



مکانیابی نواحی مستعد جهت اجرای طرح‌های تغذیه مصنوعی آبخوان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی: مطالعه موردی دشت هشتگرد

محمود محمد رضا پور طبری^۱، مسعود مرسلی^۲، حمیده نوری^۳

۱- دانشجوی دکتری عمران-آب، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۲- کارشناس ارشد هیدروژئولوژی، دانشگاه شهید بهشتی

۳- دانشجوی دکتری مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه تهران

mrtabari@yahoo.com

خلاصه

اصولاً سفره آب زیرزمینی را می‌توان به عنوان یک مخزن طبیعی جهت ذخیره آب‌های سطحی مورد استفاده قرار داد. بدین صورت که آب‌های جاری سطحی در دوره‌های مرطوب را با استفاده از روش‌های مختلف وارد آبخوان نموده و در دوره‌های خشک که نیاز آبی افزایش می‌یابد مورد بهره‌برداری قرار داد. در کشور، اجرای طرح‌های تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی در مناطقی همچون ورامین، قزوین، خرم‌دره و ... به مرحله اجرا رسیده است. در این مطالعه، دشت هشتگرد و نظرآباد واقع در ناحیه غربی شهرستان کرج در استان تهران مورد بررسی قرار گرفته‌اند. افزایش روزافزون بهره‌برداری از منابع آب‌های زیرزمینی و محدودیت منابع تغذیه‌کننده در دشت هشتگرد، سبب افت تراز سطح آب سفره زیرزمینی شده است. در این راستا به منظور جبران قسمتی از این افت بایستی اقدام به کاهش میزان بهره‌برداری و یا افزایش میزان تغذیه آبخوان نمود. اجرای پروژه‌های تغذیه مصنوعی یکی از روش‌هایی است که می‌تواند با استفاده از سیلاب‌ها و مازاد آب‌های بلا استفاده در فصول غیر زراعی قسمتی از افت حاصله را جبران نماید. در این مطالعه با بررسی خصوصیات هیدروژئولوژیکی و هیدروژئوشیمی آبخوان، عوامل مؤثر در تغذیه مصنوعی دشت معرفی و وارد نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌گردند. معیارهای در نظر گرفته شده جهت تعیین مناطق مستعد تغذیه مصنوعی عبارتند از: خصوصیات ضخامت آبرفت، ضخامت اشباع آبخوان، ضرایب هیدرودینامیکی، عمق برخورد به سطح آب، هدایت الکتریکی آب، جهت جریان آب‌های زیرزمینی، مناطق تغذیه و تخلیه آبخوان، افت سطح ایستایی، موقعیت چاه‌های بهره‌برداری، گرادیان هیدرولیکی آب زیرزمینی، توپوگرافی، منابع آب سطحی، آورد رودخانه‌ها و ... می‌باشند. بازه تغییرات معیارهای انتخابی برای هر دشت متفاوت بوده و با توجه به پتانسیل‌های موجود در آن دشت تعریف می‌گردد. با ارائه لایه‌های اطلاعاتی وابسته در معیارهای فوق به نرم‌افزار Arc GIS و آنالیز مکانی آن‌ها توسط برنامه، مناطقی که تمامی شرایط معیارهای ارائه شده را دارا می‌باشند، جهت اجرای طرح‌های تغذیه مصنوعی تعیین می‌گردد. در نهایت مناسب‌ترین روش تغذیه مصنوعی با توجه به خصوصیات مکان‌های انتخاب شده، معرفی می‌شوند. روند بررسی شده برای دشت هشتگرد قابل تعمیم به تمامی دشت‌ها می‌باشد.

کلمات کلیدی: تغذیه مصنوعی، آبخوان، آب‌های زیرزمینی، دشت هشتگرد، سیستم اطلاعات جغرافیایی

مقدمه

اصولاً سفره‌های آب زیرزمینی را می‌توان به عنوان یک مخزن طبیعی جهت ذخیره آب‌های سطحی مورد استفاده قرار داد. بدین صورت که آب‌های جاری سطحی در دوره‌های مرطوب را با استفاده از روش‌های مختلف تغذیه مصنوعی وارد آبخوان نموده و در دوره‌های خشک که نیاز آبی افزایش می‌یابد مورد بهره‌برداری قرار داد. این موضوع زمانی اهمیت پیدا می‌کند که در یک منطقه برای تأمین آب مورد نیاز اقدام به بهره‌برداری بیش از حد مجاز از سفره آب زیرزمینی شده و در نتیجه اثرات منفی از نظر کمی و کیفی در سفره بوجود آمده باشد. از اهم این مشکلات می‌توان به خشک شدن

^۱ دانشجوی دکتری عمران-آب، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

^۲ کارشناس ارشد هیدروژئولوژی، دانشگاه شهید بهشتی

^۳ دانشجوی دکتری مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه تهران



قنوات، کاهش آبدهی چاهها و چشمه ها، بیابان زایی و ... اشاره نمود. این در حالی است که بخش قابل توجهی از جریان آبهای سطحی بدون آنکه استفاده قابل توجهی از آن شود و یا به آبخوان نفوذ کند، از منطقه خارج می‌گردد. مسئله اصلی در این مورد وجود زمان و مکان مناسب برای نفوذ آب به درون آبخوان است.

به طور کلی تغذیه مصنوعی، روشی جهت انتقال طبیعی مازاد آب‌های سطحی به داخل لایه‌های آبرفتی و مخازن زیرزمینی می‌باشد. تغذیه مصنوعی جهت مقاصد مختلفی همچون جلوگیری از پایین رفتن تراز سطح آب زیرزمینی و نگهداری آن در حد متعادل، برداشت بیشتر از منابع آب زیرزمینی، مهار و ذخیره کردن آب‌های سطحی در زمین جهت استفاده در آینده، انتقال آب از طریق لایه‌های قابل نفوذ زیرزمینی، جلوگیری از نشست زمین، جلوگیری از پیشروی آب شور ناشی از پایین رفتن سطح آب زیرزمینی، تصفیه آب‌ها (فاضلاب و دیگر آب‌های آلوده) با استفاده از خاصیت پالایش طبیعی لایه‌های زمین، جلوگیری از تبخیر منابع سطحی موجود و استفاده بهینه از آن‌ها، کاهش هزینه بهره‌برداری و تأمین کمبود آب در زمان افزایش میزان تقاضا به اجرا در می‌آید. در این تحقیق با توجه به روند نزولی تراز سطح آب زیرزمینی دشت هشتگرد، لازم است جهت جلوگیری از این معضل، مطالعات مکان‌یابی تغذیه مصنوعی آبخوان دشت به صورت اصولی و علمی انجام گیرد.

شرایط کلی استفاده از تغذیه مصنوعی

بر حسب نوع نیازها، ویژگی‌های جغرافیایی و نوع و نحوه استقرار تأسیسات تغذیه و برداشت و نیز بخش‌های وابسته به آن‌ها (سیستم‌های انتقال آب) طرح‌های تغذیه مصنوعی و طرز کار آنها بسیار متغیر است. با توجه به اینکه هر طرح تغذیه مصنوعی از یک سیستم آبدار که در واقع محل اتکالی آن است، یک منبع تغذیه و تأسیسات مربوط به آن تشکیل می‌شود، واضح است که ابعاد این طرح‌ها تا چه اندازه می‌تواند متغیر باشد. شرایط استفاده از تغذیه مصنوعی شامل شرایط هیدرولوژیکی، هیدروژئولوژیکی و شرایط هیدرودینامیک (علاوه بر نیازها و شرایط اقتصادی) در برآورد ابعاد این طرح‌ها بسیار تعیین‌کننده می‌باشد. شرایط کلی موردنیاز برای طرح‌های تغذیه مصنوعی عبارتند از:

شرایط هیدرولوژیکی منبع تغذیه

وارد کردن آب به داخل یک سازند نفوذپذیر در صورتی امکان‌پذیر است که منابعی با کمیت و کیفیت مناسب در دسترس باشد. بنابراین، در مطالعه یک طرح تغذیه مصنوعی، باید در مرحله اول شرایط هیدرولوژیکی و مشخصات منبع تغذیه مورد بررسی قرار گیرد. رژیم آب‌های موجود ممکن است نسبتاً منظم (رودخانه‌های دارای رژیم تنظیم‌شده) یا دارای نوسان‌های فصلی مشخص و یا متناوب باشد. تفاوت بین رژیم منبع تغذیه و رژیم مورد تقاضا، عامل بسیار مهمی است که در ارتباط با ظرفیت تنظیم‌کنندگی مخزن طبیعی تغذیه شونده و شرایط انتقال آب بین نقاط تغذیه و برداشت، در نظر گرفته می‌شود. نکته مهم در این مسئله، وجود آب سطحی مازاد می‌باشد. در این مطالعه با توجه به وجود شوره‌زار در انتهای دشت و دبی آب قابل توجه در انتهای حوضه در رودخانه کردان (به عنوان منبع اصلی)، منبع تغذیه مناسبی جهت تغذیه مصنوعی وجود دارد.

شرایط کیفی

کیفیت آب‌های تغذیه‌کننده و تغییرات آن نیز باید به دقت مورد بررسی قرار گیرد. این آب‌ها بایستی از هر نوع آلودگی که باعث تغییر و تهدید کیفیت آب سفره در کوتاه‌مدت و بلندمدت گردد، پاک باشند. آب تغذیه شونده نباید به موادی که فرآیند پالایش طبیعی خاک و سازند آبدار بر روی آنها اثر دارند (مواد سمی، پاک‌کننده‌ها، فلزات سنگین و غیره)، آلوده باشند. دمای آب‌های تغذیه‌کننده و نوسانات آنها نیز بایستی مورد بررسی قرار گیرد. نوسانات زیاد دمای آب‌های تغذیه‌کننده باعث اختلال تنظیم گرمایی لایه آبدار و تغییر نفوذپذیری محیط دریافت‌کننده می‌شود. با مطالعه نوسانات کیفی منبع تغذیه‌کننده می‌توان تغییرات دبی تزریقی به سفره را برآورد نمود. در این تحقیق کیفیت آب رودخانه کردان در ابتدای دشت بسیار مناسب بوده و با نزدیک شدن به انتهای دشت (حوالی ارتفاعات حلقه‌در) کیفیت آب نامناسب می‌گردد.

عوامل زمین شناسی و هیدروژئولوژیکی

عامل اصلی محدودکننده در اجرای پروژه تغذیه مصنوعی قدرت نفوذپذیری زمین است که در تعیین سطوح مورد نیاز طرح و حجم آب نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. تأسیسات مورد نیاز پروژه‌های تغذیه مصنوعی بر اساس نتایج حاصل از آزمایشات نفوذپذیری، پیش‌بینی و اجرای آن از نظر اقتصادی توجیه می‌گردد. همچنین در عمل عوامل گوناگونی همچون جنس رسوبات آبرفتی و وجود ذرات ریز معلق در آب که سبب ایجاد قشر نازکی از رسوبات دانه‌ریز در بستر حوضچه‌ها و نفوذ تدریجی آنها در اعماق زمین می‌شود و خود موجب کاهش چشمگیر میزان نفوذپذیری می‌گردد، وضعیت نفوذپذیری لایه‌های سطحی و عمقی خاک، وضعیت توپوگرافی، فرآیندهای کورشدگی، تبخیر و غیره به عنوان عوامل بازدارنده تغذیه محسوب می‌گردند. در تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی از آب‌های با کیفیت پایین خصوصاً پساب‌ها و یا از آب‌های گل‌آلود سیلاب‌ها استفاده می‌شود که علی‌رغم وجود سیستم‌های تصفیه فیزیکی آب و یا سیستم‌های رسوب‌گیری فیزیکی، باعث کاهش نفوذپذیری خاک می‌گردد. در طرح‌های تغذیه مصنوعی تنها پتانسیل نفوذپذیری محل تغذیه نباید در نظر گرفته شود، بلکه عمق سطح آب زیرزمینی در پایین‌دست و جهت جریان آب زیرزمینی نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. به همین دلیل در طرح‌های تغذیه مصنوعی توصیه می‌گردد که علاوه بر امکان‌یابی نفوذ و ذخیره آب در سفره‌های زیرزمینی، تأثیر انجام



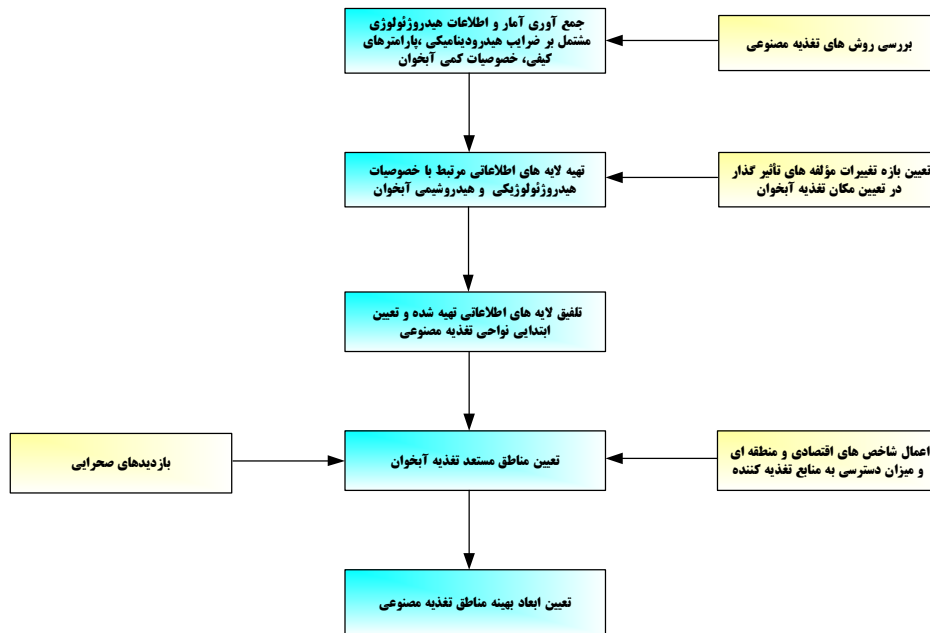
تغذیه مصنوعی روی آبخوان‌های پایین‌دست نیز مطالعه شده و نحوه تغییرات سطح آب زیرزمینی پس از اجرای طرح، مورد بررسی قرار گیرد (عسکری تشکری، ۱۳۸۴).

همچنین عمق سنگ کف و تعداد سفره‌های آبدار از عوامل مهمی می باشد که در محل تغذیه مصنوعی بایستی مورد توجه قرار گیرد.

روش کار

با توجه به اینکه تعیین مناطق مستعد جهت تغذیه مصنوعی آبخوان‌های دارای افت شدید، اهمیت قابل توجهی در توسعه پایدار منابع زیرزمینی دارد، لذا تدقیق مناطقی با قابلیت بالا جهت وارد نمودن مقادیر قابل توجهی از منابع آب سطحی مازاد در اولویت قرار دارد. در این راستا جهت انجام مطالعات روند نشان داده شده در شکل ۱ ارائه می گردد. اطلاعات میدانی دقیقی از خصوصیات هیدروژئولوژی، هیدروشیمی و آزمایشات پمپاژ جهت تعیین ضرایب هیدروپنوماتیکی آبخوان مورد مطالعه را جمع‌آوری نموده و با توجه به روش‌های رایج تغذیه مصنوعی و بررسی وضعیت کمی و کیفی محدوده مورد نظر، روشی که انطباق بیشتری با شرایط منطقه دارد انتخاب می‌گردد.

با توجه به داده‌های کمی مرتبط با سال‌های آماری قبل، باید نحوه تغییرات پارامترهای مؤثر در تغییر حجم آبخوان مورد بررسی قرار گرفته و بازه تغییرات آن جهت تهیه لایه‌های اطلاعات در سیستم اطلاعات جغرافیایی تعیین گردد. سپس با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی تهیه شده ابتدا منطقه‌ای را که می‌تواند تا حدودی معیارهای تعیین شده فوق را دارا باشد مشخص کرده و سپس با توجه به نحوه دسترسی به منابع آبی تأمین‌کننده تغذیه، مسائل اقتصادی اجرای آن و بازدهی‌های صحرائی، مناطق مناسب جهت تغذیه و احیاء آبخوان دشت شناسایی می‌گردند. در نهایت می‌توان با توجه به روش‌های محاسباتی موجود همچون هاسمن (۱۹۸۲)، هانتوش (۱۹۶۷) و تاد (۱۹۸۰) ابعاد حوضچه تغذیه مصنوعی و میزان بالآمدگی تراز سطح آب در محل تغذیه را برآورد نمود.



شکل ۱- مراحل تعیین مناطق مستعد جهت تغذیه مصنوعی آبخوان با استفاده از تلفیق اطلاعات هیدروژئولوژیک دشت و سیستم اطلاعات جغرافیایی

محدوده مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی هشتگرد واقع در ناحیه غربی شهرستان کرج و در استان تهران قرار دارد. این محدوده با مساحت ۱۲۷۶ کیلومتر مربع بین طول‌های جغرافیایی ۳۵° ۵۱' تا ۳۵° ۲۲' ۴۵" و عرض‌های جغرافیایی ۷۱° ۳۶' تا ۳۵° ۴۷' قرار گرفته است که ۴۶٪ آن را دشت و ۵۴٪ درصد آن را ارتفاعات تشکیل داده است. این محدوده از شمال به رشته کوه‌های البرز مرکزی، از جنوب به ارتفاعات تبخیری حلقه در، از شرق به دشت کرج و از غرب به دشت قزوین محدود شده است (ری‌آب، ۱۳۸۶).

دشت هشتگرد مساحتی حدود ۵۹۲ کیلومتر مربع داشته و آبخوان آن مساحتی برابر با ۴۲۵ کیلومتر مربع را دارا می‌باشد. ارتفاع منطقه از سطح دریا در پای ارتفاعات شمال دشت ۱۴۰۰ متر، در قسمت غربی ۱۱۶۵ متر و متوسط ارتفاع دشت ۱۲۰۰ متر می‌باشد. شیب عمومی دشت از شمال شرقی به



سمت جنوب غربی بوده که میزان آن در شمال شرقی و نزدیک مخروط افکنه حدود ۰/۱۳، در بخش میانی دشت حدود ۰/۰۶ و در جنوب غرب دشت ۰/۰۴ می‌باشد. همچنین رخنمون سازندهای زمین‌شناسی به ترتیب از ارتفاعات تا شوره‌زار عبارتند از: توف‌های ائوسن، آبرفت‌های هزاردره (مرتفع)، آبرفت‌های کهریزک (کوهپایه‌ای) و آبرفت تهران که بیشترین رخنمون را دارد. در این دشت، افزایش روز افزون بهره‌برداری از منابع آب‌های زیرزمینی و محدودیت منابع تغذیه‌کننده، سبب افت سطح آب سفره آب‌های زیرزمینی شده است به طوری که تراز سطح آب زیرزمینی در طی یک دوره ۸ ساله (۸۴-۷۶) به میزان ۷/۳۳ متر افت نموده که این امر منجر به کسری مخزنی معادل ۱۶/۴۹ میلیون متر مکعب شده است (اداره کل امور آب استان تهران، ۱۳۸۴).

در این راستا به منظور جبران قسمتی از این افت بایستی از دو طریق کاهش میزان بهره‌برداری و یا افزایش میزان تغذیه آبخوان اقدام نمود. اجرای پروژه‌های تغذیه مصنوعی یکی از روش‌هایی است که می‌تواند با استفاده از سیلاب‌ها و آب‌های مازاد در فصول غیر زراعی قسمتی از افت حاصله را جبران نماید. منبع اصلی تغذیه سفره آب زیرزمینی این دشت رودخانه کردان می‌باشد که از ناحیه شمال شرقی در مجاور ده صومعه و کردان وارد دشت گردیده و مخروط‌افکنه وسیعی را تشکیل می‌دهد و در مسیر شمال شرق- جنوب غرب پس از عبور از سراسر دشت در حوالی روستای نجم‌آباد از ناحیه جنوب غربی دشت به کویر دشت قزوین و رودخانه شور می‌رسد. علاوه بر رودخانه کردان تعدادی مسیل‌های کوچک فصلی همانند مسیل‌های ولیان، فشنده، هیو، مسکول‌آباد و غیره در تغذیه دشت سهیم هستند. تمامی این مسیل‌ها از کوه‌های البرز به قسمت‌های شمال دشت هشتگرد وارد گردیده که مقداری از آب آن‌ها از طریق کانال‌های کشاورزی و آبیاری زمین‌ها به آبخوان نفوذ می‌نماید. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد به علت توسعه بهره‌برداری گسترده از سفره‌های آب زیرزمینی به منظور تأمین آب شرب، کشاورزی و صنعت، وضعیت آبخوان دشت نامتعادل و آسیب‌پذیر شده است (ری‌آب، ۱۳۸۶).

بررسی روش‌های مختلف تغذیه مصنوعی در دشت هشتگرد

با توجه به اینکه امکان استفاده از روش‌های مختلف تغذیه مصنوعی در یک منطقه وجود ندارد لازم است میزان کاربری هر یک از روش‌ها برای شرایط طبیعی و جغرافیایی خاص و برای رودخانه‌هایی با رژیم هیدرولوژی متفاوت مورد بررسی قرار گیرد و سپس با توجه به مشخصات هر منطقه، روش مناسب اتخاذ گردد. در این راستا روش‌های مختلف تغذیه مصنوعی آبخوان دشت هشتگرد مطابق جدول ۱ مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول ۱ امکان استفاده از روش‌های مختلف جهت تغذیه مصنوعی آبخوان دشت هشتگرد (سجادیان، ۱۳۷۷)

امکان استفاده	توضیحات	نوع روش	
وجود دارد.	با توجه به خصوصیات هیدروژئولوژی مخروط افکنه کردان به نظر می‌رسد که نیمه شرقی این مخروط‌افکنه جهت ایجاد حوضچه‌های تغذیه مناسب باشد.	حوضچه‌های تغذیه	سطحی
وجود دارد.	به دلیل وجود گودال‌های شن و ماسه، نزدیکی آن‌ها به رودخانه کردان و همچنین وجود آبرفت‌های دانه‌درشت، کف این گودال‌ها دارای نفوذپذیری بالا بوده و جهت انجام تغذیه مصنوعی محل مناسبی خواهد بود.	گودال	
وجود ندارد.	با توجه به مسکونی بودن منطقه مورد مطالعه و عدم اراضی کافی جهت پخش سیلاب، این روش جهت تغذیه آبخوان مناسب نمی‌باشد.	پخش سیلاب	
وجود دارد.	دانه‌درشت بودن بستر رودخانه کردان و وجود چنین خاصیتی در اعماق بستر باعث افزایش نفوذپذیری و در نتیجه انتقال بیشتر آب رودخانه کردان به آبخوان را منجر خواهد شد.	بستر رودخانه	
وجود ندارد.	این روش برای مناطق ناهموار که امکان ایجاد حوضچه تغذیه مصنوعی وجود نداشته باشد و همچنین آب نسبتاً صاف دارند، استفاده می‌گردد.	نهری یا شیاری	زیرزمینی
وجود ندارد.	این روش نیاز به تصفیه‌خانه (برای گرفتن مواد جامد آب)، کلر زنی (برای از بین بردن مواد بیولوژیکی و جلوگیری از مسدود شدن اسکرین‌های چاه) و افراد فنی بوده که هزینه‌های آن بیش از سایر انواع تغذیه می‌باشد. ضمناً این روش بیشتر برای سفره‌های تحت فشار استفاده می‌گردد. در دشت هشتگرد به دلیل وجود سفره‌های آب زیرزمینی آزاد و وجود رسوب زیاد در آب‌های سطحی این روش مناسب نمی‌باشد.	چاه‌های تزریق	
وجود ندارد.	این روش در مناطقی که بخش اشباع سفره آب زیرزمینی، ارتباط هیدرولیکی مستقیم با رودخانه داشته، عملی می‌باشد. در حالیکه در مخروط افکنه کردان فاصله کف رودخانه تا سطح سفره آب زیرزمینی حدوداً ۶۰ متر است، بنابراین روش تغذیه القایی برای دشت هشتگرد کاربرد ندارد.	تغذیه القایی	

**بحث و نتیجه گیری**

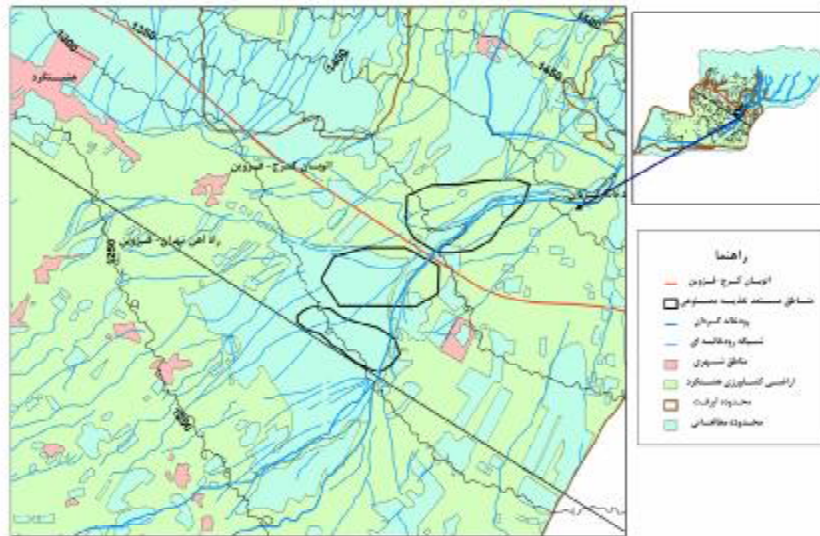
افزایش نیازهای آبی و کاهش منابع آب سطحی منجر به بالا رفتن میزان بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی شده و در نتیجه افت قابل توجهی را در اکثر دشت‌های کشور موجب شده است. در این راستا جهت بهبود و احیاء آبخوان یکی از محدوده‌های مطالعاتی (دشت هشتگرد) که از اهمیت قابل توجهی در تأمین نیازهای شرب دارد مورد بررسی قرار گرفته و با توجه به خصوصیات هیدروژئولوژیکی و هیدروشیمی دشت نواحی مستعد جهت تغذیه مصنوعی انتخاب گردید. مطالعات صورت گرفته در این زمینه نشان می‌دهد که در نواحی حاشیه‌ای رودخانه که آبخوان در ارتباط با منابع سطحی می‌باشد پارامترهایی همچون شیب، نرخ نفوذ، عمق آب زیرزمینی، کیفیت رسوبات تشکیل‌دهنده آبخوان و نوع کاربری اراضی می‌تواند جهت انتخاب محل مناسب برای تغذیه مصنوعی مؤثر باشد (Ghayoumian, J., et all.).

در این تحقیق نواحی مستعد برای تغذیه مصنوعی با استفاده از آمار و اطلاعات جمع‌آوری شده از منطقه و معیارهای مؤثر که شامل عمق برخورد به سطح آب زیرزمینی، ضریب قابلیت انتقال، کیفیت آب زیرزمینی (هدایت الکتریکی)، نفوذپذیری خاک، ضخامت آبخوان، ضخامت آبرفت و موقعیت منابع آبی موجود برای تغذیه مصنوعی می‌باشد، تعیین گردید. با توجه به بازه تغییرات معیارهای ذکر شده فوق و اهمیت آن‌ها در تعیین مناطق مناسب، مقادیر کمی به هر کدام از آن‌ها تخصیص داده شد. بدین منظور با در نظر گرفتن حداقل عمق برخورد به آب ۷۰ متر، حداقل ضریب قابلیت انتقال ۷۰۰ مترمربع در روز، حداقل ضخامت آبرفت ۲۰۰ متر، حداکثر هدایت الکتریکی ۲۰۰ میکروموس بر سانتیمتر و موقعیت منابع آبی موجود (رودخانه کردان و پساب تولیدی در منطقه) و آنالیز مکانی و همپوشانی شرایط فوق در محیط GIS، سه منطقه برای انجام تغذیه مصنوعی تعیین گردید. با حذف هر یک از لایه‌ها در محیط نرم افزار، مناطق جدیدتری به وجود می‌آید که می‌توان در دشتهای دارای شرایط بحرانی تر، برخی از فاکتورها را با بازه بیشتری انتخاب نمود تا مناطق مستعد بیشتری معرفی گردند. مناطق تعیین شده با استفاده از تحلیل فوق در غرب رودخانه کردان واقع هستند، بخشی از آن در حد واسط اتوبان کرج- قزوین و راه آهن تهران- تبریز و بخشی نیز در شمال اتوبان قرار دارند.

جهت تعیین ابعاد حوضچه‌های تغذیه مصنوعی، از اطلاعات آزمایشات نفوذپذیری به روش استوانه‌های مضاعف در ۲۲ نقطه در مناطق مورد نظر استفاده شده است (کاواپ، ۱۳۸۰). با استفاده از نتایج حاصل از این آزمایشات، معادلات نفوذ تجمعی، سرعت نفوذ لحظه‌ای، سرعت نفوذ متوسط و مقادیر زمان پایه و متوسط سرعت نفوذ پایه بدست می‌آید. جزئیات ویژگی‌های سه منطقه تعیین شده برای انجام تغذیه مصنوعی به صورت زیر ارائه می‌گردد. همچنین شکل ۲ می‌تواند تصویری بهتری را از مناطق مشخص شده برای تغذیه مصنوعی دشت نشان دهد.

منطقه اول: این منطقه در شمال اتوبان کرج-قزوین قرار دارد. ویژگی‌های این منطقه عبارتند از:

- عمق سطح ایستابی بین ۷۰ تا ۹۰ متر می‌باشد.
 - تغییرات تراز سطح آب زیرزمینی در طی سال‌های آماری ۸۱-۸۰ و ۸۴-۸۳ در این بخش به طور متوسط با ۷ تا ۱۴ متر افزایش تراز مواجه بوده است.
 - جهت گرادیان آب زیرزمینی از شمال شرقی به جنوب غربی یعنی به طرف دشت هشتگرد می‌باشد.
 - ضریب قابلیت انتقال آب در این بخش، بین ۷۰۰ تا ۹۰۰ مترمربع در روز (در نزدیکی اتوبان) می‌باشد.
 - هدایت الکتریکی آب زیرزمینی کمتر از ۱۵۰ میکروموس بر سانتیمتر می‌باشد.
 - متوسط نفوذ پایه در این منطقه (بر اساس نتایج بدست آمده از آزمایشات نفوذپذیری) ۱۱۰ میلیمتر در ساعت می‌باشد.
- منطقه دوم: این منطقه در حد فاصل اتوبان کرج-قزوین و جاده قدیم کرج-قزوین قرار دارد. ویژگی‌های این منطقه عبارتند از:
- عمق سطح ایستابی بین ۷۰ تا ۸۰ متر می‌باشد.
 - تغییرات تراز سطح آب زیرزمینی در طی سالهای آماری ۸۱-۸۰ و ۸۴-۸۳ در این بخش به طور متوسط با ۱ تا ۹ متر افزایش مواجه بوده است.
 - جهت گرادیان آب زیرزمینی از شمال شرقی به جنوب غربی یعنی به طرف دشت هشتگرد می‌باشد.
 - ضریب قابلیت انتقال آب در این بخش، بین ۹۰۰ تا ۲۰۰۰ مترمربع در روز می‌باشد.
 - هدایت الکتریکی آب زیرزمینی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میکروموس بر سانتیمتر (روند افزایش در راستای غربی) می‌باشد.
 - متوسط نفوذ پایه در این منطقه (بر اساس نتایج بدست آمده از آزمایشات نفوذپذیری) ۳۵ میلیمتر در ساعت می‌باشد.
- منطقه سوم: این منطقه در حد فاصل جاده قدیم کرج-قزوین و راه آهن تهران-تبریز قرار دارد. ویژگی‌های این منطقه عبارتند از:
- عمق سطح ایستابی بین ۷۰ تا ۹۰ متر می‌باشد.
 - تغییرات تراز سطح آب زیرزمینی در طی سال‌های آماری ۸۱-۸۰ و ۸۴-۸۳ در این بخش به طور متوسط با ۱ تا ۴ متر افزایش مواجه بوده است.
 - جهت گرادیان آب زیرزمینی از شمال شرقی به جنوب غربی یعنی به طرف دشت هشتگرد می‌باشد.
 - ضریب قابلیت انتقال آب در این بخش، بین ۲۱۰۰ تا ۳۵۰۰ مترمربع در روز (در نزدیکی راه آهن) می‌باشد.
 - هدایت الکتریکی آب زیرزمینی بین ۱۰۰ تا ۱۷۰ میکروموس بر سانتیمتر (روند افزایش در راستای غربی) می‌باشد.
 - متوسط نفوذ پایه در این بخش (بر اساس نتایج بدست آمده از آزمایشات نفوذپذیری) ۵۵ میلیمتر در ساعت می‌باشد.



شکل ۲- نمائی از مکان‌های مستعد برای تغذیه مصنوعی آبخوان دشت هشتگرد

مراجع

- ۱- عسکری تشکری، (۱۳۸۴)، "تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی"، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر.
- ۲- گزارش هیدروژئولوژی و هیدروشیمی دشت هشتگرد-طرح تأمین درازمدت غرب استان تهران"، ۱۳۸۶، مهندسین مشاور ری‌آب.
- ۳- مطالعات مرحله اول طرح تغذیه مصنوعی سفره آب زیرزمینی دشت هشتگرد در پایاب رودخانه کردان"، (۱۳۸۰)، مهندسین مشاور کاوآب، سازمان آب منطقه‌ای تهران، اداره کل امور آب استان تهران.
- 4- Ghayoumian, J., M. Mohseni Saravi, S. Feiznia, B. Nouri and Malekian, A., (2007), "Application of GIS techniques to determine areas most suitable for artificial groundwater recharge in a coastal aquifer in southern Iran", *Journal of Asian Earth Sciences*, 30(2), 364-374.
- ۵- سجادیان، محمد رضا، (۱۳۷۷)، "مطالعات هیدروژئولوژی، تغذیه مصنوعی و تهیه مدل ریاضی منابع آب زیرزمینی دشت هشتگرد"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.
- ۶- "آزمایشات نفوذپذیری به روش استوانه‌های مضاعف (محدوده تغذیه مصنوعی طرح کردان ۲)"، (۱۳۸۰)، مهندسین مشاور کاوآب.
- ۷- "گزارش آماری منابع و مصارف آب سطحی و زیرزمینی هفت محدوده مطالعاتی حوزه عملکرد اداره کل استان تهران (محدوده مطالعاتی: هشتگرد)"، (تیر ۱۳۸۴)، معاونت مطالعات و پژوهش منابع آب، شرکت مهندسین مشاور لار.
- ۸- "گزارش پیشنهاد ادامه ممنوعیت از توسعه بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی و اصلاح حدود اربعه محدوده مطالعاتی هشتگرد"، (بهمن ۸۴)، شرکت آب منطقه‌ای تهران، اداره کل امور آب استان تهران، امور مطالعات منابع آب، گروه آب‌های زیرزمینی.