشور سطح آب زیرزمینی افت پیداکرده است و مشکلاتی را برای ادامه حیات کشاورزی و توسعه اقتصادی این نواحی فراهم آورده است [۱]. حداکثر آبی که می‌توان برای اجرای طرحهای تغذیه مصنوعی در حوزه‌های مرکزی، شمال شرق، جنوب شرق، شرق و جنوب کشور در نظر گرفت حدود ۳/۳ تا ۴/۸ میلیارد مترمکعب خواهد بود [۲].

مهمترین روشهای تغذیه مصنوعی شامل پخش سیلاب، استخرهای تغذیه، نهرهای تراز، گودالها، بستر اصلاح شده رودخانه‌ها، تغذیه واداری (القایی)، سدهای تأخیری و چاههای تغذیه است [۵، ۱۸ و ۱۹]. عمده‌ترین مشکل طرحهای تغذیه، ورود رسوبات به داخل سیستم‌های نفوذ است. مواد معلق موجود در آب تغذیه بطور وسیعی میزان تغذیه را تحت تأثیر قرار می‌دهند.این پدیده تحت عنوان انسداد[1] تعریف می‌شود. انسداد پدیده پیچیده‌ای است که به عوامل مختلفی چون غلظت مواد معلق، نسبت توزیع اندازهٔ ذرات معلق در آب به توزیع منافذ متوسط خاک، سرعت نفوذ اولیه، سرعت ته نشینی، خصوصیات فیزیکی خاک بستر تأسیسات تغذیه و عوامل بیولوژیکی و شیمیایی آب تغذیه بستگی دارد [۱۷ و ۲۳]. اندازه‌گیریهای فیزیکی نشان می‌دهد که ذرات ریز رس در مدت کارکرد اولیه حوضچه‌هابیشترین مقدار ممکن در داخل خاک نفوذ می‌کنند، اما بعداً براثر رسوبگذاری ذرات سیلت در کف حوضچه‌ها صافی معکوس تشکیل می‌شود و باعث کاهش سرعت نفوذ می‌گردد. بطورکلی روشهای مدیریتی رایج برای کاهش اثرات انسداد عبارتند از : اجرای مدیریتهای مرحله‌ای حوضچه[2] باتوجه به شرایط موجود، استفاده از مواد آلی، تمیزکردن و شخم زدن سطح حوضچه[3]، استفاده از صافیهای شنی یا مواد آلی، پیش‌پالایی و جلوگیری از ورود ذرات معلق توسط صافیهای گیاهی و خراش دادن کف حوضچه‌ها بین زمانهای بهره‌برداری از آنها.

پدیده کاهش نفوذپذیری تاکنون در هیچ یک از طرحهای تغذیه مصنوعی ایران مورد تحقیقات وسیع قرار نگرفته است. تنها گزارشهای ارائه شده مربوط به طرحهای گرمسار [۹] و رامشه و کهرویه [۱۰] است. در طرح ورامین و گرمسار، کاهش نفوذپذیری از ۴ متر در روز به ۲ متر در روز طی سه ماه آزمایش در ورامین و از ۳ به ۲ متر در روز در گرمسار گزارش شده است. موسوی و همکاران [۱۰] در مطالعهٔ رسوبگذاری استخرهای تغذیهٔ مصنوعی رامشه و کهرویه، کاهش سرعت نفوذ را از ۲ به ۰/۵ متر در روز درطی اولین دوره بهره‌برداری طرح

1 - *Clogging*

2 - *Basin stage management*

3 - *Surface cleaning and tillage*

رامشه و از ۱/۵ به متوسط ۰/۶ متر در روز در طرح کهرویه گزارش نموده‌اند.
هدف از تحقیق حاضر بازیابی سرعت نفوذ اولیه به روش لایروبی در سه طرح تغذیه مصنوعی اجرا شده در استان اصفهان (کهرویه، باغ سرخ و کاچک)است.

مواد و روشها

در راستای بررسی مشکلات طرحهای تغذیه مصنوعی اجرا شده در استان اصفهان، این تحقیق در تابستان ۱۳۷۶ به مرحلهٔ اجرا گذاشته شد. به دلیل افت زیاد سطح آب زیرزمینی در اثر تخلیه بیش از حد در حوضهٔ آبریز مرکزی (که با ۳۲/۶ میلیارد مترمکعب بیشترین تخلیهٔ سالانه را در بین حوزه‌های آبریز اصلی کشور دارا است [۱]) تعداد زیادی طرح تغذیهٔ مصنوعی در این مناطق برای کاهش اثرات سوء تخلیه اجرا شده است. این تحقیق در منطقهٔ شهرضا و در دو بخش آزمایشهای صحرایی و آزمایشگاهی انجام گرفت.

شهرستان شهرضا، در فاصله ۸۵ کیلومتری جنوب اصفهان واقع شده است که به دلیل نوع رژیم بارندگی، در بخش مهمی از سال با معضل کم آبی مواجه می‌باشد و بارشهای شدید و کوتاه مدتی نیز که در چند ماه از سال اتفاق می‌افتد، بصورت طغیانی بوده و حجم زیادی از آب حاصل از آنها هدر رفته و گاهی نیز به صورت سیلابهای فصلی باعث زیان و خسارت می‌شوند.

حوضهٔ آبریز ۲۰۰۰ کیلومتر مربعی شهرضا، از سرشاخه‌های حوضهٔ گاوخونی می‌باشد و شهر شهرضا در نقطهٔ خروجی آن واقع شده است. بدین جهت خطر سیل گرفتگی همواره این شهر و روستاهای اطراف را تهدید می‌کند [۴، ۶ و ۷].

در بدو شروع کشاورزی گسترده در منطقه، سطح آب زیرزمینی در عمق ۲۰ متری قرار داشته است و کلیه قناتها و چاههای نیمه عمیق با دبی مناسب نیازهای آبی منطقه را تأمین می‌کردند [۷]. اما بدلیل عدم رعایت حریم حفر چاه، و بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی، سطح ایستابی پائین رفته است. درحال حاضر، در دشت طالخونچه به طور متوسط سالانه حدود یک الی دو متر افت سطح ایستابی وجود دارد [۷].

با توجه به آمار طولانی مدت هواشناسی، میانگین بارندگی سالانهٔ منطقه در حدود ۱۲۰ میلیمتر و متوسط تبخیر سالانه حدود ۱۲۰۰ میلیمتر است. منطقه براساس روش گوسن جزء اقلیم نیمه بیابانی خفیف می‌باشد. جهت بهنگام ساختن منابع آبی و نیازهای موجود در منطقه، طرحهای متعدد تغذیهٔ مصنوعی شامل پخش سیلاب، حوضچه‌ها، کانالهای تغذیه و سدهای تأخیری - تغذیه‌ای در سالهای اخیر به اجرا درآمده است. طی مطالعات اولیه، سه طرح باغ سرخ، کهرویه و کاچک برای انجام آزمایشها انتخاب شدند.

طرح باغ سرخ در سال ۱۳۶۷ توسط سازمان جهاد سازندگی اصفهان به اجرا گذاشته شده است [۶]. محل اجرای این طرح در ۲۵ کیلومتری جنوب شهرضا و در فاصله ۵ کیلومتری جنوب غربی روستای باغ سرخ در سمت غرب رودخانه اسفرجان با مختصات جغرافیایی طول °۵۲ شرقی و عرض ′۴۹ °۳۱ شمالی به ارتفاع ۲۰۰۰ متر از سطح دریا و در بالادست قنوات باغ سرخ واقع شده است. اجزاء اصلی این طرح عبارتند از : بند انحرافی به طول ۵۰ متر، کانال انتقال آب به طول حدود ۲۰۰ متر، استخر رسوبگیر به ابعاد ۱۵۰ × ۵۰ متر، و ۵ حوضچه تغذیه به ابعاد ۱۵۰ × ۵۰ و عمق حدود ۳ متر.

طرح کهرویه در سال ۱۳۷۲ به وسیله سازمان آب منطقه‌ای اصفهان به اجرادرآمد [۴]. این طرح در ناحیه

جنوبی روستای سُلار در ساحل چپ رودخانه فصلی کهرویه و در مختصات جغرافیایی طول ′۵۶ °۵۱ شرقی و عرض ′۵۰ °۳۱ شمالی واقع شده است. هدف از اجرای این طرح استفاده از رواناب زمستانهٔ کهرویه جهت تقویت آبدهی قناتهای جنوب شهرضا می‌باشد. تأسیسات این طرح عبارتند از :بند انحرافی به طول ۴۰ متر، کانال انتقال آب به طول ۳۰۰ متر، حوضچه رسوبگیر به ابعاد ۱۷۰ × ۷۰ متر، و چهار استخر تغذیه هریک به ابعاد ۱۷۰ × ۷۰ متر و ارتفاع ۴ متر.

طرح کاچک در سال ۱۳۶۴ به وسیله اداره کل کشاورزی اصفهان به اجرا درآمد [۷]. این طرح در فاصله ۳۰ کیلومتری شمال غربی شهرضا و نزدیک روستای هفت یکی در سمت شمال رودخانه شور واقع شده است. هدف از اجرای این طرح بهره‌گیری از سیلابهای فصلی رودخانه شور جهت تقویت آب سفره‌های قسمتی از دشت طالخونچه می‌باشد. تأسیسات این طرح عبارتند از :بند انحرافی به طول ۴۶ متر، کانال انتقال آب به طول ۵۰ متر، استخر رسوبگیر به ابعاد ۱۵۰ × ۵۰متر و ۱۰ کانال تغذیه به طول ۵۰۰ - ۳۵۰ متر، عرض کف ۱۰ متر و عمق ۲/۵ متر که توسط سر ریزهای خشکه چینی و گابیونی به یکدیگر مرتبط شده‌اند.

آزمایشهای صحرایی در محل طرحهای فوق، به منظور اندازه‌گیری تغییرات سرعت نفوذ نسبت به زمان در حوضچه‌های رسوبگیر و تغذیه و کانالهای تغذیه، تعیین عمق مسدود شدگی و اثر عواملی نظیر دانه‌بندی مواد معلق برآنها انجام شد. برای بررسی تغییرات سرعت نفوذ در بستر حوضچه‌ها و یا کانالهای تغذیه و پس از برداشتن لایه رسوبی ته نشین شده، آزمایشهای نفوذ به روش استوانه‌های فلزی مضاعف در سه تکرار و بصورت کاملاً تصادفی در وسط تأسیسات تغذیه و در عرض آنها انجام گرفت. تیمارهای اندازه‌گیری سرعت نفوذ عبارتند از :

T_1 = آزمایش نفوذ برروی رسوبات ته نشین شده در بستر تأسیسات نفوذ

T_2 = آزمایش نفوذ برروی خاک کف تأسیسات (درحالتی که لایهٔ رسوب برداشته شده است)

T_3 = آزمایش نفوذ برروی خاک کف تأسیسات (درحالتی که لایهٔ رسوب و ۵ سانتیمتر از خاک زیرین برداشته شده است)

T_4 = آزمایش نفوذ برروی خاک کف تأسیسات (در حالتی که لایهٔ رسوب و ۱۰ سانتیمتر از خاک زیرین برداشته شده است)

T_5 = آزمایش نفوذ برروی خاک کف تأسیسات (در حالتی که لایهٔ رسوب و ۱۵ سانتیمتر از خاک زیرین برداشته شده است)

ضمناً یک آزمایش نفوذ (در سه تکرار) نیز در هر منطقه برروی خاک سطحی مجاور حوضچه‌های تغذیه انجام گرفت تا نفوذپذیری اولیهٔ طرحها تعیین گردد.

رطوبت اولیه نمونه‌های خاک برداشته شده از بستر تأسیسات نفوذ در عمقهای ۲۰-۰، ۴۰-۲۰، ۶۰-۴۰ و ۸۰-۶۰ سانتیمتری به طریق وزنی تعیین شد. رطوبت اولیه نمونه‌های خاک در طرحهای تغذیهٔ مصنوعی باغ سرخ، کهرویه و کاچک به ترتیب از ۳/۴۷-۱/۸، ۲/۸۷-۱ و ۹/۶۴-۱/۸۹ درصد بود.

آزمایش بصورت طرحهای متداخل[1] و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی پیاده شد. داده‌های حاصل از آزمایش مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

1 - Nested

مقایسه شدند. برای انجام محاسبات فوق از نرم‌افزار آماری اس-آ-اس[1] استفاده شد.

نتایج و بحث

الف) طرح تغذیه مصنوعی باغ سرخ

متوسط نفوذپذیری اولیه خاک این طرح حدود ۱۳/۵ سانتیمتر بر ساعت را نشان داد که در توافق با مطالعات قبلی می‌باشد [۶]. بافت خاک و رطوبت اولیه در جدول (۱) ارائه شده است. همانگونه که از این جدول قابل مشاهده است، خاک محل نسبتاً همگن و بافت لوم شنی است.

ب) طرح تغذیه مصنوعی کهرویه

خاک محل اجرای طرح تغذیه مصنوعی کهرویه بسیار ناهمگن و نفوذپذیری متفاوت بود. متوسط سرعت نفوذ حدود ۱۴ سانتیمتر بر ساعت محاسبه گردید. جدول (۲) دانه‌بندی و بافت خاک را نشان می‌دهد.

ج) طرح تغذیه مصنوعی کاچک

نتایج آزمایشهای بافت خاک در جدول (۳) نشان داده شده است. متوسط نفوذپذیری این طرح برابر ۷/۵ سانتیمتر در ساعت محاسبه گردید که در توافق با مقدار ۸/۵ سانتیمتر بر ساعت گزارش شده توسط سازمان کشاورزی [۷] بود.

جدول ۱- برخی مشخصات فیزیکی خاک طرح تغذیه مصنوعی باغ سرخ

عمق نمونه‌برداری (سانتیمتر)	دانه بندی		بافت خاک				رطوبت اولیه (درصد)
	درصد درشت دانه (> ۲ mm)	درصد ریزدانه (< ۲ mm)	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	کلاس بافت خاک	
۰ - ۲۰	۳۶	۶۴	۴۰	۲۹	۳۱	لوم رسی (CL)	۲/۴
۲۰ - ۴۰	۵۹	۴۱	۴۶	۱۸	۳۶	رسی شنی (SC)	۲/۸
۴۰ - ۶۰	۶۵	۳۵	۵۸	۱۱	۳۱	لوم رسی شنی (SCL)	۲/۳
۶۰ - ۸۰	۶۱	۳۹	۵۹	۱۱	۳۰	لوم رسی شنی (SCL)	۲/۴
۸۰ - ۱۰۰	۶۴	۳۶	۶۹	۱۱	۲۰	لوم شنی (SL)	۲/۴
۱۰۰ - ۱۲۰	۶۹	۳۱	۷۲	۹	۱۹	لوم شنی (SL)	۲/۵

1 - *Statistical Analysis System (SAS), 1993*

جدول ۲- برخی مشخصات فیزیکی خاک طرح تغذیه مصنوعی کهرویه

عمق نمونه‌برداری (سانتیمتر)	دانه بندی		بافت خاک				رطوبت اشباع (درصد)
	درصد درشت دانه (> ۲ mm)	درصد ریزدانه (< ۲ mm)	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	کلاس بافت خاک	
۰ - ۲۰	۴۵	۵۵	۵۸	۲۲	۲۰	لوم رسی شنی (SCL)	۱/۲
۲۰ - ۴۰	۶۵	۳۵	۷۰	۱۲	۱۸	لوم شنی (SL)	۱/۶
۴۰ - ۶۰	۶۳	۳۷	۷۶	۸	۱۶	لوم شنی (SL)	۲/۳
۶۰ - ۸۰	۶۲	۳۸	۸۰	۸	۱۲	لوم شنی (SL)	۱/۷
۸۰ - ۱۰۰	۶۵	۳۵	۸۰	۹	۱۱	لوم شنی (SL)	۱/۲
۱۰۰ - ۱۲۰	۷۷	۲۳	۷۸	۱۰	۱۲	لوم شنی (SL)	۲/۱

جدول ۳- برخی مشخصات فیزیکی خاک طرح تغذیه مصنوعی کاچک

عمق نمونه‌برداری (سانتیمتر)	دانه بندی		بافت خاک				رطوبت اشباع (درصد)
	درصد درشت دانه (> ۲ mm)	درصد ریزدانه (< ۲ mm)	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	کلاس بافت خاک	
۰ - ۲۰	۵۱	۴۹	۴۹	۱۴/۰۰	۳۷	رسی شنی (SC)	۱/۳۳
۲۰ - ۴۰	۶۷	۳۳	۶۹	۱۰	۲۱	لوم رسی شنی (SCL)	۰/۸۳
۴۰ - ۶۰	۶۸	۳۳	۷۱	۱۱	۱۹	لوم شنی (SL)	۱/۵۵
۶۰ - ۸۰	۷۹	۲۱	۷۶	۸	۱۶	شنی لومی (LS)	۱/۶۵
۸۰ - ۱۰۰	۷۳	۲۷	۷۷	۶	۱۷	شنی لومی (LS)	۳/۳۰
۱۰۰ - ۱۲۰	۷۵	۲۵	۸۰	۴	۱۶	شنی لومی (LS)	۳/۴

آزمایشهای تعیین مشخصات رسوبات بستر تأسیسات تغذیه مصنوعی مورد مطالعه نشان داد که ته‌نشینی رسوبات تقریباً از قانون ثابتی پیروی می‌کند. جداول (۴) تا (۶) روند پخش رسوبات در تأسیسات تغذیه طرحهای باغ سرخ، کهرویه و کاچک را نشان می‌دهند. به نظر می‌رسد که با افزایش فاصله از ابتدای سیستم حوضچه رسوبگیر درصد رسوبات ریزدانه، بخصوص رس، افزایش می‌یابد که این امر را می‌توان به دو نیروی اصلی در ته نشینی ذرات یعنی نیروهای جنبشی آب و وزن ذرات نسبت داد.

جدول ۴- مشخصات رسوبات طرح تغذیه مصنوعی باغ سرخ

مشخصات / موقعیت حوضچه	درصدرس	درصدسیلت ریز**	درصدسیلت درشت***	درصدماسه	کلاس‌بافت رسوبات	عمق‌متوسط‌رسوبات (سانتیمتر)
رسوبگیر (بخش اول*)	۳۹	۷	۴۰	۱۴	رس سیلتی (SC)	۱۸
رسوبگیر (بخش سوم)	۵۱	۹	۳۹	۱	رس سیلتی (SC)	۱۶
تغذیه اول	۷۱	۱۱	۱۹	۱	رسی (C)	۷/۵
تغذیه دوم	۶۵	۱۵	۱۶	۰	رسی (C)	۳/۰
تغذیه سوم	۷۲	۱۳	۱۵	۰	رسی (C)	۱/۵
تغذیه چهارم	۷۳	۱۲	۱۵	۰	رسی (C)	ناچیز

* حوضچه‌های رسوبگیر طرحهای مورد مطالعه توسط دیواره‌های عرضی به بخشهای مختلفی تقسیم شده است. این عمل مسیر حرکت آب و رسوب را زیاد کرده و ته نشینی رسوبات درشت دانه را تسریع می‌کند.

** ظیف اندازه ذرات سیلت ریز از ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۲ میلی‌متر می‌باشد.

*** ظیف اندازه ذرات سیلت درشت از ۰/۰۲ تا ۰/۰۵ میلی‌متر می‌باشد.

جدول ۵- مشخصات رسوبات طرح تغذیه مصنوعی کهرویه

مشخصات / موقعیت حوضچه	درصدرس	درصدسیلت ریز**	درصدسیلت درشت***	درصدماسه	کلاس‌بافت رسوبات	عمق‌متوسط‌رسوبات (سانتیمتر)
رسوبگیر (بخش اول)	۴۹	۷	۳۸	۶	رس سیلتی (SC)	۲۰
رسوبگیر (بخش سوم)	۵۸	۱۰	۲۸	۴	رسی (C)	۱۵
تغذیه اول	۶۰	۱۰	۲۷	۳	رسی (C)	۳
تغذیه دوم	۶۰	۹	۲۹	۲	رسی (C)	۱/۵
تغذیه سوم	۶۶	۱۲	۲۱	۱	رسی (C)	ناچیز

جدول ۶- مشخصات رسوبات طرح تغذیه مصنوعی کاچک

مشخصات / موقعیت حوضچه یا نهر	درصد رس	درصد سیلت ریز**	درصد سیلت درشت***	درصد ماسه	کلاس بافت رسوبات	عمق متوسط رسوبات (سانتیمتر)
رسوبگیر	۴۲	۷	۴۱	۸	رس سیلتی (SC)	۱۵*
نهر دوم	۴۶	۸	۴۰	۶	رس سیلتی (SC)	۲۸
نهر سوم	۵۲	۸	۳۵	۵	رس سیلتی (SC)	۲۵
نهر پنجم	۵۴	۱۰	۳۱	۵	رس سیلتی (SC)	۲۳
نهر هفتم	۶۰	۱۰	۲۶	۴	رسی (C)	۱۴
نهر نهم	۶۳	۱۱	۲۳	۳	رسی (C)	۱۰
نهر دهم	۶۵	۱۲	۲۰	۳	رس سیلتی (SC)	۵

* حوضچه رسوبگیر لایروبی شده بود.

عامل سومی که تا حدودی می‌تواند برروی ته‌نشینی ذرات معلق تأثیر داشته باشد سرعت نفوذ بستر تأسیسات تغذیه است. در ابتدای آبگیری، این سرعت زیاد بوده و باعث رسوبگذاری مقادیر زیادی از مواد معلق می‌گردد. اما با گذشت زمان، این سرعت کاهش قابل ملاحظه‌ای یافته و با تشکیل فیلتر معکوس، ته نشینی ذرات ریزتر کند می‌شود و این ذرات به حوضچه‌های بعدی انتقال می‌یابند.

آنالیز بافت خاک بستر تأسیسات نشان داد که مواد معلق تا اعماق متفاوتی در بخشهای مختلف تأسیسات نفوذی رخنه کرده‌اند. در حوضچه‌های رسوبگیر به دلیل تشکیل صافی معکوس، ذرات رس نتوانسته‌اند به اعماق خیلی پائین نفوذ کنند. اما در حوضچه‌های تغذیه ذرات به اعماق پائین و گاهاً بیش از ۴۰ سانتیمتر نفوذ کرده‌اند. شوه [۲۲] نشان داد که در یک دوره کوتاه مدت آبگیری، ذرات رس تا عمق ۲۳ سانتیمتری خاک ماسه‌ای بستر تأسیسات نفوذ می‌کنند. گوس و همکاران [نقل از ۲۲] عمق نفوذ رس را در خاکهای لوم رسی ۱۵ سانتیمتر گزارش نمودند. در صورتیکه کوونی و همکاران [نقل از ۲۲] عمق نفوذ رسوبات را بیشتر از ۴۰ سانتیمتر برای خاک با منافذ بزرگ گزارش کرده‌اند. اختلاف در گزارشهای فوق‌الذکر را می‌توان به تفاوت در بافت خاک نسبت داد.

در طرح‌های حاضر، نفوذ ذرات رس به اعماق پائین باعث کاهش شدید نفوذپذیری این تأسیسات شد. متوسط سرعت نهایی نفوذ و نفوذ تجمعی محاسبه شده در جدول (۷) ارائه گردیده است. همانطور که مشاهده می‌شود سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی با افزایش عمق لایروبی در هر حوضچه (نهر) افزایش می‌یابد.

همانطور که قبلاً ذکر شد با وجود تمام تدابیر لازم جهت جلوگیری از ورود مواد معلق به داخل تأسیسات

جدول ۷- میانگین سرعت نفوذ نهایی (سانتیمتر بر ساعت) و نفوذ تجمعی (سانتیمتر) تیمارهای مختلف (T_1 تا T_5) در طرحهای تغذیه مصنوعی مورد مطالعه

ضرح	حوضچه	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
	رسوبگیر(بخش اول)	۱/۲۲*	۲/۵۴	۳/۲۲	۱۰/۸۷	۱۲/۳۰
		۵/۷**	۱۰/۵	۱۲/۹	۴۱/۱	۴۴/۳
	تغذیه اول	۱/۳۸	۱/۸۷	۳/۰۴	۷/۴۵	۹/۷۴
		۶/۰۱	۷/۸	۱۳/۲۰	۲۶/۵	۳۴/۷
	تغذیه دوم	۴/۴۹	۵/۸۹	۷/۱۹	۹/۱۵	۱۰/۶
		۱۵/۱۴	۲۲/۵	۳۲/۲	۴۰/۷	۴۵/۶
	تغذیه سوم	۳/۸۹	۵/۵۲	۷/۰۰	۸/۲۱	۸/۲۸
		۱۲/۱	۲۳/۸	۳۳/۳	۳۴/۴۸	۳۳/۲۳
	تغذیه چهارم	۴/۶۷	۵/۲۶	۵/۴۵	۶/۳۰	۸/۲۳
		۱۹/۹۱	۲۴/۸۰	۲۲/۸۰	۲۵/۲۳	۲۹/۴۵
	رسوبگیر(بخش اول)	۰/۵۳	۳/۳۹	۴/۲۹	۵/۲۴	۷/۹۰
		۴/۲۰	۱۲/۱۰	۱۵/۶۰	۲۳/۴	۳۶/۳
	رسوبگیر(بخش سوم)	۵/۶۱	۴/۱۳	۴/۷۵	۵/۴۰	۷/۸۰
		۴/۱	۱۸/۶	۲۲/۷۰	۲۸/۳	۳۵/۳
	تغذیه اول	۳/۷۸	۵/۰۲	۵/۰۶	۵/۵۴	۷/۴۷
		۱۵/۴	۱۹/۳	۲۳/۵	۲۶/۶۰	۳۱/۹۵
	تغذیه دوم	۴/۴۲	۴/۹۵	۵/۵۲	۷/۴۳	۷/۳۲
		۲۰/۸	۲۴/۱	۲۳/۹	۲۸/۶	۳۳/۸
	تغذیه سوم	۳/۷۹	۶/۰۷	۷/۴۱	۷/۷۶	۹/۰۸
		۱۵/۳	۲۰/۷	۲۹/۸	۳۵	۳۹/۷
	نهر اول	۰/۹۳	۲/۴۱	۴/۴۸	۵/۰۷	۶/۲۰
		۶/۱	۸/۹	۱۶/۹	۱۷/۴	۲۲/۷
	نهر سوم	۱/۰۵	۲/۳۴	۴/۸۲	۵/۵۴	۵/۹۳
		۵/۱	۹/۳۰	۱۸	۱۹/۵	۲۰/۵
	نهر پنجم	۱/۵۵	۲/۵۶	۳/۶۶	۴/۳۴	۵/۸۰
		۸	۹/۴	۱۴	۱۷/۷	۲۱/۸
	نهر هفتم	۱/۰۹	۲/۶۴	۲/۵۳	۳/۹۵	۵/۱۸۵
		۶/۲	۱۰/۳	۱۱/۶	۲۰	۲۰/۷
	نهر نهم	۱/۶۰۰	۳/۰۲	۳/۵۹	۴/۸۰	۵/۲۲
		۹/۸	۱۷/۵	۱۶/۴	۲۴	۲۱/۵

* سرعت نفوذ ** نفوذ تجمعی

تغذیه، رسوبات وارد این تأسیسات شده و با ته‌نشینی و نفوذ عمقی در بستر آنها باعث کاهش نفوذپذیری می‌شوند. از این رو از برداشت قشر رسوب ته‌نشین شده، اغلب به عنوان بهترین روش کنترل پدیده انسداد یاد می‌شود. تحقیقاتی نیز در این مورد انجام شده [۱۲، ۱۳ و ۲۱] اما هیچکدام به طور مشخص عمق لایروبی را تعیین نکرده‌اند.

در این تحقیق، به منظور بررسی تأثیر لایروبی رسوب ته‌نشین شده به اضافهٔ اعماق مختلف ۵ تا ۱۵ سانتیمتری خاک به عنوان یک راه‌حل برای کنترل پدیده انسداد، آزمایشهای نفوذ با پنج تیمار و سه تکرار در هر یک از طرحهای مورد مطالعه انجام گرفت.

الف) طرح تغذیه مصنوعی کهرویه

جدول (۸) میانگین‌های سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی این طرح را نشان می‌دهد. نفوذ تجمعی پس از ۳ ساعت آزمایش نفوذ محاسبه شده است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین و بیشترین مقادیر سرعت نفوذ و نفوذتجمعی به ترتیب به بخش اول حوضچه رسوبگیر و حوضچه تغذیه سوم تعلق داشته و این اختلاف معنی‌دار می‌باشد. حال آنکه در تمام تیمارها، بخشهای اول و سوم رسوبگیر اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. اختلاف سرعت نفوذ در حوضچه تغذیه اول و بخش سوم حوضچه رسوبگیر معنی‌دار نبود (جدول ۸)، در صورتی که ضخامت رسوب ته نشست شده بخش سوم حوضچه رسوبگیر ۱۵ سانتیمتر و در حوضچه تغذیه اول فقط ۳ سانتیمتر بود. دلیل این امر را شاید بتوان چنین بیان کرد که حوضچه تغذیه اول بطور مؤثری دچار انسداد شده و با لایروبی رسوب و یا برداشتن خاک زیر رسوب نیز نتوانسته سرعت نفوذ خود را بطور چشمگیری افزایش دهد، در صورتیکه در بخش سوم حوضچه رسوبگیر به دلیل تشکیل صافی معکوس از نفوذ ذرات ریز به اعماق پایین جلوگیری کرده و فقط با برداشت رسوب سطحی سرعت نفوذ خود را به سرعت نفوذ اعماق متناسب با آن در حوضچه تغذیه اول رسانده است.

مقایسه میانگین‌های سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی طرح کهرویه نشان داد که به غیراز تیمارهای T_1 و T_5 بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری باهم ندارند. بطورکلی، در این طرح مشخص شد که برداشتن قشر رسوب و ۱۵ سانتیمتر خاک زیر آن می‌تواند سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی را به طور معنی‌داری بهبود بخشد. اگرچه اختلاف بین تیمارهای T_2، T_3 و T_4 از نظر آماری معنی‌دار نبود، با این حال دراین مورد نیز روند افزایشی مشاهده گردید.

ب) طرح تغذیه مصنوعی باغ سرخ

این طرح تا زمان انجام آزمایش حداقل سه دوره مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. لذا قشر نسبتاً ضخیمی از رسوبات در حوضچه رسوبگیر و حوضچه تغذیه اول وجود داشت و لایه نازکی از رسوبات ریزدانه بستر سایر حوضچه‌ها را پوشانده بود. گرچه متوسط عمق رسوب دربخش دوم حوضچه رسوبگیر بیش از ۱۶ سانتیمتر است، اما میانگین کل سرعت نفوذ آن بیش از حوضچه‌های تغذیه اول و چهارم است (جدول ۸). حوضچه‌های تغذیه اول و دوم به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار میانگین سرعت نفوذ را به خود اختصاص داده و این اختلاف معنی‌دار می‌باشد. سایر حوضچه‌ها از این لحاظ اختلاف معنی‌داری نداشتند. هرچند که حوضچه تغذیه چهارم از نظر سرعت نفوذ به واسطه کاهش مقدار رسوبگذاری، ظاهراً بایستی

بیشترین مقدار را به خود اختصاص دهد، احتمالاً بالاتربودن سرعت نفوذ در حوضچه دوم را می‌توان به کاهش درصد رس حوضچه مذکور نسبت داد. تغییرات نفوذ تجمعی روندی مشابه تغییرات سرعت نفوذ داشت.

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی تأسیسات نفوذی طرحهای تغذیه مصنوعی مورد مطالعه*

طرح	تأسیسات نفوذی	سرعت نفوذ (Cm / h)	نفوذ تجمعی (Cm)
کهریزه	رسوبگیر (بخش اول)	۴/۲۷ d	۱۸/۳۱ c
	رسوبگیر (بخش سوم)	۴/۵۲ cd	۲۱/۷۹ bc
	تغذیه (اول)	۵/۳۷ bc	۲۳/۳۶ abc
	تغذیه (دوم)	۵/۹۳ b	۲۶/۴۰ ab
	تغذیه (سوم)	۶/۸۲ a	۲۸/۱۱ a
زاغ سرخ	رسوبگیر (بخش اول)	۶/۰۳ b	۲۲/۸۹ c
	تغذیه (اول)	۴/۷۰ c	۱۷/۶۳ d
	تغذیه (دوم)	۷/۴۶ a	۳۱/۳۴ a
	تغذیه (سوم)	۶/۵۸ b	۲۷/۵۳ ab
	تغذیه (چهارم)	۵/۹۸ b	۲۴/۴۵ bc
کاجک	نهر شماره یک	۳/۸۲ a	۱۴/۴۱ b
	نهر شماره دوم	۳/۹۴ a	۱۴/۴۷ b
	نهر شماره پنجم	۳/۵۸ ab	۱۴/۲۲ b
	نهر شماره هفتم	۳/۰۸ b	۱۳/۸۱ b
	نهر شماره نهم	۳/۶۲ ab	۱۷/۸۷ a

*در ستون هرطرح، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشابه باشند اختلاف معنی‌داری ندارند(آزمون دانکن در سطح ۵٪)

لایروبی عمق ۱۵ سانتیمتری در حوضچه‌های تغذیه نتوانسته بطور مؤثری سرعت نفوذ را بازیابی کند چراکه سرعت نفوذ در عمق ۱۵ سانتیمتری بخش دوم حوضچه رسوبگیر ۱۲/۳ سانتیمتر برساعت بود در حالیکه این رقم در استخرهای تغذیه پایین‌تر بود. دراینجا براحتی می‌توان گفت که صافی معکوس از انسداد

لایه‌های پایین جلوگیری کرده درحالیکه در استخرهای تغذیه بدلیل افزایش ناگهانی ذرات ریز، اعماق پائین‌تر نیز آلوده شده‌اند.

مقایسه میانگین‌های سرعت نفوذ، مشابه روند طرح کهرویه بود و در این طرح نیز اگرچه اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای T_4 و T_5 در کلیه حوضچه‌ها مشاهده نشد، اما با افزایش عمق لایروبی، سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی افزایش یافته و شاید اگر لایروبی تا اعماق بیشتری انجام می‌گرفت اختلاف چشمگیری با عمق ۱۰ سانتیمتری نشان می‌داد. لازم به ذکر است، که استخر رسوبگیر لایروبی شده است.

ج) طرح تغذیه مصنوعی کاچک

دراین طرح به دلیل کارکرد طولانی، بستر تمام نهرها توسط لایه نسبتاً ضخیمی از رسوب (۵ تا ۲۸ سانتیمتر) پوشیده شده است. متوسط ضخامت لایه رسوبی نهر اول بیشتر از سایر نهرها می‌باشد، اما میانگین کل سرعتهای نفوذ تیمارها در این نهر بیشتر از نهرهای پنجم، هفتم و نهم بود که شاید به دلیل پدیده صافی معکوس در نهر اول و نفوذ عمقی ذرات ریز رس در نهرهای بعدی باشد. تجزیه و تحلیل نفوذ تجمعی نشان داد که نهر نهم اختلاف معنی‌داری با تمام نهرها دارد و اختلافی بین سایر نهرها مشاهده نشد. دراین طرح نیز تنها تیمار T_5 اختلاف معنی‌داری با تیمارهای T_1 و T_2 و در بعضی نهرها با T_3 نشان داده و تیمارهای T_1، T_2، T_3 و T_4 اختلاف زیادی باهم نداشتند. نتایج آزمایشهای سرعت نفوذ نشان داد که ذرات ریز سیلت و رس به لایه‌های زیرین رسوخ کرده‌اند و برداشت آنها سبب بهبود نفوذپذیری می‌گردد.

بطورکلی مقایسه میانگین‌های سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی نشان داد که اگرچه ذرات رس در بعضی تأسیسات تغذیه مصنوعی مورد مطالعه تا بیش از ۴۰ سانتیمتر نفوذ کرده‌اند، اما مسئله انسداد تنها در ۱۰ سانتیمتر اول خاک بستر حوضچه‌ها یا نهرها شدید است. لذا برای بازیابی نفوذ اولیه به میزان قابل توجه باید رسوبات ته نشین شده همراه با این لایه برداشته شود. در طرح کهرویه، برداشتن این لایه باعث افزایش سرعت نفوذ به میزان ۶۰-۵۵ درصد، طرح باغ سرخ ۸۵-۷۵ درصد و طرح کاچک ۷۰-۶۵ درصد شده است.

مطالعه حاضر همچنین نشان داد که نفوذپذیری طرحها به کمتر از ۲۰ درصد مقادیر اولیه خود رسیده‌اند و لایروبی تا عمق ۱۵ سانتیمتری تنها توانسته حدود ۸۰ - ۷۰ درصد نفوذ اولیه این طرحها را بازیابی کند. ال-موتار و همکاران [۱۲] نشان دادند که لایروبی می‌تواند تا ۹۰ درصد بازده تغذیه را افزایش دهد، اما ایشان عمق لایروبی را ذکر نکرده‌اند. همچنین مطالعات شوه [۲۲] نشان داده که اگرچه گرفتگی ممکن است تا عمق ۳۸ سانتیمتری اتفاق افتد، اما بیشترین منطقه انسداد، لایه‌های سطحی می‌باشند که بایستی جهت بازیابی نفوذ اولیه برداشته شوند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

آزمایشهای نفوذ طرحهای مورد مطالعه نشان داد که میزان انسداد در قسمتهای مختلف متفاوت بوده و از بیشتر از ۴۰ سانتیمتر در تأسیسات نفوذی تا کمتر از ۱۰ سانتیمتر در استخر رسوبگیر متغیر می‌باشد. همچنین میزان انسداد به اندازه ذرات معلق در آب و غلظت آن، اندازه منافذ خاک و سرعت نفوذ بستگی داشت. با افزایش عمق لایروبی، سرعت نفوذ افزایش یافت هرچند که از نظر آماری تفاوتی بین تیمارهای T_2 با T_3 و T_4

با T_5 دیده نشد ولی در مورد تیمار T_5 با تیمارهای T_1 ، T_2 و T_3 این تفاوت معنی‌دار بود. این روند حاکی از آن است که تا لایهٔ ۱۰ سانتیمتری زیر رسوب، پدیده مسدود شدگی به طور مؤثری رخ داده و باعث کاهش هدایت هیدرولیکی شده و لایه‌های زیرین کمتر آلوده شده‌اند. از طرف دیگر این نکته مشخص گردید که اگرچه ممکن است عمق انسداد خیلی زیاد باشد اما لایروبی لایه‌های سطحی برای بازیابی مؤثر نفوذ، کافی خواهد بود.

نظر به اینکه کشور ما در منطقه خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد و باتوجه به برداشت بیش از حد مجاز از منابع آب زیرزمینی و کسری مخازن، بایستی گامهای اساسی زیر دراین راستا برداشته شود :

۱ - توسعه اطلاعات پایه مناطق خشک و نیمه خشک برای تجزیه و تحلیل فن‌آوری تغذیه.

۲ - توسعه و شبیه سازی مدلهای مختلف تغذیه که می‌تواند در طراحی تأسیسات مختلف تغذیه،انتخاب ابعاد مناسب آنها و پارامترهای مخصوص محل تغذیه مورد استفاده قرار گیرد.

۳ - توسعه روشهایی جهت استحصال آب حاصل از ذوب برف و تأمین آب باکیفیت خوب.

۴ - ارزیابی مراحل تغذیه طبیعی و روشهای بهبود آن در مناطق خشک و نیمه خشک.

۵ - ارزیابی پتانسیل آلودگی آبهای زیرزمینی ناشی از مدیریت ضعیف پروژه‌های تغذیه مصنوعی.

۶ - بررسی اثر استفاده از مواد آلی در بستر تأسیسات نفوذی به عنوان روشی جهت کنترل پدیده انسداد.

۷ - بررسی اثرات فاضلابهای شهری و صنعتی نیمه تصفیه شده به عنوان منبعی جهت تغذیه دراطراف شهرهای‌بزرگ.

مراجع

۱ - برزگر ریحانی، م. ۱۳۷۶. کنترل رواناب سطحی از طریق نفوذ زیرسطحی آب رگبارها. (ترجمه). بولتن وضعیت منابع آب کشور. شماره ۱۴. ص ۱۲۸-۱۱۹.

۲ - برهمن، ف . ۱۳۷۵. بررسی امکانات منابع آب کشور به منظور تخصیص برای اجرای طرحهای تغذیه مصنوعی. مجله آب و توسعه، شماره ۱۲. وزارت نیرو. ص ۵۰-۴۸.

۳ - بیز، ژ.، ل. بورگه. و ژ. لوموان (حیدرپور، ج.، مترجم). ۱۳۶۹. تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. ۲۲۶ صفحه.

۴ - سازمان آب منطقه‌ای اصفهان. ۱۳۷۱. گزارش طرح تغذیه مصنوعی رودخانه کهرویه. ۱۰۰ صفحه.

۵ - سازمان تحقیقات منابع آب (تماب). ۱۳۷۳. طرح تیپ پیشنهادی تغذیه مصنوعی. ۲۰ صفحه.

۶ - سازمان جهاد سازندگی استان اصفهان. ۱۳۶۹. گزارش طرح تغذیه مصنوعی باغ سرخ شهرضا. ۱۲۰ صفحه.

۷ - سازمان کل کشاورزی استان اصفهان. ۱۳۶۴. گزارش طرح تغذیه مصنوعی کاچک. ۸۵ صفحه.

۸ - کردوانی، پ. ۱۳۷۴. ژئوهیدرولوژی. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۵۹ صفحه.

۹ - کوثر، آ. ۱۳۶۴. کاربرد روشهای گسترش سیلاب در تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی. مجله زیتون. شماره‌های ۴۶ و ۴۷. ص ۲۳-۲۰ و ص ۱۹-۱۶.

۱۰ - موسوی، ف.، ع. بصیرپور و ب. مصطفی‌زاده. ۱۳۷۷. بررسی صحرائی و آزمایشگاهی تغییرات

سرعت نفوذ آب به خاک دراثر مواد معلق موجود در آب در طرحهای تغذیه مصنوعی. مجله علوم کشاورزی ایران (در دست چاپ).

۱۱ - وکیلی، ع. ۱۳۷۵. سخنرانی های کلیدی در گردهمایی اقتصاد آب. مجله آب و توسعه. شماره ۱۵. ص ۱۸-۱۳.

12 - Al-Muttair, F.F., U. Sendil and A.S. Al - Turbak. 1994. Management of recharge dams in Saudi Arabia. ASCE, J. Water Resour. Plan. and Manag. 120(6) : 749 - 763 .

13 - Arasteh, P.D. and S.R. Vahhadj. 1997. Simulation of groundwater flow in an artificial recharge system. Proc. 8th International Conference on Rainwater Catchment Systems, Tehran, Iran, pp. 249 - 257 .

14 - Behnke, J.J. 1969. Clogging in surface spreading operations for artificial groundwater recharge. Water Resour. Res. 5(4) : 870 - 876 .

15 - Berger, D.L. 1992. Ground - water recharge through active sand dunes in northwestern Nevada. Water Resour. Bull. 28(5) : 959 - 965 .

16 - Hendrickx, J.M.H., A.S. Khan, M.H. Bannink, D. Birch and C. Kidd. 1991. Numerical analysis of groundwater recharge through stony soils using limited data. J. Hydrol. 127 : 173 - 192 .

17 - Jones, O.R., D.W. Goss and A.D. Schneider. 1981. Management of recharge basins on the southern High Plains. Trans. ASAE 24(4) : 977 - 980 , 987 .

18 - Raeisi, E. and F. Koohyan Afzal. 1997. Evaluation of Idje artificial groundwater recharge project, Estahban, Iran. Proc. 8th International Confernce on Rainwater Catchment Systems, Tehran, Iran, pp. 207 - 219 .

19 - Rahman, M.D.A., E.T. Smerdon and E.A. Hiler. 1969. Effect of sediment concentration on well recharge in a fine sand aquifer. Water Resour. Res. 5(3) : 641 - 646 .

20 - Rebhun, M. and J. Schwarz. 1968. Clogging and contamination processes in recharge wells. Water Resour. Res. 4(6) : 1207 - 1217 .

21 - Reid, M.E. and S.J. Dreiss. 1990. Modeling the effects of unsaturated, stratified sediments on groundwater recharge from intermittent streams. J. Hydrol. 114 : 149 - 174 .

22 - Schuh, W.M. 1990. Seasonal variation of clogging of an artificial recharge basin in a northern climate. J. Hydrol. 121 : 193 - 215 .

23 - Zomorodi, K. 1990. Optimal artificial recharge in intermittent multibasin system. ASCE, J. Water Resour. Plan. and Manag. 116(5) : 639 - 651 .

Possible Renovation of Initial Infiltration Rate of Artificial Recharge Projects by Scraping Spreading Basins

Vafa Rezai and Sayed-Farhad Mousavi

MSc. and Assoc. Prof., college of Agriculture, Isfahan University of Technology

Abstract

One of the important aspects of sustainable development of water resources is artificial recharge of ground water. A limiting factor in developing artificial recharge, particularly of those designs carried out in arid and semi-arid regions, is clogging of infiltration basins, which affects the efficiency of recharge. In order to renovate the preliminary infiltration rate by scraping, a study was conducted in three artificial recharge sites of Kohrouyeh, Bagh-Sorkh and Kachak (in Isfahan province) in 1997. The study was conducted both at field and laboratory levels. The experimental design for field studies was completely randomized design with a nested layout.

The treatments were : measuring infiltration on deposited sediment layer (T1), after scraping of sediment (T2) , scraping of sediment and 5 cm of soil (T3) , scraping of sediment and 10 cm of soil (T4) and scraping of sediment and 15 cm of soil (T5). Each treatment was replicated three times. In laboratory section, initial moisture content and soil texture was determined to the depth of 120 cm. The results showed that the further the distance from the beginning of the recharge system, the higher the percent of fine particles, specially clay, would be. Texture of the basins revealed that in desilting basins, because of forming filter cake, clay particles have not penetrated to lower depths, while in recharge basins, have penetrated to lower depths of up to 40 cm.

Application of various scraping depths increarsed significantly the final infiltration rate and cumulative infiltration for T5 as compared to T1 treatment for all recharge basins. Final infiltration rates for T1 and T5 treatments for Kohrouyeh, Bagh-Sorkh and Kachak sites were 0.35, 7.9 ; 1.2, 12.3 ; 0.93 and 6.2 cm/hr, respectively, which indicates a considerable difference. Infiltration rates of T2 , T5 and T4 treatments were not significantly different. For this reason, it could be concluded that clogging problem seems to be serious only in the upper 10 cm of soil.

The results of this study revealed that the permeability of the recharge basins or canals have reached to 20% of the original values and that scraping 15 cm of top layer could only renovate 70 to 80% of the infiltration capacity. Renovation of infiltration rate in desilting basins was higher than the rates obtained for recharge basins.