مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۲۶

موضوع:

بررسی امکان تغذیه مصنوعی آب انتقالی از دشت شیراز در لایه آبدار دشت سروستان

تألیف:

سید محمدحسین حجتی[۱] - عزت الله رئیسی[۲]

چکیده

سطح سفره آب زیرزمینی در جنوب شرقی دشت شیراز بالا بوده و ازطرفی بخشی از آبهای سطحی دشت شیراز نیز در ماههایی از سال بدون استفاده به دریاچه مهارلو وارد و تبخیر می‌شود. بررسیهای انجام شده نشان می‌دهد که با احداث سیستم زهکشی در جنوب شرقی دشت شیراز و نیز استحصال آبهای سطحی رودخانه‌های خشک و چنارراهدار می‌توان در مجموع به‌طور متوسط حجم آبی معادل ۶ مترمکعب در ثانیه (در ماههای مرطوب) و ۳ مترمکعب در ثانیه (در ماههای خشک) تامین نمود. آب استحصال شده برای مصرف باید به دشت سروستان (جنوب شرقی دشت شیراز) انتقال یابد. در ماههای خشک آب می‌تواند مستقیماً جهت کشاورزی استفاده گردد ولی در ماههای مرطوب (ماههای آذر تا فروردین) دو گزینه احداث سد و تغذیه مصنوعی برای ذخیره درنظر گرفته شده است.

مخروط‌افکنه‌های موجود در دامنه کوه قره واقع در جنوب دشت سروستان به‌منظور ایجاد حوضچه‌های تغذیه مصنوعی موردمطالعه قرار گرفته و پارامترهایی نظیر نفوذپذیری آبرفت در سطح زمین و اعماق مختلف (ازطریق آزمایش استوانه مضاعف)، تجزیه مکانیکی و تعیین بافت آبرفت در اعماق، و نیز عمق سطح آب زیرزمینی در محدوده موردمطالعه اندازه‌گیری شده است. منحنی‌های هم‌نفوذ سطحی، هم عمق سطح آب زیرزمینی، هم تراز سطح آب زیرزمینی و نیز منحنی‌های همسان هدایت الکتریکی، یون کلر و یون سولفات آب زیرزمینی در محدوده موردمطالعه تهیه گردیده است.

نتایج حاصله نشان می‌دهد که امکان تغذیه آب در داخل مخروط‌افکنه به‌علت نفوذپذیری مناسب آبرفت و عدم وجود لایه‌های پیوسته نفوذناپذیر در بالای سطح آب زیرزمینی وجود دارد. ولی چون در پائین دست

---

۱ - کارشناس شرکت مهندسین مشاور پاراب فارس و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی استهبان - گروه مهندسی عمران

۲ - عضو هیئت علمی دانشگاه شیراز - بخش زمین شناسی

محل انجام طرح تغذیه مصنوعی، نفوذپذیری کاهش یافته و سطح آب زیرزمینی افزایش می‌یابد، این مساله باعث می‌گردد که باتوجه به حجم بالای آب موجود جهت تغذیه (حدود ۶ مترمکعب در ثانیه در مدت ۵ ماه) سطح سفره آب زیرزمینی در بخش عمده‌ای از اطراف محل تغذیه شدیداً افزایش یافته، به‌طوری که احتمال دارد دشت را غرقاب نماید. در این شرایط اگر سیستم زهکشی جهت پائین‌انداختن سطح سفره احداث گردد، موثر نخواهد بود. چون آبهای تغذیه شده در همان فصل زمستان از شبکه‌های زهکشی خارج می‌گردد و بنابراین در این شرایط احداث سد مخزنی از اولویت بیشتری برخوردار است.

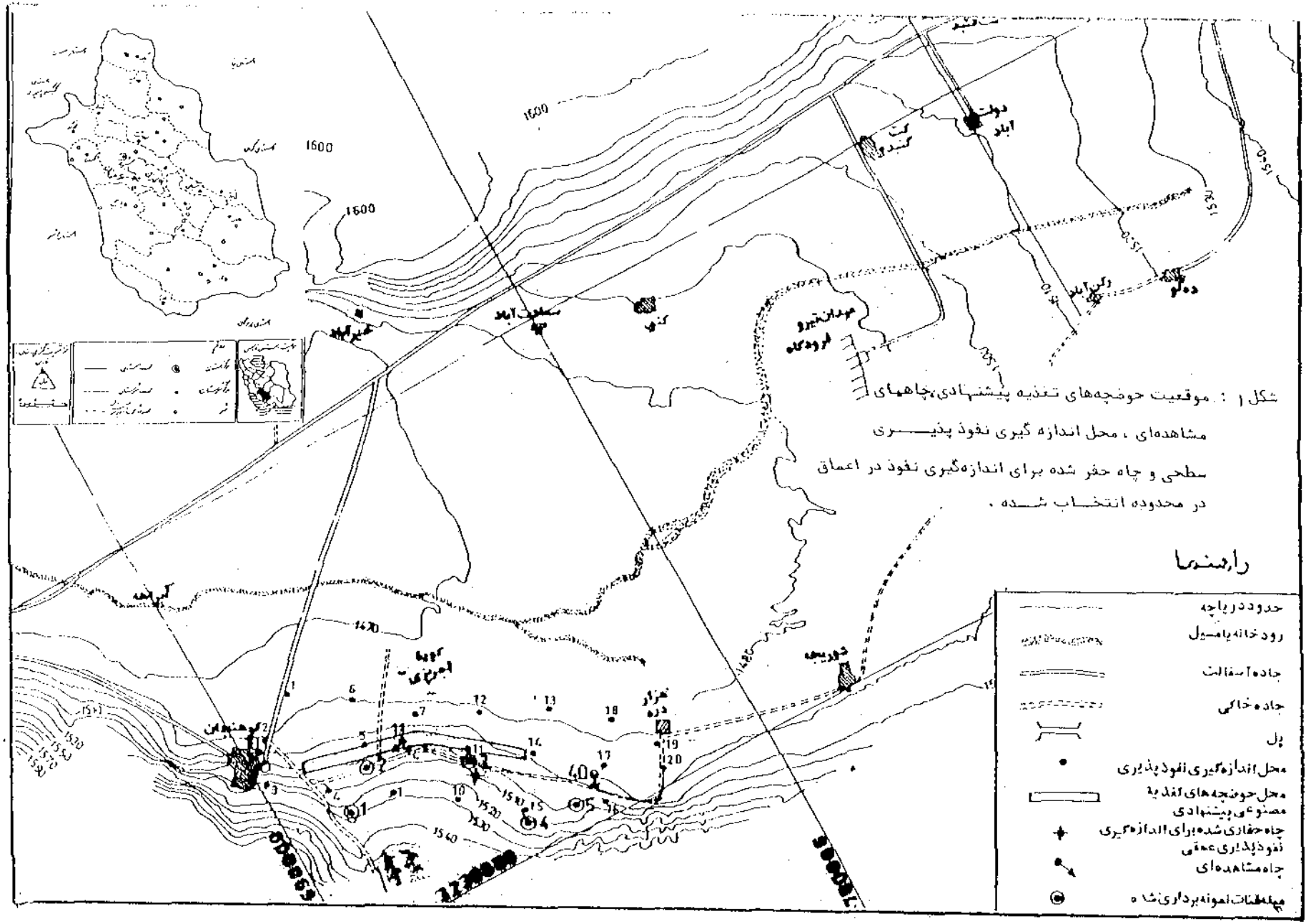
باتوجه به این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که در طرحهای بزرگ تغذیه مصنوعی تنها پتانسیل نفوذپذیری محل تغذیه نباید درنظر گرفته شود بلکه عمق سطح آب زیرزمینی در پائین‌دست، جهت جریان آب زیرزمینی، ظرفیت بخش غیراشباع سفره زیرزمینی و حجم آب تزریق شده به عنوان عوامل بسیار مهم باید موردبررسی قرارگیرد.

مقدمه

براساس مطالعات انجام شده در دشت شیراز، به دلیل بالابودن سطح آب سفره زیرزمینی در جنوب شرقی دشت نیاز به پائین انداختن سفره آب زیرزمینی ازطریق زهکشی عمقی است. رواناب پایه رودخانه خشک و چنار راهدار شیراز در ماههای آذر و اردیبهشت بدون استفاده به دریاچه مهارلو وارد می شود. مطالعات دشت سروستان نشان می‌دهد که بخش عمده‌ای از زمینهای موجود به دلیل عدم وجود آب کافی و کیفیت مناسب، غیرقابل استفاده بوده و یا به صورت دیم کشت می‌شود. با انتقال آب زهکشها و رودخانه‌های شیراز می‌توان بخش نسبتاً بزرگی از این دشت را به زیرکشت آبی برده و اقتصاد منطقه را متحول نمود. در ماههای تابستان آب انتقالی را می‌توان به صورت مستقیم برای کشاورزی مورداستفاده قرار داد ولی در ماههای مرطوب (آذر تا فروردین) که فعالیتهای کشاورزی وجود ندارد، آب انتقالی باید به نحوی ذخیره گردد. ۲ گزینه برای ذخیره آب انتقال یافته مطرح است که یکی احداث سد در محلی به نام اعلی‌دولت در شمال غربی دشت سروستان و دیگری تغذیه مصنوعی آب انتقال یافته با دبی متوسط ۶ مترمکعب درثانیه در سفره آبرفتی زیرزمینی می‌باشد.

حوزه آبریز دشت سروستان بخشی از حوزه آبریز دریاچه مهارلو بوده و در بخش شرقی آن واقع است. این حوزه از شمال به حوزه بختگان، از جنوب به قره‌آغاج و از غرب و شرق به ترتیب به حوزه‌های آبریز شیراز و فسا محدود می‌گردد. راه دسترسی به دشت سروستان از طریق جاده آسفالته شیراز- فسا واقع در جنوب شرقی شهر شیراز می‌باشد.

در حاشیه کوه قره واقع در جنوب دشت سروستان در حدفاصل روستاهای کوهنجان و هزاردره رسوبات مخروط افکنه‌ای با ضخامت زیاد و نفوذپذیری بالایی گسترش یافته که می‌توانند به عنوان یک سفره آب زیرزمینی مناسب مورداستفاده قرارگیرد. این بخش از دشت باتوجه به خصوصیات ذکرشده و نیز خصوصیات دیگری نظیر دارابودن شیب مناسب، وجود زمینهای مرتعی وسیع، وجود زمینهای کشاورزی در پائین‌دست و نیز نزدیکی به مبداء انتقال آب (دشت شیراز)، منطقه‌ای مناسب برای انجام پروژه تغذیه مصنوعی بوده و بدین جهت به عنوان محدوده انجام پروژه تغذیه مصنوعی درنظر گرفته شده و بررسیهای دقیق‌تر در این محدوده انجام یافته است (شکل ۱).



شکل ۱ : موقعیت حوضچه‌های تغذیه پیشنهادی،چاههای مشاهده‌ای ، محل اندازه گیری نفوذ پذیری سطحی و چاه حفر شده برای اندازه‌گیری نفوذ در اعماق در محدوده انتخاب شده .

روش مطالعه

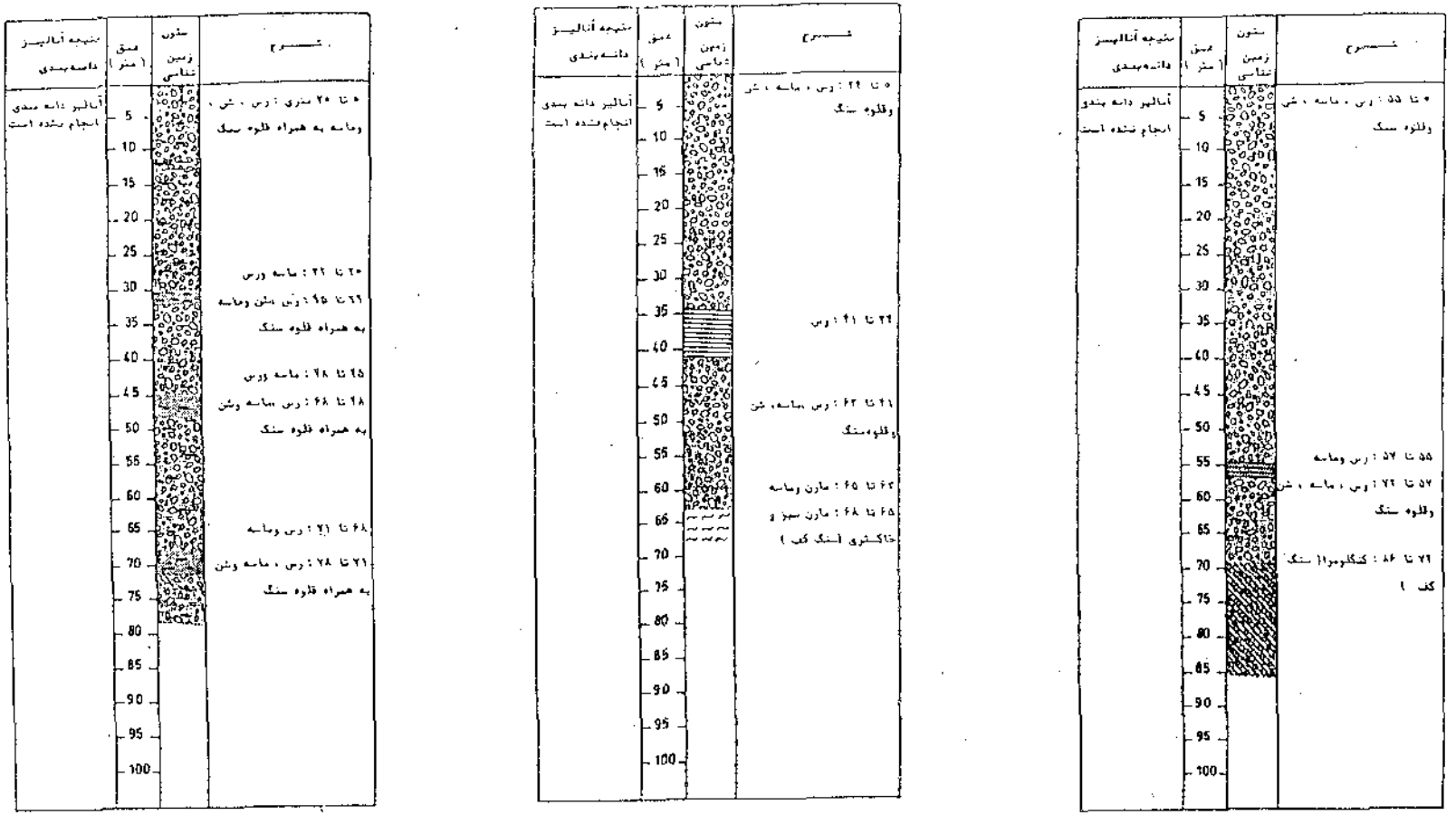
محدوده انتخاب شده در حاشیه یال شمالی تاقدیس قره واقع شده است. سازند آهکی آسماری - جهرم ارتفاعات حاشیه دشت را در این ناحیه تشکیل داده است. رسوبات تشکیل دهنده این بخش غالباً حاصل فرسایش و هوازدگی ارتفاعات مجاور است که ازطریق آبراهه‌های موجود انتقال یافته و برحسب اندازه ذرات و باتوجه به کاهش سرعت جریان به تدریج نهشته می‌شوند. در حاشیه ارتفاعات رسوبات غالباً درشت دانه بوده و به طرف مرکز دشت از اندازه رسوبات کاسته می‌شود باتوجه به رژیم جریانات سطحی در گذشته ممکن است در بین لایه‌های درشت دانه عدسی‌های ریزدانه‌ای که بسته به مکان ممکن است ضخامت‌های مختلفی داشته باشند نیز نهشته شده باشند. باتوجه به موارد فوق‌الذکر محل احداث سیستم تغذیه مصنوعی باید حتی‌الامکان در فاصله نزدیکی نسبت به ارتفاعات درنظر گرفته شود. برای بررسی وضعیت دقیق بافت و نفوذپذیری آبرفت در سطح و عمق، منطقه انتخاب شده از جوانب مختلف موردبررسی قرار گرفته و مواردی نظیر بررسی تغییرات بافت آبرفت در اعماق باتوجه به ستون زمین‌شناسی چاهها و قنوات موجود، اندازه‌گیری نفوذپذیری سطحی آبرفت و اندازه‌گیری نفوذپذیری در اعماق مختلف انجام گرفته است.

- بررسی بافت آبرفت محدوده انتخاب شده در اعماق مختلف

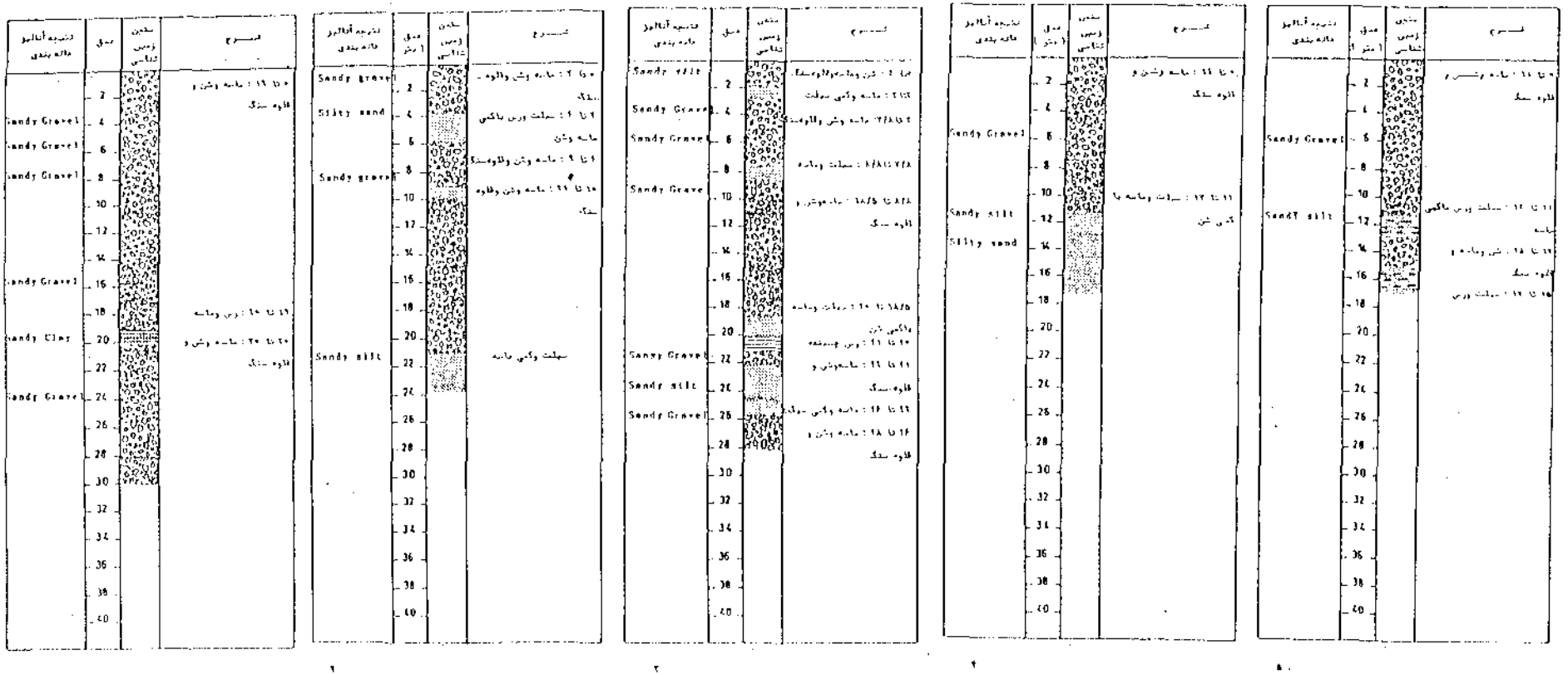
برای بررسی بافت آبرفت در محدوده انتخاب شده از ستون زمین‌شناسی سه حلقه چاه مشاهده‌ای و نیز نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از دیواره قنوات قدیمی استفاده شده است. شکل ۲ ستون زمین‌شناسی سه حلقه چاه مشاهده‌ای دشت سروستان در محدوده انتخاب شده را نشان می‌دهد (موقعیت این چاهها در شکل ۱ ارائه شده است). همان طوری که در این شکل قابل تشخیص است بافت غالب آبرفت در بیشتر اعماق از رسوبات درشت دانه مانند ماسه، شن و قلوه‌سنگ بوده ولی به صورت موضعی لایه‌های با نفوذپذیری کم در بعضی اعماق دیده می‌شود. در شکل ۳ ستون زمین‌شناسی ۵ حلقه میله قنات قدیمی دیده می‌شود. باتوجه به ستون زمین‌شناسی قنوات بافت آبرفت در محل نمونه‌برداریهای انجام شده غالباً درشت‌دانه بوده ولی در بعضی اعماق مخلوطی از رسوبات ریز و درشت و نیز رسوبات دانه ریز هم دیده می‌شود. به‌طورکلی بررسی بافت آبرفت در محدوده انتخاب شده نشان می‌دهد که علیرغم درشت‌دانه‌بودن بافت کلی آبرفت، لایه‌های ریزدانه‌ای هم در بعضی اعماق دیده می‌شود. وجود این لایه‌های ریزدانه می‌تواند به‌عنوان عاملی محدودکننده برای پروژه تغذیه مصنوعی محسوب شود ولی باتوجه به اینکه این لایه‌ها دارای عمق و ضخامت معینی در محلهای مختلف نیستند، و حتی در بعضی از مناطق اصلاً وجود ندارند می‌توان چنین بیان نمود که لایه‌های ریزدانه احتمالاً به‌صورت لنزهای پراکنده در اعماق وجود داشته و لایه نفوذناپذیری که در سرتاسر منطقه امتداد داشته باشد و محدودیت اساسی در انجام پروژه تغذیه مصنوعی ایجاد نماید وجود ندارد.

- نفوذپذیری سطحی آبرفت در محدوده انتخاب شده

به منظور بررسی دقیق‌تر محدوده موردمطالعه برای انجام پروژه تغذیه مصنوعی، ۲۰ نقطه در محدوده



شکل۲ : ستون زمین شناسی چاههای مشاهده‌ای موجود درمحدوده انتخاب شده .



شکل ۳ : ستون زمین شناسی قنوات موجود در محدوده انتخاب شده

جدول شماره ۱- نتایج آزمایش نفوذپذیری با استوانه دوگانه

شماره	مقدار نفوذ پایه در هر اندازه گیری (متر در روز)	متوسط نفوذ پایه (متر در روز)
۱-۱	۰/۲۷	۰/۱۸
۱-۲	۰/۰۹	
۲-۱	۰/۰۶	۰/۰۴
۲-۲	۰/۰۲	
۳-۱	۰/۷۲	۱/۳۴
۳-۲	۱/۹۵	
۴-۱	۰/۶۲	۰/۵۹
۴-۲	۰/۵۵	
۵-۱	۱/۵۹	۱/۴۷
۵-۲	۱/۳۵	
۶-۱	۰/۰۸۹	۰/۰۵
۶-۲	۰/۰۳۲	
۷-۱	۳/۱۲	۱/۹۸
۷-۲	۰/۸۴	
۸-۱	۱/۳۱	۱/۲۱
۸-۲	۱/۱	
۹-۱	۱/۳۲	۱/۰۶
۹-۲	۰/۷۹	
۱۰-۱	۰/۹۳	۱/۰۰
۱۰-۲	۱/۰۷	
۱۱-۱	۱/۱۱	۱/۲۲
۱۱-۲	۱/۳۲	
۱۲-۱	۰/۰۵۹	۰/۳۷
۱۲-۲	۰/۶۸	
۱۳-۱	۰/۱۴	۰/۲۰
۱۳-۲	۰/۲۵	
۱۴-۱	۰/۹۴	۰/۵۵
۱۴-۲	۰/۱۵	
۱۵-۱	۰/۶۳	۱/۰۱
۱۵-۲	۱/۳۸	
۱۶-۱	۱/۱۰	۱/۲۵
۱۶-۲	۱/۳۹	
۱۷-۱	۰/۱۰	۰/۱۱
۱۷-۲	۰/۱۱	
۱۸-۱	۰/۰۴	۰/۰۹
۱۸-۲	۰/۱۳	
۱۹-۱	۰/۳۲	۰/۳۱
۱۹-۲	۰/۳۰	
۲۰-۱	۱/۴۹	۱/۷۸
۲۰-۲	۲/۰۷	

موردنظر انتخاب شده و در هر نقطه دو آزمایش نفوذپذیری (در فاصله نزدیکی نسبت به هم) بااستفاده از روش استوانه مضاعف انجام گردیده است. شکل ۱ موقعیت نقاط انجام آزمایش را نشان می‌دهد. برای تعیین میزان نفوذ پایه از معادله فیلیپ به شکل زیر استفاده شده است:

$$I = S_p(t)^{0.5} + A_p\ (t)$$

در این معادله I عمق آب نفوذیافته برحسب سانتیمتر از شروع نفوذ، t زمان نفوذ برحسب دقیقه، S_p ضریب ثابت مربوط به جذب آب (Sorptivity) برحسب $cm/(min)^{0.5}$ و A_p ضریب ثابت و مربوط به آبگذاری برحسب سانتیمتر بر دقیقه است. نتایج حاصل از آزمایشهای انجام‌شده در جدول ۱ ارائه شده است.

مقایسه نتایج بدست آمده از ۴۰ مورد آزمایش نشان می‌دهد که مقدار نفوذ نهایی متوسط در محدوده موردمطالعه بسیار متغیر بوده به‌طوری که از حداقل ۰/۰۴ متر در روز در نقاط ۲ و ۶ تا حداکثر ۱/۹۸ متر در روز در نقطه ۷ (شکل ۱) متغیر است. به منظور نشان دادن چگونگی نفوذپذیری در محدوده موردمطالعه بااستفاده از نتایج آزمایشهای انجام شده نقشه همسان نفوذپذیری ترسیم شده است (شکل ۴). همان‌طوری که در این شکل مشاهده می‌شود میزان متوسط نفوذپذیری پایه در حاشیه ارتفاعات ۱/۲ متر در روز بوده و به‌طرف مرکز دشت به‌تدریج کاهش یافته به‌طوری‌که در فاصله ۵ کیلومتری ارتفاعات به حدود ۰/۰۲ متر در روز می‌رسد. ازطرف دیگر در حوالی روستاهای کوهنجان و هزاردره منحنی‌های هم‌نفوذ بسیار به یکدیگر نزدیک شده که نشانگر تغییر سریع‌نفوذپذیری در فاصله کوتاهی می‌باشد. باتوجه به منحنی‌های هم‌نفوذ به‌نظر می‌رسد بهترین مکان برای نفوذدادن آب به سفره زیرزمینی ازطریق تغذیه مصنوعی، از شرق روستای کوهنجان تا حوالی روستای هزاردره و در حاشیه ارتفاعات است. باتوجه به منحنی‌های هم‌نفوذ میزان متوسط نفوذپذیری در این محدوده برابر با ۱/۰۷ متر در روز محاسبه شده است.

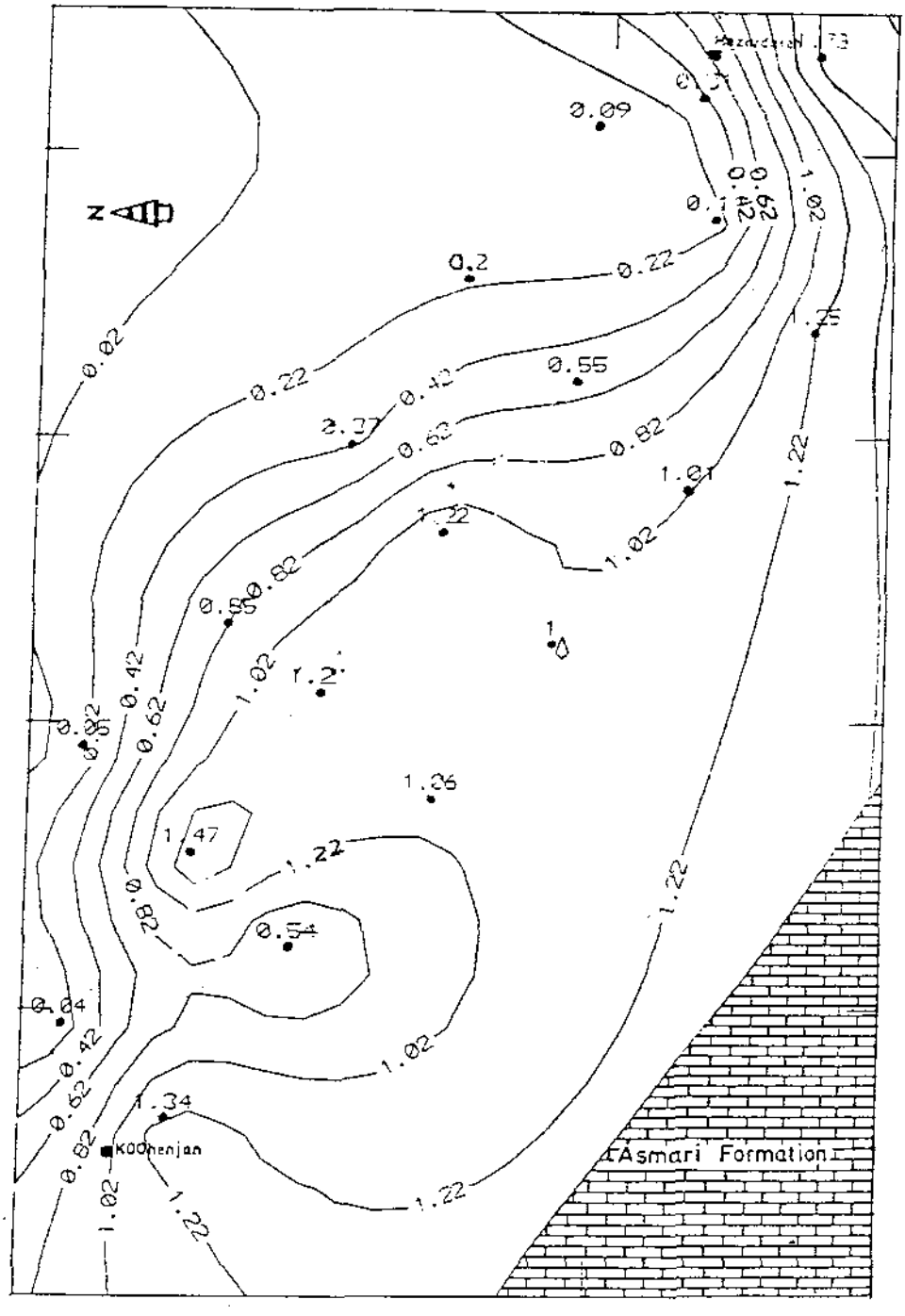
- نفوذپذیری آبرفت در اعماق مختلف

به منظور تعیین مقدار و تغییرات نفوذپذیری در اعماق مختلف آبرفت، یک حلقه چاه دهانه گشاد (با سطح مقطع مستطیلی به طول ۱/۵ و عرض ۱ متر) در فاصله ۴/۸ کیلومتری شرق روستای کوهنجان حفاری شده و مقدار نفوذپذیری به وسیله استوانه مضاعف در اعماق مختلف اندازه گیری شده است. جدول ۲ نتایج این آزمایش را نشان می دهد.

جدول ۲- مقدارنفوذپذیری پایه اندازه‌گیری شده به‌وسیله استوانه مضاعف در اعماق مختلف (متر در روز)

عمق (m)	۳	۶	۹	۱۵	۱۹
نفوذ پایه	۳/۴۵۶	۴/۹۰	۳/۶	۱/۱۵۲	۰/۵۷۶

باتوجه به این جدول مشخص می‌شود که نفوذپذیری پایه در اعماق ۳، ۶ و ۹ متری بسیار زیاد بوده،به‌طوری‌که کمترین مقدار آن بیش از حداکثر نفوذپذیری بدست آمده در سطح زمین است. در عمق ۱۵ متری نفوذپذیری نسبتاً کاهش یافته و نهایتاً در عمق ۱۹ متری به کمترین مقدار خود رسیده است. جدول ۳



شکل شماره۴ - منحنی های همسان نفوذ پایه درمحدوده انتخاب شده (متر در روز)

نتایج آنالیز دانه‌بندی نمونه‌های برداشت شده در اعماق مختلف را نشان می‌دهد. باتوجه به این جدول، بافت آبرفت در بیشتر اعماق درشت دانه بوده و از شن ماسه‌ای یا ماسه شنی تشکیل شده و فقط لایه‌های نازکی از ماسه سیلتی در چند عمق دیده می‌شود که موجب کاهش نفوذپذیری در اعماق مربوطه شده است.

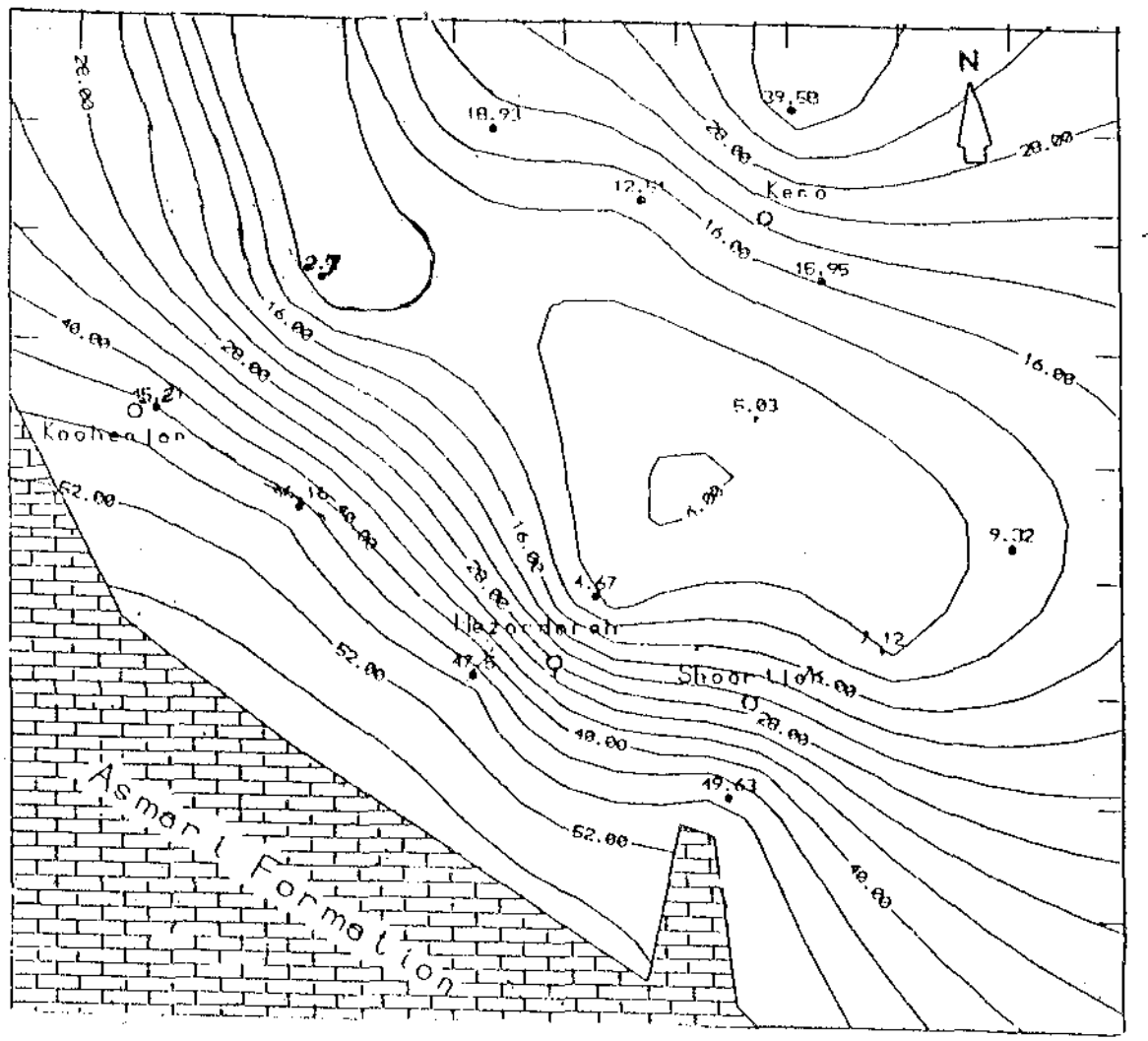
جدول ۳- نتایج آنالیز دانه‌بندی در اعماق مختلف چاه کوهنجان

جنس	عمق	جنس	عمق
شن ماسه‌ای	۰/۵	شن ماسه‌ای	۱۰/۵
ماسه شنی	۱/۵	شن ماسه‌ای	۱۱/۵
ماسه شنی سیلتی	۲/۵	شن ماسه‌ای	۱۲/۵
ماسه سیلتی	۳/۵	ماسه سیلتی	۱۳/۵
شن ماسه‌ای	۴/۵	شن ماسه‌ای	۱۴/۵
شن ماسه‌ای	۵/۵	ماسه سیلتی	۱۵
شن ماسه‌ای	۶/۵	شن ماسه‌ای	۱۶/۵
شن ماسه‌ای	۷/۵	ماسه شنی	۱۷/۵
ماسه سیلتی	۸/۵	ماسه سیلتی	۱۸/۵
شن ماسه‌ای	۹/۵		

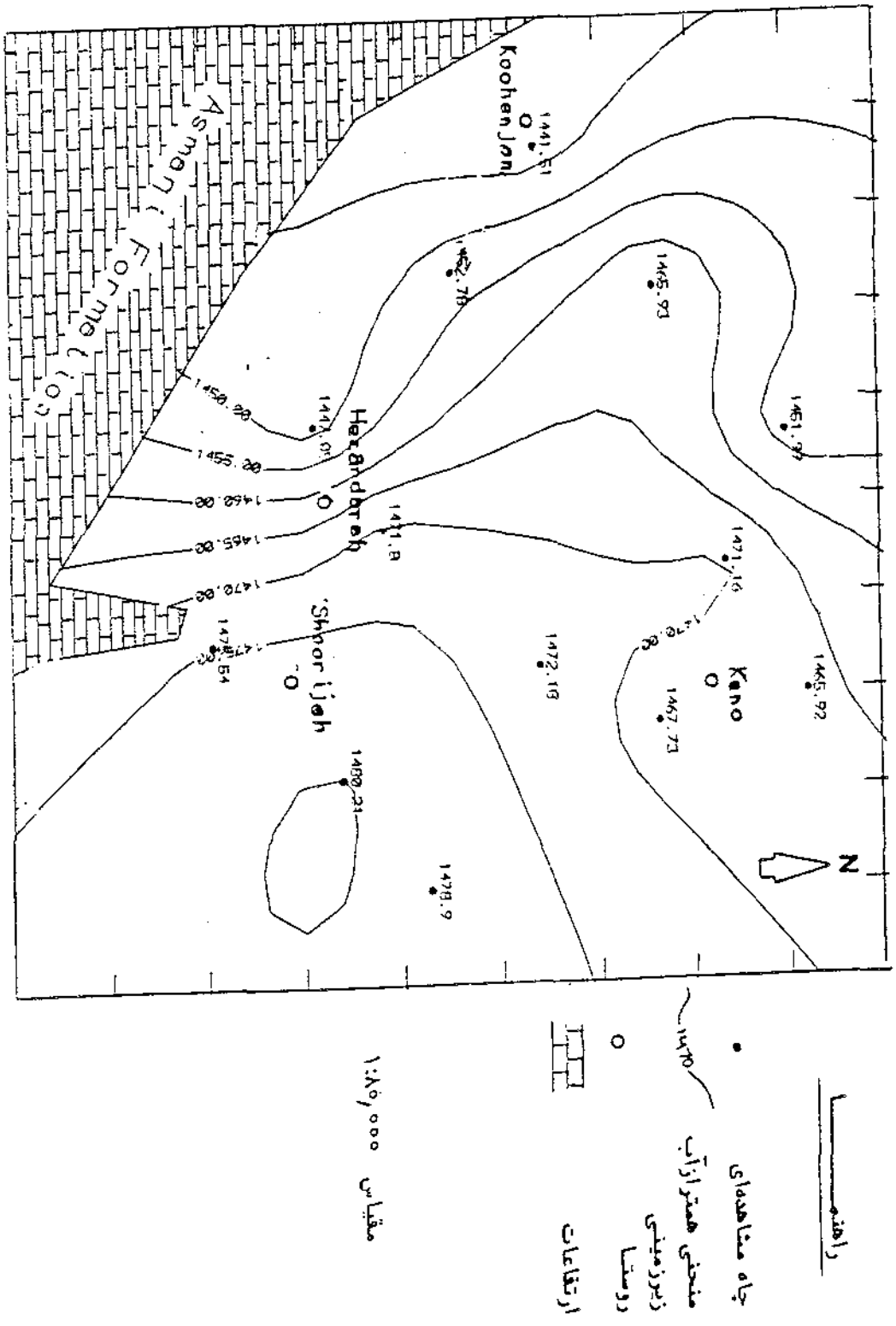
- بررسی آبهای زیرزمینی در محدوده انتخاب شده

باتوجه به نتایج اندازه‌گیری سطح آب در چاههای مشاهده‌ای (به‌وسیله امور مطالعات منابع آب استان فارس)، عمق و نحوه جریان آب زیرزمینی در محدوده انتخاب شده موردبررسی قرار گرفته است. شکل ۵ منحنی های هم عمق سطح آب زیرزمینی دشت سروستان در محدوده انتخاب شده را نشان می‌دهد. باتوجه به منحنی‌های هم‌عمق، عمق سطح آب از حاشیه ارتفاعات به طرف مرکز دشت به تدریج کاهش یافته و از ۵۰ متر به نزدیک ۲ متر می‌رسد. نکته قابل توجه این است که تغییرات عمق سطح آب در این منطقه بسیار شدید است. به‌طوری‌که در فاصله کوتاهی (حدود ۲/۵ کیلومتر) سطح آب از ۴۵/۲ متر در حوالی کوهنجان به ۲/۷ متر در مرکز دشت رسیده است که این مساله می‌تواند محدودیت‌هایی را درمورد اجرای پروژه تغذیه مصنوعی ایجاد نماید.

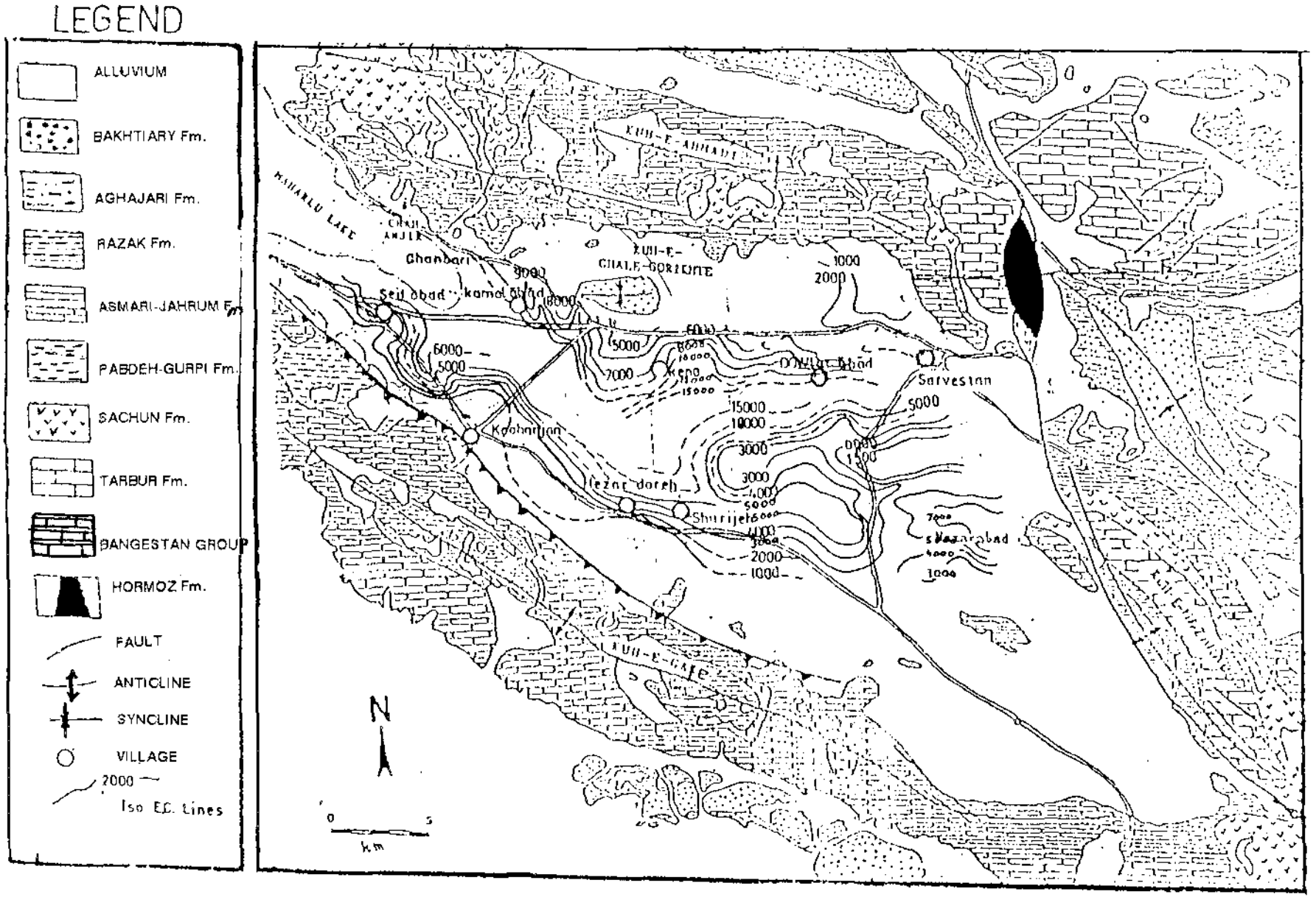
شکل ۶منحنی‌های هم‌تراز سطح آب زیرزمینی دشت سروستان را درحدفاصل روستاهای کوهنجان و شوریجه نشان می‌دهد. باتوجه به این منحنی‌ها، به‌نظرمی‌رسد دراین محدوده آب ازدشت به‌طرف ارتفاعات جریان دارد. لایه آبدار مرکزدشت دانه‌ریز بوده ومقاومت هیدرولیکی مسیر جریان آب ازمرکز دشت تا دریاچه مهارلو زیاد است، درحالی که در حاشیه ارتفاعات مخروط‌افکنه‌های درشت‌دانه‌ای موجود بوده و آبهای دشت می‌تواند ازطریق مخروط‌افکنه‌ها به آهکها جریان یافته و در راستای محور تاقدیس قره حرکت نماید.



شکل شماره ۵ : منحنی های همسان عمق سطح آب زیر زمینی درمحدوده انتخاب شده



شکل شماره ۶ : منحنی های هم‌تراز سطح آب زیر زمینی در محدوده انتخاب شده

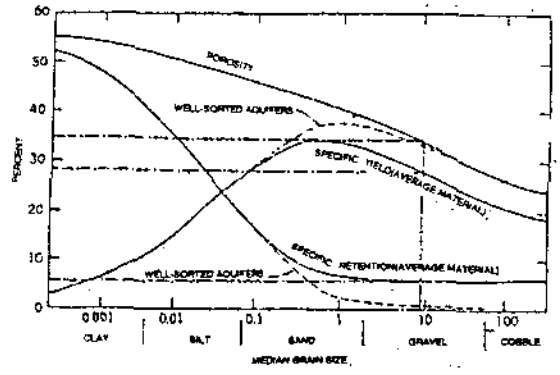


شکل شماره ۷: منحنی های همسان هدایت الکتریکی آبهای زیر زمینی دشت سروستان (امید جهبذ ۱۳۷۳)

شکل ۷ منحنی‌های همسان هدایت الکتریکی آبهای زیرزمینی دشت سروستان را نشان می‌دهد. باتوجه به این شکل میزان هدایت الکتریکی از حاشیه ارتفاعات به‌طرف دشت افزایش می‌یابد. به‌طوری که در مرکز دشت مقدار آن به حداکثر ۱۵۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر رسیده و امکان کشاورزی در بخش عمده‌ای از این دشت وجود ندارد. باانجام تغذیه مصنوعی کیفیت آبهای موجود به‌مراتب مناسب‌تر خواهد گردید.

- تعیین ظرفیت ویژه و نگهداشت ویژه آبرفت در محدوده انتخابی

باتوجه به بافت آبرفت که ازطریق آنالیز دانه‌بندی نمونه‌های تهیه شده از آبرفت در اعماق مختلف تعیین گردید و براساس منحنی ارائه شده در شکل ۸ مقادیر ظرفیت ویژه، نگهداشت ویژه و تخلخل آبرفت به طور متوسط محاسبه شده است. باتوجه به اینکه مقدار متوسط برابر ۹/۱ میلیمتر تعیین شده است، مقادیر تخلخل، ظرفیت ویژه و نگهداشت ویژه آبرفت به ترتیب برابر ۳۴٪، ۲۸٪ و ۶٪ محاسبه می‌شود. بنابراین درصورتی که اعداد فوق به‌عنوان مبنای محاسبات درنظر گرفته شود از مقدار حجم آب ورودی به آبرفت ازطریق تغذیه مصنوعی، حدود ۱۷/۵ درصد به صورت آبهای غیرقابل پمپاژ (هیگروسکوپی و موئینه) درآمده و بقیه (۸۲/۵ درصد) را می‌توان پمپاژ نمود.



شکل شماره ۸- برآورد مقادیر تخلخل، ظرفیت ویژه و نگهداشت ویژه خاک باتوجه به D50 آن
(اقتباس از کتاب Hydrogeology تالیف Davis و Dewiest)

طرح تغذیه مصنوعی پیشنهادی

با اجرای طرح انتقال آب از دشت شیراز به دشت سروستان، ۶ مترمکعب در ثانیه آب در ماههای آذر تا فروردین جهت تغذیه مصنوعی تامین خواهد شد. با توجه به اینکه در این مدت آب به طور مداوم و با دبی نسبتاً ثابت جریان خواهد داشت، مساحت حوضچه‌های تغذیه مصنوعی باید به‌نحوی انتخاب شود که آب منتقل شده بدون اینکه برروی زمین ذخیره گردد، به داخل زمین نفوذ نماید. بدین‌منظور می‌توان مساحت زمین را با فرمول زیر محاسبه نمود.

$$V = AI$$

که در این رابطه، V دبی آب ورودی، I نفوذپذیری و A مساحت لازم جهت نفوذ آب است. حجم آب ورودی دریک شبانه روز باتوجه به اینکه دبی ۶ مترمکعب در ثانیه است، برابر ۵۱۸۴۰۰ مترمکعب است. مقدار نفوذپذیری در ناحیه احداث حوضچه‌های تغذیه باتوجه به منحنی‌های هم‌نفوذ برابر ۱/۰۷ متر در روز تعیین گردیده است. در طرحهای تغذیه مصنوعی، معمولاً" به‌دلیل عوامل مختلف، نفوذپذیری به‌تدریج کاهش می‌یابد؛ و به‌همین دلیل مقدار نفوذپذیری برای طراحی حوضچه‌ها برابر ۰/۷ متر در روز درنظر گرفته شده است که البته این مقدار هم برای طرحهای تغذیه مصنوعی زیاد است ولی به‌علل زیر محدودیت چندانی ایجاد نمی نماید:

۱- آب انتقال یافته مجموعی از آبهای استحصال شده از زهکشها و چشمه‌های کارستی دشت شیراز (رواناب رودخانه‌ها) بوده و بنابراین رسوبات زیادی در آن معلق نبوده (لازم به ذکر است آب رودخانه‌ها در زمان سیلاب انتقال نخواهد یافت) و درنتیجه میزان کاهش نفوذپذیری در طول زمان زیاد نمی‌باشد.

۲- حدود ۵۰ هکتار زمین به‌عنوان حوضچه‌های رسوبگیر درنظر گرفته شده که می‌تواند رسوبات معلق را درخود ته‌نشین نماید. مقدار نفوذپذیری رسوبگیرها برابر صفر فرض شده درحالی‌که حداقل در سالهای اولیه بهره‌برداری بخش زیادی از آب ازطریق این حوضچه‌ها نفوذ خواهد نمود.

بنابراین باتوجه به مقادیر نفوذپذیری و حجم آب موجود، سطح لازم جهت طرح تغذیه مصنوعی درحدود ۷۵ هکتار برآورد می‌گردد و علاوه بر آن ۵۰ هکتار نیز به‌عنوان حوضچه رسوبگیر در طراحی سیستم پیشنهادی درنظر گرفته شده است. طول و عرض محدوده طرح تغذیه مصنوعی به‌ترتیب ۵۰۰۰ و ۲۵۰ متر بوده و طول و عرض حوضچه به‌ترتیب ۲۵۰ و ۵۰ متر طراحی شده است. بنابراین جمعاً" ۱۰۰ حوضچه (۲۰ ردیف ۵ تایی) در سیستم تغذیه مصنوعی پیشنهادی وجود دارد. آب به‌وسیله یک کانال اصلی به حوضچه‌های ابتدایی هر ردیف انتقال یافته و ازطریق دریچه‌هایی که در ابتدای آن تعبیه شده، به درون آن وارد می‌شود. در این طرح دو حوضچه اول هر ردیف به‌عنوان رسوبگیر و سه حوضچه بعدی به‌عنوان تغذیه‌کننده درنظر گرفته شده است. ارتفاع آب در حوضچه‌های تغذیه مصنوعی ۳۰ سانتیمتر می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

محدوده موردمطالعه باتوجه به مطالعات انجام شده شرایط مناسبی رابرای انجام تغذیه مصنوعی دارا است. آبرفت پوشاننده محل طرح دانه‌درشت بوده و وضعیت مناسبی را جهت نفوذدادن، نگهداری و استخراج آب دارا است. عمق سطح آب زیرزمینی در محل طرح پائین بوده و درنتیجه فضای کافی برای ذخیره آب زیرزمینی وجود دارد. ظرفیت ویژه (Specific Yield) متوسط آبرفت در محل طرح حدود ۲۸٪ محاسبه شده که مقدار مناسبی جهت ذخیره و انتقال آبهای ذخیره شده می‌باشد. لایه نفوذناپذیر پیوسته‌ای در بین محل تغذیه سطح و سفره آب زیرزمینی وجود ندارد. بخش زیادی از زمینهای موجود جزء مراتع بوده و به‌راحتی می‌توان آنها را جهت انجام طرح استحصال نمود. ناحیه موردنظر شیب مناسبی برای انجام پروژه تغذیه مصنوعی داشته و نفوذپذیری بخش اعظم محدوده طرح مناسب است و درمجموع وضعیت ایده‌آلی جهت انجام پروژه تغذیه مصنوعی در این محل موجود است.

علیرغم شرایط مناسب موجود در محل طرح، شرایط پائین‌دست برای انجام یک پروژه تغذیه مصنوعی

بزرگ مناسب نیست. اگر محدوده‌ای به‌طول محل انجام تغذیه مصنوعی (۵ کیلومتر) و عرض فاصله بین محل اجرای طرح تا مرکز دشت (۲/۴ کیلومتر) درنظر گرفته شود، باتوجه به منحنی‌های هم‌عمق (شکل ۵) میانگین عمق سطح آب در این محدوده (حداکثر ۴۵/۲ متر و حداقل ۲/۷ متر) حدود ۲۴ متر می‌گردد و باتوجه به اینکه ظرفیت ویژه متوسط آبرفت ۲۸٪ است، حجم فضای خالی آبرفت در بالای سطح آب زیرزمینی فعلی برابر ۸۰/۶۴ میلیون مترمکعب محاسبه می گردد، که این مقدار تقریباً برابر مقدار آب نفوذی در طی ۵ ماه آذر تا فروردین (۷۷/۸ میلیون مترمکعب) است و بنابراین تغذیه این حجم بالای آب موجب بالا آمدن سطح آب در پائین دست و غرقاب شدن محدوده مجاور طرح می‌گردد. حتی اگر سرعت جریان آب زیاد باشد به‌نحوی که در این مدت آب از محدوده مرکز دشت که سطح آب حدود ۲/۷ متر است عبور نماید و به‌طرف دریاچه مهارلو جریان یابد باتوجه به دانه‌ریزبودن آبرفت، در این ناحیه نیز سطح آب بالا آمده و دشت را غرقاب می‌نماید.

بنابراین اگر چه محل طرح از نظرات مختلف جهت نفوذدادن و ذخیره آب مناسب است ولی وضعیت مناطق پائین‌دست موجب ایجاد محدودیت‌هایی گردیده به‌نحوی که نمی‌توان طرح تغذیه مصنوعی را به‌عنوان یک گزینه مناسب انتخاب نمود. بنابراین پیشنهاد می‌شود در طرحهای بزرگ تغذیه مصنوعی علاوه‌بر مطالعات امکان‌یابی نفوذ و ذخیره آب در سفره‌های زیرزمینی، تاثیر انجام تغذیه مصنوعی برروی آبخوان‌های پائین‌دست نیز مطالعه شده و بااستفاده از مدلهای ریاضی، نحوه تغییرات سطح آب زیرزمینی پس ازاجرای طرح موردبررسی قرار گیرد. درصورتی‌که هیچ مشکلی در پائین‌دست ایجاد نگردد می‌توان به توجیه‌پذیری فنی طرح تغذیه مصنوعی اطمینان داشت.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از مدیریت محترم شرکت مهندسی مشاور پاراب فارس که امکانات لازم جهت تهیهٔ این مقاله را مهیا نموده و نیز از همکاری مسئولین دانشگاه شیراز کمال سپاسگزاری را دارند.

مراجع

۱ – مهندسین مشاور پاراب فارس، مطالعات مرحله اول جمع‌آوری منابع آب دشت شیراز و انتقال به دشت سروستان، جلد چهارم " سیمای طرح "، ۱۳۷۶.

۲ - جهبذ، امید، " بررسیهای هیدروشیمیایی حوضه آبخیز سروستان با تاکید بر نقش سازندهای زمین‌شناسی "، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، ۱۳۷۳.

۳ – کوئینکا، ریچارد، " اصول طراحی سیستمهای آبیاری "، ترجمه و اقتباس امین علیزاده، انتشارات آستان قدس رضوی.

4- Davis, S.N., and R.J.M. Dewiest, 1966. " Hydrogeology ", John Wiley & Sons, Inc., New York.

Feasibility Study of Artificial Recharge of Sarvestan Plain by Transfering Water from the Shiraz Plain.

H. Hojjati E. Reaisi

Abstract

The water table is high in the shiraz plain. During some months of the year, parts of surface runoff from the shiraz plain discharges to the Maharloo Lake without being effectively used and is then evaporated.

Previous studies show that by construction of a drainage system in the south - eastern part of the shiraz plain and the surface runoff of the khoshk and chenar Rahdar rivers, it is possibble to obtain average flowrates of 6 m^3/sec and 3m^3/sec during wet and dry months respectively. This water should be transferred to the sarvestan plain for agricultural use. In the dry months, this water can be directly used for irrigation, but during the wet months two alternatives are recommended for water storage, namely construction of a storage dam or artificial recharge.

The alluvial fans located at the foot of the Ghare Mountain have been selected for artificial recharge. For this purpose a number of parameters including permeability at ground surface and various depths (using the Double Ring Method), sieve analysis, soil texture at various depths, and water table level were determined for the study area. The iso-infiltration, iso potential, iso-EC, iso-chloride, and iso- sulfate maps were plotted for the measured data.

These results indicate that since the alluvial fans are permeable and that no impervious layers exist between the ground surface and water table, the site is suitable for artificial recharge. But since the water table level is high downstream of the project area, artificial recharge wil cause the water table to rise greatly in major parts of the recharge area such that it may even submergesd the plain. In such conditions, construchin of a drainage system will not be efficient for lowering the water table because the recharge water will drain out in the winter. In such conditions, construction of a storage dam is more acceptable.

The results of this investigation indicate that the infiltration potential of the site is not the only parameter that should be considered for determining the suitability of the site for artificial recharge, but other parameters such as downstream water table level, direction of ground water, capacity of the unsaturated part of the aquifer and volume of the recharge water should also be considered.