

بررسی عملکرد سامانه‌ی پخش سیلاب و تغذیه‌ی مصنوعی آبخوان باغ سرخ شهرضا بر کمیت و کیفیت سفره‌ی آب زیرزمینی

سید سعید اسلامیان^{1*} و احمد گودرزی

دانشیار گروه آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان؛ saeid@cc.iut.ac.ir

کارشناس سد و شبکه، شرکت آب منطقه‌ای لرستان؛ Godarzi.ahmad@gmail.com

چکیده

افزایش مصرف آب، کاربرد روش‌های تغذیه‌ی مصنوعی را برای غنی کردن منابع آب زیرزمینی افزایش داده است. تغذیه‌ی مصنوعی روشی است که با کمک آن می‌توان آب مازاد را برای مصرف در زمان‌های کم آبی در زیر زمین ذخیره کرد. هدف از این تحقیق بررسی عملکرد سامانه‌ی پخش سیلاب و تغذیه‌ی مصنوعی آبخوان باغ سرخ شهرضا، و نقش آن در افزایش ذخیره و بهبود کیفیت سفره‌ی آب زیرزمینی منطقه می‌باشد. برای بررسی عملکرد این طرح‌ها، منطقه‌ای به وسعت 1570 کیلومتر مربع در دشت شهرضا، جنوبی در نظر گرفته شد. آمار مربوط به نوسانات سطح ایستابی در 20 چاه مشاهده‌ای و چند رشته قنات شاخص در این منطقه از 5 سال قبل از آبیگری طرح‌ها (1365) تا 1381 تهیه و مورد بررسی قرار گرفت. نوسانات سالانه‌ی سطح ایستابی نشان دهنده‌ی بالا آمدن سطح ایستابی بعد از آبیگری این طرح، می‌باشد. آبیگری نوبت اول و دوم با افزایش بیش از یک متر سطح آب زیرزمینی نسبت به سایر آبیگری‌ها بیشترین تأثیر را در افزایش سطح سفره‌ی آب زیرزمینی منطقه داشته است. کاهش نفوذپذیری در سطوح رسوب گرفته، هدر رفت سیلاب از طریق تبخیر، بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی بویژه در فصول خشک، و وقوع خشکسالی‌های اخیر با شدت بالا سبب کاهش تأثیر شبکه در افزایش رقوم سطح و کیفیت آب زیرزمینی منطقه شده است.

واژه‌های کلیدی: پخش سیلاب، تغذیه‌ی مصنوعی آبخوان، سطح ایستابی، کیفیت آب زیرزمینی

مقدمه

مشکلاتی بوجود آورده که مهمترین آنها آلودگی آب‌ها می‌باشد، در حالی که در مناطق خشک که ظرفیت محدود دارند، مشکل عمده کاهش شدید این ذخایر است. بنابه گزارش بهنیا (1367) یکی از راه‌های مفید در تأمین آب مورد نیاز بخش‌های مختلف، مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک، و مقابله با بحران‌های ناشی از خشکسالی، کمک به افزایش ذخائر آب زیرزمینی و جلوگیری از خشک شدن قنوات با مهار کردن سیلاب‌ها و تغذیه‌ی مصنوعی آبخوان‌ها می‌باشد. Bell و Hamill (1986) گزارش کردند که تغذیه مصنوعی ممکن است

منابع آب زیرزمینی، به عنوان ذخیره‌ی ارزشمند و زیر بنایی توسعه کشورها، همواره مدنظر بوده و در این راستا تلاش گردیده است تا ضمن شناخت توانایی‌های این منابع میزان مصرف آن‌ها نیز معلوم گردد. بر اساس گزارش وکیلی (1375)، از مجموع 130 میلیارد متر مکعب آب قابل دسترس، حجم برداشت از آب‌های زیرزمینی ایران 45 میلیارد متر مکعب است. Wulff (1968) [نقل قول از کباحیرتی (1380)] اعلام کرد استفاده گسترده از منابع آب زیرزمینی جهت مصارف مختلف در مناطقی که دارای توان بالایی از نظر ذخایر قابل بهره‌برداری می‌باشند،

¹ نویسنده مسئول، آدرس: اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب.

* دریافت: 83/11/24 و پذیرش: 84/10/22

سفره بر اثر تغذیه‌ی مصنوعی و تغییرات سطح و تراز آبی مورد نیاز می‌باشد.

در این مقاله کمیت و کیفیت آب سفره‌ی زیرزمینی پایین دست منطقه‌ی اجرای طرح‌های پخش سیلاب و تغذیه‌ی مصنوعی باغ سرخ شهرضا، قبل و بعد از اجرا، مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

شهرستان شهرضا در فاصله‌ی 85 کیلومتری جنوب اصفهان واقع شده است که به دلیل نوع تراکم بارندگی در پاییز و زمستان، در بخش مهمی از سال با معضل کم آبی مواجه می‌باشد و بارش‌های شدید و کوتاه مدتی نیز که در چند روز از سال اتفاق می‌افتد، به صورت طغیانی بوده و حجم زیادی از آب حاصل هدر رفته و گاهی نیز به صورت سیلاب‌های فصلی باعث زیان و خسارت می‌شوند. به گزارش اداره‌ی مطالعات و طراحی مدیریت آبخیزداری استان اصفهان (1367)، طرح‌های بررسی شده در 25 کیلومتری جنوب شهرضا و در فاصله 5 کیلومتری جنوب غربی روستای باغ سرخ در سمت غرب رودخانه اسفرجان از سرشاخه‌های باتلاق گاوخونی با مختصات جغرافیایی طول 5200 شرقی و عرض 31°49 شمالی به ارتفاع 2000 متر از سطح دریا و در بالادست قنوت باغ سرخ واقع شده‌اند. حوزه‌ی آبریز این طرح‌ها در حدود 323 کیلومتر مربع وسعت دارد. مهم‌ترین تشکیلات موجود در حوضه آبریز آهک، پلمه سنگ و آهکراس می‌باشد. در وسط این حوضه آبریز یک رودخانه دائمی جریان دارد که حوضه آبریز را زهکشی می‌کند. میانگین برآورد شده‌ی سیلاب 5 ساله‌ی رودخانه 32/9 مترمکعب بر ثانیه است. این رودخانه در مواقع غیر سیلابی دارای رسوبات معلق ناچیزی است. حداکثر میزان مشاهده شده مقدار رسوب 32/5 تن در روز می‌باشد. مقدار رسوب سالانه رودخانه اسفرجان که طرح‌ها از آن آنگیری می‌شوند، 10/4 هزار مترمکعب می‌باشد. به طور کلی اراضی محل اجرای طرح دارای بافت خاک، سطحی سنگین تا متوسط (سیلنتی لومی-سیلنتی رسی) و بافت خاک عمقی سبک (شنی - شنی لومی)، میزان آهک 15 تا 35 درصد، واکنش خاک قلبایی متوسط، هدایت الکتریکی کمتر از 3 دسی زیمنس بر متر، میزان کربن آلی خیلی کم (کمتر از 0/4 درصد)، میزان ازت کل ناچیز (کمتر از 0/05 درصد)، میزان پتاسیم قابل جذب متوسط (250-150 میلی‌گرم در کیلوگرم) می‌باشد. بر اساس آزمایش‌های نفوذپذیری به عمل آمده توسط آقای رضایی (1377)، این اراضی از نظر شدت نفوذپذیری خاک سطحی (عمق صفر تا بیست سانتیمتری خاک) دارای محدودیت متوسط

با کاربرد چند روش انجام شود. این روش‌ها شامل حوضچه‌ها و چاه‌های تغذیه می‌باشند. حوضچه‌ها در مناطق وسیعی از دنیا برای تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی مورد استفاده قرار می‌گیرند. کردوانی (1374)، کرمی (1375) و سامانی (1370) تغذیه سفره‌های آب‌های زیرزمینی را از طریق ایجاد شبکه‌های پخش سیلاب دارای محاسنی به شرح زیر دانسته‌اند:

- مهار کردن سیلاب‌ها و کاهش میزان فرسایش آبی؛
- جلوگیری از فرونشست زمین بر اثر برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی؛
- ذخیره‌ی آب در سفره‌های زیرزمینی جهت افزایش آبدهی چاه‌ها و قنوت؛
- کاهش حساسیت خاک نسبت به فرسایش بادی؛
- بهبود کیفیت آب‌های زیرزمینی.

تاکنون در بسیاری از نقاط ایران طرح‌های تغذیه‌ی مصنوعی و شبکه‌های پخش سیلاب اجرا شده و مورد بهره برداری قرار گرفته است. توکلی (1362) گزارش کرد [به نقل از کیاحیرتی (1380)] اکثر طرح‌ها در دامنه‌های جنوبی البرز و دامنه‌ی شرقی زاگرس احداث شده است. این گونه طرح‌ها مربوط به دو دوره می‌باشند. دوره اول طرح‌هایی است که تا سال 1365 در کنار شبکه‌های بزرگ و پیشرفته‌ی آبیاری و به صورت حوضچه احداث شده است، از جمله طرح‌های دشت ورامین، گرمسار و قزوین. طرح‌های دوره دوم به دنبال بروز بحران کمبود آب در مناطق مرکزی در کنار مسیل‌ها و رودخانه‌ها اجرا شده است و بعضاً در سال از یک یا چند سیلاب برای تغذیه بهره‌گیری می‌کنند. از جمله این طرح‌ها عبارتند از: سد تغذیه‌ای در رودخانه گلروبار سمنان، طرح‌های پخش سیلاب نظیر تنگ ارم برازجان، مهدی آباد فسا و خضرآباد یزد.

ارزیابی طرح‌های تغذیه‌ی مصنوعی کار نسبتاً پیچیده‌ای می‌باشد. در بسیاری از طرح‌ها، زمان تغذیه بسیار محدود و منوط به یک و یا چند سیلاب در سال است. به گزارش رحمانیان (1365) یکی از مهم‌ترین مشکلات برای انجام ارزیابی فقدان آمار و اطلاعات دوره بهره‌برداری می‌باشد (کمبود آمار و اطلاعات از یکسو و فقدان برنامه مطالعاتی متناسب با ویژگی‌های حوضه آبخیز و شرایط اقلیمی از سوی دیگر مانعی برای دستیابی به اهداف مطالعاتی و طراحی صحیح می‌باشد). ترحمی (1376) گزارش کرد که برای سنجش بازدهی طرح‌ها، بررسی معیارهایی از قبیل دقت مطالعات برای انتخاب محل و روش تغذیه‌ی مصنوعی، میزان کورشدگی سامانه‌های تغذیه‌ی مصنوعی در شرایط کنونی، حجم آب وارد شده به

مربوط به آبدهی ماهانه‌ی پنج رشته قنات شاخص منطقه با نامهای ولدان، مقصودیگ، شریف آباد، الله‌آباد و مسینه در همان فاصله زمانی تهیه گردید.

جمع آوری اطلاعات مربوط به کیفیت آب قنات‌ها در محدوده‌ی مورد مطالعه

برای بررسی عملکرد سامانه‌ها بر کیفیت آب منطقه، نتایج تجزیه‌ی شیمیایی آب چند رشته قنات موجود در منطقه در طی سال‌های 81-1365 از سازمان آب استان تهیه گردید (جدول 4).

شیوه‌ی ارزیابی اثر اجرای طرح بر نوسانات سطح سفره‌ی آب زیرزمینی

این بخش از مطالعات در دو قسمت انجام شده است. در قسمت اول، بررسی نوسانات سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای محدوده‌ی مطالعاتی در زمان آبدگیری طرح و ماه بعد از آبدگیری صورت پذیرفت. در قسمت دوم به منظور بررسی روند نوسانات سطح ایستابی در کل محدوده به کمک مساحت مربوط به هر چاه، و با استفاده از ارقام ارتفاع مطلق سطح آب چاه‌ها و رابطه‌ی تیسن، میانگین ارتفاع مطلق سطح آب در محدوده مورد مطالعه از مهرماه 1365 تا مهرماه 1381 محاسبه و رسم گردید. فرمول تیسن در زیر آورده شده است:

$$\bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i H_i}{\sum a_i} \quad (1)$$

که در آن:

\bar{H} = میانگین ارتفاع مطلق سطح آب ماهانه در محدوده‌ی مورد مطالعه بر حسب متر
 H_i = ارتفاع مطلق سطح آب زیرزمینی ماهانه در چاه i ام بر حسب متر
 a_i = مساحت مربوط به هر چند ضلعی در چاه i ام بر حسب کیلومتر مربع
 i = شماره چاه
 n = تعداد چاه که در این مقاله از 1 تا 20 می‌باشد

نتایج و بحث

الف - تأثیر سامانه‌ی پخش سیلاب و تغذیه‌ی مصنوعی بر نوسانات سطح سفره‌ی آب زیرزمینی

در هر بار آبدگیری این طرح‌ها، حجم قابل ملاحظه‌ای آب به سفره آب زیرزمینی اضافه شده است. در آبدگیری سال 77-76، که از تاریخ 76/12/28 تا 77/1/28 طول کشیده است، اگر مقدار نفوذ را در بستر تأسیسات، که حدود 110 هکتار وسعت دارد، تنها 1 سانتیمتر بر ساعت

(نفوذپذیری 0/7 سانتیمتر در ساعت) و آبدگیری خاک عمقی (عمق بیش از 120 سانتیمتری) خیلی سریع (بیش از 25 سانتی متر در ساعت) می‌باشد. این خاک‌ها در گروه آبدشناسی BC قرار دارند.

طرح تغذیه مصنوعی شهرضا در سال 1367 به وسیله سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان طراحی و اجرا شده است. این طرح شامل 6 حوضچه به ابعاد 150*50 و ارتفاع 3 متر می‌باشد که تا کنون چهار بار در سال‌های 70-71، 76-77، 77-78 و 80-81 بطور کامل آبدگیری شده است. در کنار این طرح و به منظور بهره‌گیری از سیلاب رودخانه اسفرجان طرح پخش سیلاب باغ سرخ در سال 73-1372 طراحی و اجرا شد. این طرح شامل 10 نوار به وسعت 105 هکتار می‌باشد و در سال‌های 77-76، 77-78 و 80-81 بطور کامل آبدگیری شده است.

جمع آوری اطلاعات اولیه

الف - جمع آوری اطلاعات مربوط به بارندگی در محدوده‌ی مورد مطالعه

برای دستیابی به اطلاعات مربوط به بارندگی ماهانه محدوده مورد مطالعه طی سال‌های 1365 تا 1381 سه ایستگاه هواشناسی ایزدخواست، مهبیار و مقصودیگ انتخاب و آمار بارندگی از سالنامه‌های آماری سازمان هواشناسی استان اصفهان استخراج گردید. در جدول (1) مشخصات این ایستگاه‌ها آورده شده است.

ب - جمع آوری اطلاعات مربوط به سطح آب زیرزمینی چاه‌های مشاهده‌ای در محدوده‌ی مورد مطالعه

آبخوان آبرفتی این حوزه در پهنه‌ی اصلی دشت شهرضا جنوبی شکل گرفته است. نوع آبخوان دشت آزاد می‌باشد. البته آبخوان تحت فشاری به صورت یک نوار کم عرض در حاشیه غربی دشت گزارش شده است که در گذشته دارای توان مناسبی بوده و چاه‌های حفاری شده در آن به صورت خود جریان، تخلیه می‌شده‌اند. محدوده‌ای که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است حدود 1570 کیلومتر مربع وسعت داشته و در مرکز این دشت واقع شده است (شکل 1). این محدوده در حقیقت در برگیرنده‌ی 20 حلقه چاه مشاهده‌ای است که به وسیله‌ی سازمان آب منطقه‌ای استان اصفهان اندازه‌گیری‌های مربوط به ارتفاع سطح آب در آن‌ها انجام شده است. آمار ماهانه‌ی مربوط به ارتفاع مطلق سطح آب (تفاضل مطلق نقطه‌ی نشانه چاه با عمق سطح آب از نقطه‌ی نشانه) در فاصله زمانی مهر 1365 تا مهر 1381 از آمارهای سازمان آب استان استخراج گردید (جدول 3). در جدول (2) مشخصات چاه‌های مشاهده‌ای انتخاب شده آمده است. همچنین آمار

یا نمکی باشند، که در این صورت، عبور آب از این سازندها باعث شسته شدن نمک و املاح شده و از کیفیت آب زیرزمینی می‌کاهد.

به منظور بررسی تأثیر سامانه‌ی تغذیه مصنوعی بر کیفیت آب زیرزمینی منطقه‌ی مورد مطالعه نتایج تجزیه آب پنج رشته قنات موجود در منطقه از سازمان آب استان اصفهان تهیه شد که در جدول (4) آورده شده اند.

از آنجا که اطلاعات کافی در خصوص کیفیت آب قنات در سال‌های قبل و بعد از آبیگری در دو دوره‌ی آبیگری، و همچنین کیفیت سیلاب در طرح باغ سرخ در دسترس نمی‌باشد، به طور دقیق نمی‌توان درباره‌ی اثرات مثبت و یا منفی آن بر کیفیت آب زیرزمینی منطقه قضاوت کرد، ولی با توجه به آمار موجود، و مقایسه‌ی آمار سال‌های 71 و 78 که آبیگری در ابتدای آنها صورت گرفته است، با بقیه‌ی سال‌ها، به نظر می‌رسد که این طرح تأثیر مثبت و یا منفی بر کیفیت آب نداشته است. این در حالی است که کیاحیرتی (1380) در مطالعه‌ی طرح پخش سیلاب دشت موغار اردستان، به این نتیجه رسید که سامانه مزبور در بهبود کمی و کیفی آب زیرزمینی منطقه مؤثر نبوده است. وی دلایل عدم موفقیت این طرح را برخوردار نبودن بستر عرصه‌ی پخش سیلاب از نفوذپذیری بالا، حساسیت بالای حوضه‌ی آبخیز به فرسایش آبی توأم با رواناب‌های مکرر، ورود و انباشته شدن رسوبات ریزدانه با حجم و ضخامت زیاد در نوارها، کاهش نفوذپذیری بر سطوح رسوب گرفته شده نوارها در اثر پدیده‌ی مویبگی و هدر رفتن سیلاب به صورت تبخیر دانسته است.

نتیجه گیری و پیشنهادها

نتایج این تحقیق نشان می‌دهند که اجرای طرح پخش سیلاب و تغذیه‌ی مصنوعی باغ سرخ شهرضا تأثیر خوبی (بیش از یک متر) بر افزایش سطح آب زیرزمینی منطقه داشته است. گسترش و اصلاح بستر نفوذ در این طرح‌ها حجم آب استحصال شده را افزایش خواهد داد. رضایی (1377)، در بررسی پدیده‌ی انسداد در بستر تأسیسات نفوذ به این نتیجه رسید که برداشتن یک لایه 10 سانتی متری از خاک بستر، برای بازیابی مؤثر نفوذ، کافی خواهد بود. با نمونه‌گیری از آب مورد تغذیه و تجزیه‌ی شیمیایی آن، همچنین نمونه‌گیری از آب چاه‌های منطقه زیردست طرح، می‌توان اثرات اجرای طرح را بر کیفیت آب زیرزمینی به طور دقیق مطالعه کرد.

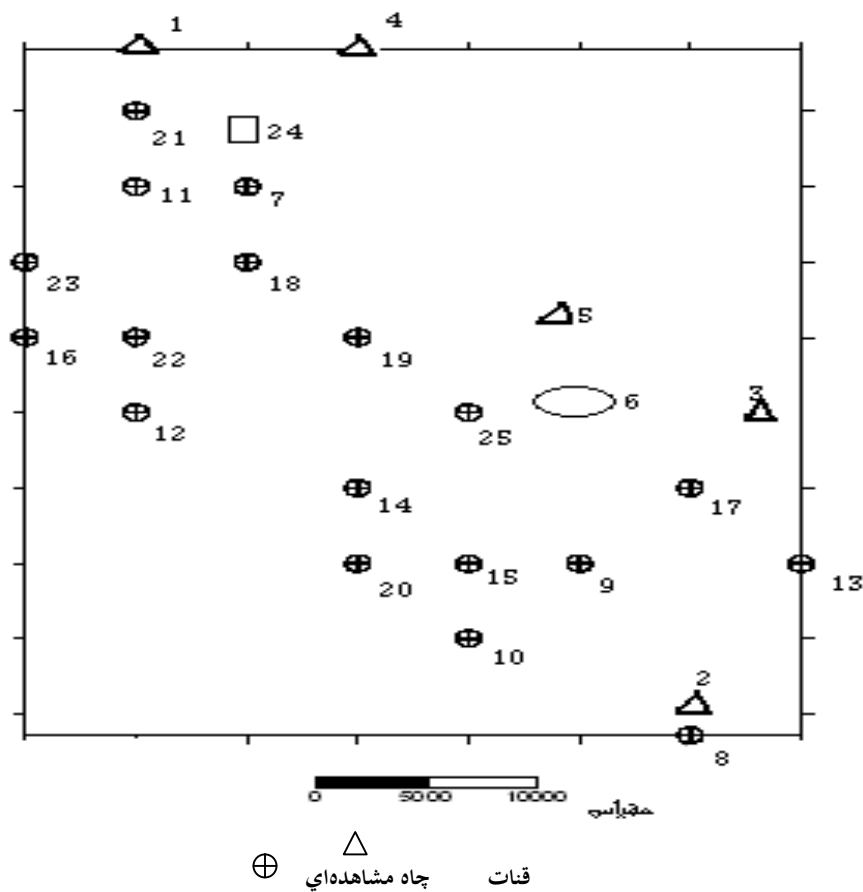
در نظر بگیریم، در این مدت حجم آب استحصال شده بالغ بر 7/9 میلیون متر مکعب می‌باشد. البته این مقدار با در نظر گرفتن مقدار تبخیر است که می‌تواند در افزایش سطح آب زیرزمینی بسیار مؤثر باشد.

نوسان‌های سطح آب چاه‌های محدوده مورد مطالعه در جدول (3) آورده شده است. همچنین به عنوان نمونه، آب‌نمای چاه‌های مشاهده‌ای موسی آباد، جاده‌ی اسفرجان، سولار و جنوب باغ سرخ از اسفند 65 تا مهر 81 در شکل‌های 2 تا 5، و کل منطقه در شکل 6 نشان داده شده‌اند. همچنین با استفاده از داده‌های بدست آمده از رابطه‌ی (1)، آب‌نمای تغییرات سطح ایستابی کل منطقه مورد مطالعه رسم شده است. بررسی این آب‌نماها تأثیر مثبت طرح را بر افزایش سطح ایستابی نشان می‌دهد. این تأثیر در همه‌ی چاه‌ها یکسان نبوده است. در چاه‌های جاده‌ی اسفرجان، سولار و جنوب باغ سرخ، افزایش سطح ایستابی در ماه بعد از آبیگری، به خصوص در دوره‌های 70-71 و 76-77 بسیار چشمگیر بوده است (بیش از 5 متر)؛ این در حالی رخ داده که در چاه موسی آباد در همین دوره‌ها سطح ایستابی 0/89 متر کاهش داشته است. این اختلاف ممکن است از عوامل متعددی همچون بافت خاک منطقه، میزان تخلیه و فاصله از محل اجرای طرح ناشی شده باشد که به نظر می‌رسد عمده‌ترین آنها همان فاصله‌ی زیاد چاه موسی‌آباد از محل اجرای طرح می‌باشد. آب‌نمای سطح ایستابی کل منطقه به خوبی افزایش سطح ایستابی را در ماه بعد از هر آبیگری نشان می‌دهد. نکته‌ی قابل توجه در شکل‌های 2 تا 6 و جدول (3)، کاهش تأثیر آبیگری طرح در دوره‌های 77-78 و 80-81 می‌باشد. این کاهش ممکن است به دلیل افزایش برداشت از سفره آب‌های زیرزمینی، خشکسالی، و همچنین کاهش عملکرد طرح در طی چند بار آبیگری و انسداد بستر نفوذ در محل اجرای طرح‌ها باشد.

ب- تأثیر سامانه‌ی پخش سیلاب و تغذیه‌ی مصنوعی بر کیفیت آب زیرزمینی

به گزارش علیزاده (1374)، کیفیت آب زیرزمینی همان کیفیت آب جوی است که در حین عبور از درون سنگ‌ها تغییر نموده و دگرگونی‌های آن به عواملی همچون کانی‌هایی که با آب در تماس هستند، حرارت، شرایط فشار و مدت زمانی که آب و کانی‌ها در واکنش قرار می‌گیرند بستگی دارد.

یکی از معایب طرح‌های پخش سیلاب و تغذیه‌ی مصنوعی، اثر نامطلوب این طرح‌ها بر کیفیت آب زیرزمینی است. این پدیده زمانی اتفاق می‌افتد که آب مورد تغذیه کیفیت خوبی نداشته و یا سازندهای زیرین گچی و



- ۱- الله آباد
- ۲- امین آباد
- ۳- مقصودبیک
- ۴- شریف آباد
- ۵- ولندان
- ۶- طرح پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی باغ سرخ
- ۷- اراضی اسفله سالار
- ۸- امین آباد
- ۹- بین مقصود بیک و امین آباد
- ۱۰- جاده اسفرجان
- ۱۱- جاده بروجن
- ۱۲- جاده پاتله
- ۱۳- جاده رامشه
- ۱۴- جاده یحیی آباد
- ۱۵- جنوب باغ سرخ
- ۱۶- جنوب قصرچم
- ۱۷- جنوب میرآباد
- ۱۸- زیارتگاه
- ۱۹- سولار
- ۲۰- شرق یحیی آباد
- ۲۱- دره چفاده
- ۲۲- قصرچم

شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه

جدول 1- مشخصات ایستگاههای هواشناسی در منطقه مورد مطالعه

نام ایستگاه	طول جغرافیائی	عرض جغرافیائی	ارتفاع (متر)	سال تأسیس	نوع ایستگاه
ایزد خواست	52° 08'	31° 32'	2150	1355	تبخیر سنج
مقصود بیگ	51° 59'	31° 50'	1980	1345	تبخیر سنج
مهیار	51° 48'	32° 16'	1650	1346	کلیماتولوژی

جدول 2- مشخصات چاههای مشاهدهای محدودهی مورد مطالعه

ردیف	محل	مختصات روی نقشه	ارتفاع مطلق نقطه نشانه(متر)	تاریخ شروع آماربرداری	مختصات در سامانه UTM	
					X	Y
1	اراضی اسفه سالار	35M4-43D	1835/24	60-61	580000	3535000
2	امین آباد	39T4-2D	2061/93	60-61	600000	3500000
3	بین امین آباد و مقصودیگ	38R4-2D	2033/53	59-60	595000	3510000
4	کنار جاده اسفرجان	37S4-1S	2116/40	62-63	590000	3505000
5	جاده بروجن	34M4-14D	1853/28	62-63	575000	3535000
6	اول جاده پاتله	34P4-1D	1953/21	60-61	575000	3520000
7	جاده رامشه	40R4-1D	1999/55	60-61	605000	3510000
8	جاده یحیی آباد	38R4-1D	1981/57	60-61	585000	3515000
9	جنوب باغ سرخ	37R4-1D	2025/87	60-61	590000	3510000
10	جنوب غرب قصرچم	33O4-1D	1999/20	60-61	570000	3525000
11	جنوب میرآباد	39Q4-1D	1979/16	62-63	600000	3515000
12	دره چخاده	34L4-1D	1813/29	62-63	575000	3540000
13	زیارتگاه	35N4-2D	1862/97	62-63	580000	3530000
14	سولار	34O4-2D	1899/85	60-61	585000	3525000
15	شرق یحیی آباد	36R4-1D	2102/85	60-61	585000	3510000
16	قصرچم	34O4-3D	1932/07	62-63	575000	3535000
17	غرب جاده شهرضا	34L4-29D	1831/54	60-61	575000	3540000
18	موسی آباد	33N4-12D	1961/41	60-61	570000	3530000
19	میدان امام	35L4-22D	1818/02	64-65	580000	3540000
20	وشاره	37P4-4S	1951/38	60-61	590000	3520000

جدول 3- تغییرات سطح ایستابی در چاه‌های مشاهده‌ای منطقه قبل و بعد از آبیگری (متر)

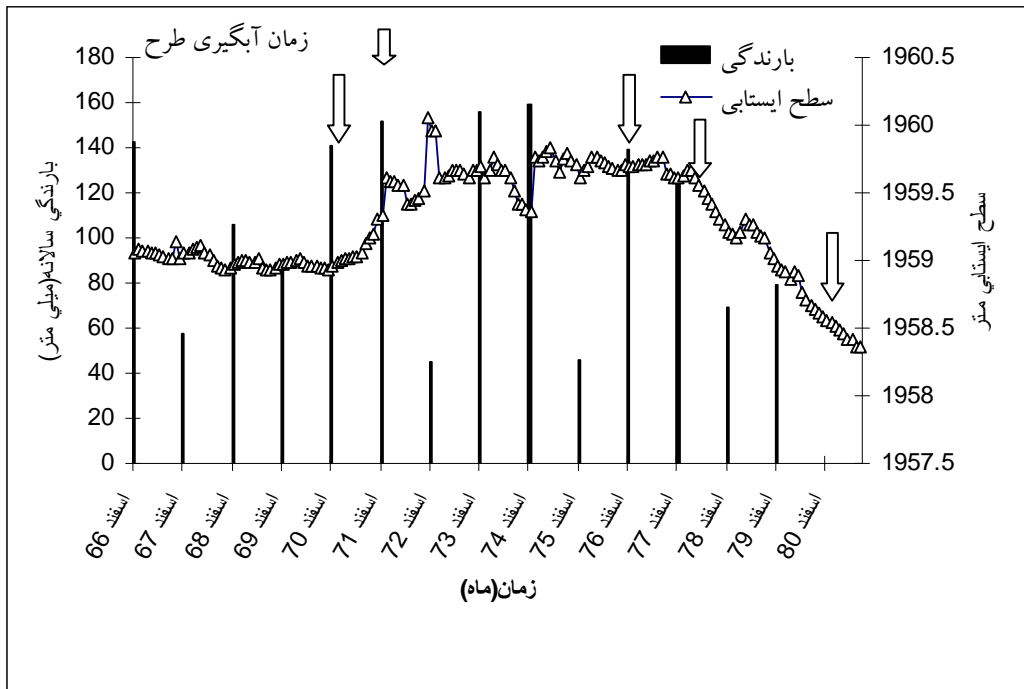
چاه مشاهده‌ای	70-71			76-77			77-78			۸۰-۸۱		
	ماه قبل از آبیگری	ماه آبیگری	ماه بعد از آبیگری	تغییرات سطح آب	ماه قبل از آبیگری	ماه آبیگری	ماه بعد از آبیگری	تغییرات سطح آب	ماه قبل از آبیگری	ماه آبیگری	ماه بعد از آبیگری	تغییرات سطح آب
جنوب میر آباد	1958/98	1958/93	1959/01	+0/03	1959/71	1959/7	1959/71	0	1959/66	1959/61	1959/61	+0/05
جاده اسفرجان	2104/09	2103/69	2108/2	+4/11	2107/94	2102/89	2102/52	+5/05	2107/49	2104/74	2103/69	+2/75
اسفند سالار	1807/3	1806/87	1808/77	+1/9	1812/38	1811/67	1810/99	+1/39	1810/23	1809/63	1809/33	+0/9
سولار	1875/7	1875/3	1878/85	+3/55	1880	1878/31	1878/4	+1/6	1878/1	1877/85	1877/5	+0/6
وشاره	1930/3	1930/28	1931/73	+1/45	1932/38	1932/52	1932/18	+0/2	1932/68	1932/5	1932/33	+0/35
امین آباد	2036/6	2036/13	2038/08	+1/95	2036/21	2036/4	2036/66	-0/45	2038/08	2038/93	2038/66	-0/58
زیارتگاه	1841/5	1841/11	1844/96	+3/85	1845/01	1842/61	1842/36	+2/65	1842/96	1842/71	1842/21	+0/75
جنوب باغ سرخ	1994/2	1993/28	1998/21	+4/93	1993/42	1993/4	1993/42	0	1993/42	1992/49	1992/47	+0/95
اول جاده‌ی پاتله	1911/31	1911/34	1911/41	+0/07	1913/76	1914/11	1914/26	-0/5	1913/91	1913/56	1914/21	-0/3
بین مقصود بیک	1999/93	2000/13	1999/63	-0/5	2001/96	2002/45	2002/53	-0/57	2000/85	2000/65	2000/73	+0/12
جاده‌ی رامشه	1973/54	1973/47	1973/69	+0/22	1978/79	1978/22	1978/14	+0/65	1979/09	1978/34	1978/36	+0/36
اراضی اسفند	*	*	*	*	1700/19	1700/99	1700/72	+0/47	1700/92	1701/3	1700/87	+0/05
جاده‌ی یحیی آباد	1937	1936/57	1936/97	+0/4	1937/3	1937/34	1937/24	+0/06	1937/18	1937/22	1937/19	-0/01
جنوب یحیی آباد	2068/3	2068/34	2068/27	-0/07	2069/09	2069/14	2069/24	-0/13	2068/74	2067/94	2068/74	0
دره‌ی چغاده	*	*	*	*	1782/63	1782/65	1782/73	-0/1	1782/78	1783/13	1782/75	+0/03
قصرچم	1913/95	1914/32	1913/97	-0/35	1914/62	1913/77	1913/97	+0/65	1913/72	1913/67	1913/67	+0/05
شهرضا(میدان امام)	1793/4	1792/54	1794/74	+2/18	1798/28	796/7	1796/17	+2/11	1797/02	1797/2	1796/22	+0/8
جاده‌ی بروجن	1818/97	1818/99	1818/97	-0/02	1819/87	1819/9	1819/9	-0/03	1819/87	1819/82	1819/87	0
موسی آباد	1913/7	1914/6	1913/95	-0/65	1912/26	1912/7	1913/15	-0/89	1912/26	1912/7	1913/15	-0/89
کل منطقه	1805/5	1805/4	1807	+1/5	1807/07	1806/6	1806/6	+1/07	1806/86	1806/5	1806/5	+0/36

جدول 4- نتایج حاصله از تجزیه شیمیایی نمونه‌های آب پنج رشته قنات در محدوده‌ی مورد مطالعه از سال 70 تا 79

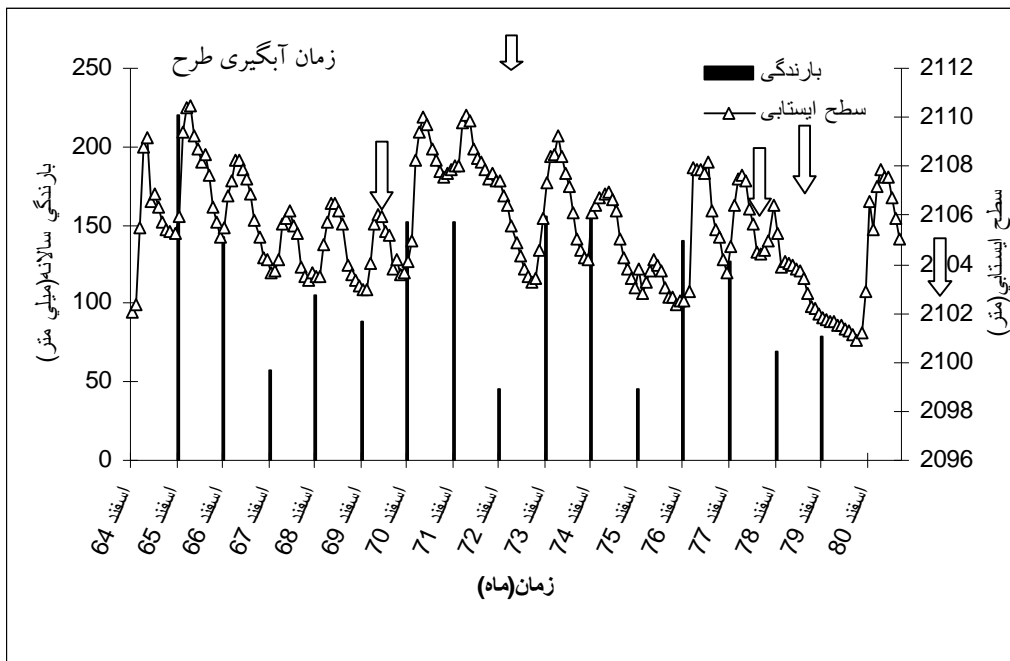
سال	SAR(meq/lit)					EC(ds/m)					Cl(meq/lit)					SO ₄ ²⁻ (meq/lit)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
70	5/27	3/07	2/3	4/7	6/1	2/33	0/99	0/89	0/78	4/4	11/1	2/2	2/4	2/2	31/6	11/2	6/3	4	3/4	11/6
71	4/48	4/46	1/99	4/13	6/21	2/46	11/4	1/03	0/86	4/3	11/2	3/2	2/2	28/8	10/7	6/5	5/8	4/2	11/9	
72	4/45	3/88	1/87	2/93	6/22	2/84	13	1/02	0/94	4/5	12	7/4	3/5	26	14/1	8/5	4/9	4	17/1	
73	4/38	3/41	1/93	2/88	6/57	2/82	12/8	0/98	0/9	4/3	12/4	2/3	2/6	26/8	12/5	8/1	4/1	5	13/9	
74	4/41	1/67	1/72	3/26	6/52	2/56	12	0/94	0/95	4/1	13/2	2/8	2/3	27/5	10/8	7/2	4	4/2	15/2	
75	4/49	1/85	2/13	3/51	13/5	2/5	11/9	1	0/93	4/5	12/5	2/7	3/1	33	11	7/33	3/1	4	13/9	
76	4/98	4/84	1/4	2/63	5/43	2/46	14/4	0/97	0/88	4/6	12/7	6/4	3/1	31/1	12	5/84	5	2/9	15/5	
77	-	-	-	-	-	-	15/9	2/5	0/95	4/5	13/6	7/2	3/1	28	-	-	-	-	-	
78	4/59	3/16	2/55	3/62	6/58	2/72	15/8	1	0/87	4/5	13/6	7/4	5/4	-	12/5	7/6	3/3	4/6	23/1	
79	-	2/63	1/96	3/49	5/48	2/59	16/6	1/34	0/92	4/4	12/8	6/21	3	28/8	13/8	6/21	11/7	4/2	13/3	

۱- ولندان 2- الله آباد 3- امین آباد 4- مقصودبیک 5- شریف آباد

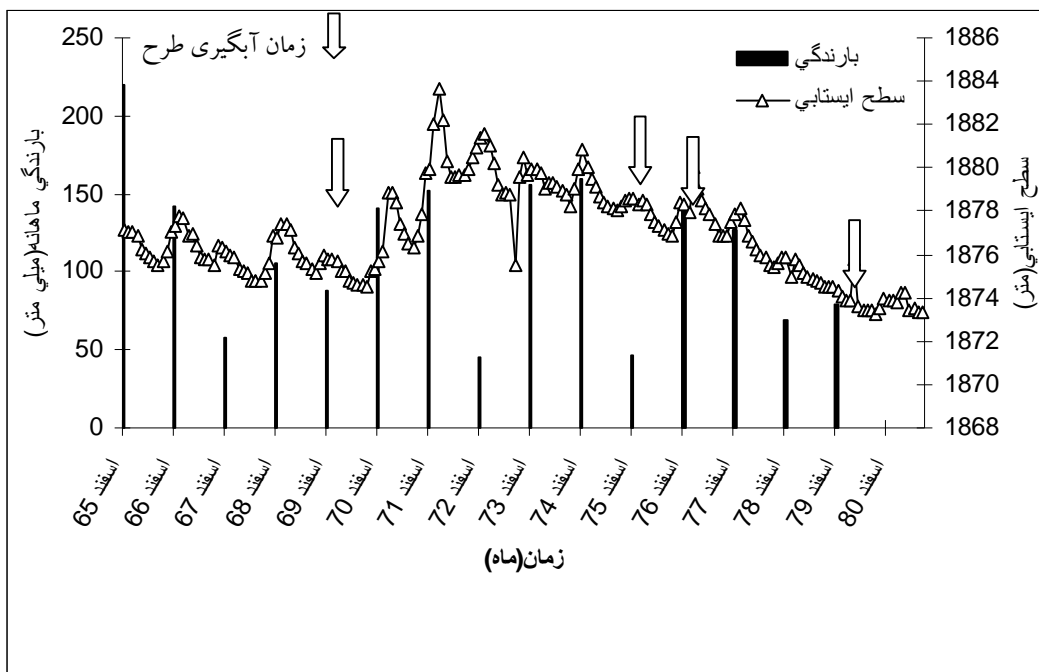
* آماربرداری نشده ** چاه خشک شده است



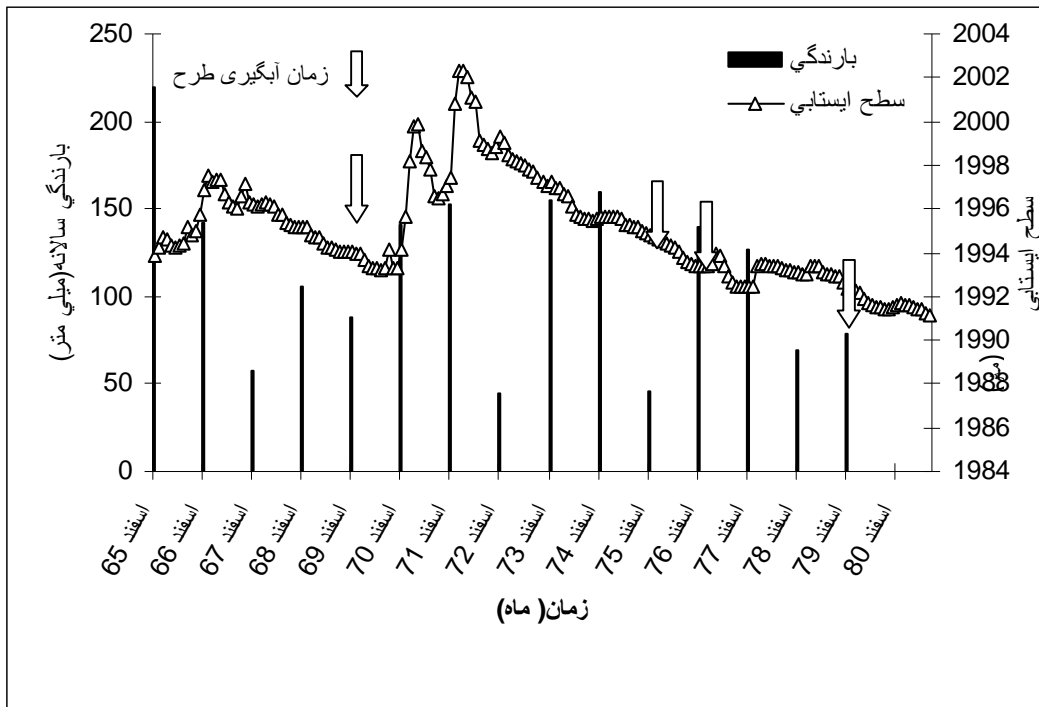
شکل 2- تغییرات سطح ایستابی در چاه مشاهده ای موسی آباد از اسفند 65 تا مهر 81



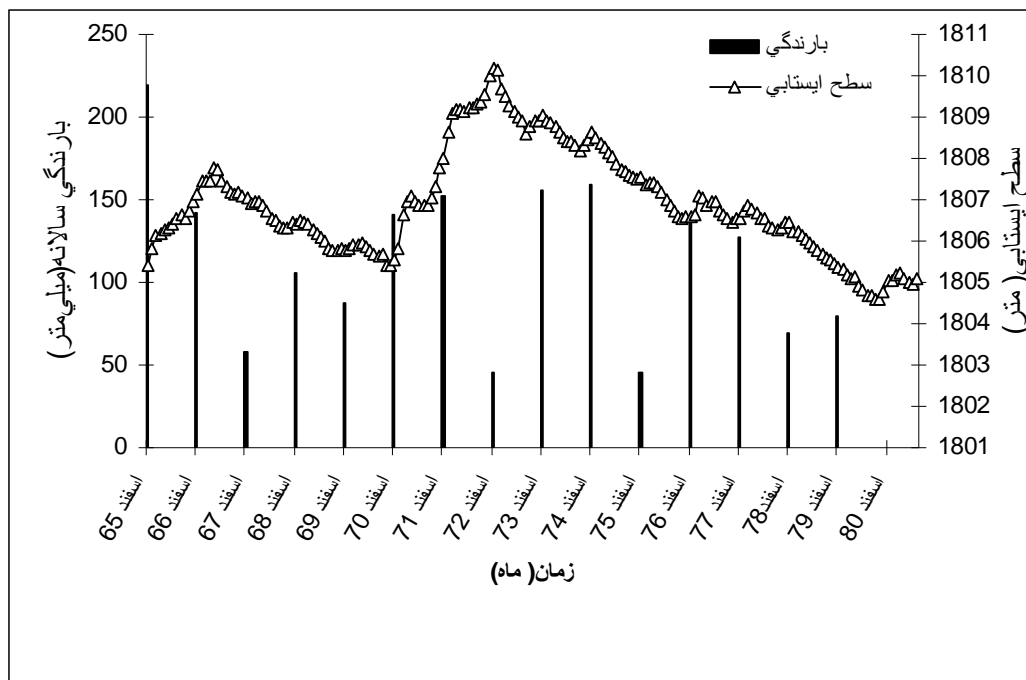
شکل 3- تغییرات سطح ایستابی در چاه مشاهده ای جادهی اسفرجان از اسفند 65 تا مهر 81



شکل 4- تغییرات سطح ایستابی در چاه مشاهده ای سولار از اسفند 65 تا مهر 81



شکل 5- تغییرات سطح ایستابی در چاه مشاهده‌ای جنوب باغ سرخ از اسفند 65 تا مهر 81



شکل 6- تغییرات سطح ایستابی کل منطقه‌ی مورد مطالعه از اسفند 65 تا مهر 81

فهرست منابع:

1. اداره‌ی مطالعات و طراحی مدیریت آبخیزداری استان اصفهان. 1378. ارزیابی طرح‌های پخش سیلاب و تغذیه‌ی مصنوعی باغ سرخ وامین آباد، 44 صفحه.
2. اداره‌ی مطالعات و طراحی مدیریت آبخیزداری استان اصفهان. 1372. مطالعات و طراحی پخش و بهره‌وری از سیلاب "رودخانه اسفرجان در منطقه‌ی باغ سرخ" شهرستان شهرضا، 86 صفحه.
3. بهنیا، ع. 1367. قنات سازی و قنات داری، مرکز نشر دانشگاهی، 236 صفحه.
4. ترحمی، ا. 1376. اثرات اقتصادی و اجتماعی سطح آب و نشست زمین بر اثر تخلیه بی‌رویه آب زیرزمینی در دشت مشهد، مجله آب و توسعه، وزارت نیرو، شماره 5، 54-59.
5. توکلی، م. ح. 1362. گزارش مقدماتی منابع آب دشت درز و سایبان، سازمان آب منطقه‌ای فارس، وزارت نیرو.
6. رحمانیان، د. 1365. نشست زمین و ایجاد شکاف بر اثر تخلیه آب‌های زیرزمینی در کرمان، مجله آب و توسعه، وزارت نیرو، شماره‌ی 6، 35-48.
7. رضایی، و. 1377. مطالعه‌ی امکان بازیابی سرعت نفوذ اولیه طرح‌های تغذیه‌ی مصنوعی با لایروبی بستر تأسیسات نفوذی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، 120 صفحه.
8. سامانی، ن. 1370. ارزیابی اثر تغذیه‌ی مصنوعی بر آب‌های زیرزمینی به وسیله‌ی مدل‌های تحلیلی، مجموعه‌ی مقالات اولین کنفرانس منطقه‌ای مدیریت منابع آب، دانشگاه صنعتی اصفهان، 109-118.
9. سرزعی، م. ص. و م. میراب زاده‌ی اردکانی. 1374. نقش طرح‌های تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در توسعه‌ی پایدار منابع آب. مجموعه مقالات کنفرانس منطقه‌ای مدیریت منابع آب، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان، 133-145.
10. علیزاده، ا. 1374. هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا، 634 صفحه.
11. کردوانی، پ. 1374. ژئوهیدرولوژی، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، 359 صفحه.
12. کرمی، غ. 1375. بررسی سیلاب‌ها و منابع آب زیرزمینی در منطقه‌ی بیابانی احمد آباد، خارتوران شاهرود. مجموعه‌ی مقالات دومین همایش ملی بیابان زدایی، 376-380.
13. کیاحیرتی، ج. 1380. بررسی عملکرد سیستم پخش سیلاب در تغذیه سفره آب زیرزمینی دشت موغار در استان اصفهان، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد بیابانزدایی، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، 100 صفحه.
14. وکیلی، ع. 1375. سخنرانی‌های کلیدی در گردهمایی اقتصاد آب. مجله آب و توسعه، شماره 15، 13-18.
15. Hamill, L., and Bell, F. G. 1986. Groundwater Resources Development, London.
16. Wulff, H. E. 1968. The qunats of Iran, Sci. Am., Vol. 218, No. 4, 94-105.