Archive of SID



# مکان‌یابی و پتانسیل‌یابی تغذیهٔ مدیریتی سفرهٔ آب‌دار: بررسی موردی دشت زیدون، استان خوزستان

نصرا... کلانتری، محمدجواد حیدری‌موسی، محمد حسین رحیمی:
دانشگاه شهید چمران اهواز، گروه زمین‌شناسی

**تاریخ: دریافت** ۸۷/۵/۶ **پذیرش** ۸۸/۶/۲۳

## چکیده

دشت زیدون دارای اقلیمی نیمه خشک است و هر چند آب زیرزمینی منطقه از نظر کیفی غیرقابل شرب است ولی برای آبیاری مناسب است. برداشت از آب زیرزمینی و روند افزایشی آن جهت آبیاری در این منطقه، احتمالاً باعث ایجاد شرایط بحرانی از لحاظ تأمین نیاز آبی خواهد شد. مهم‌ترین منابع تأمین‌کنندهٔ نیاز آبی در این منطقه سفرهٔ آب‌دار زیدون و رودخانهٔ زهره هستند. استفاده از آب زیرزمینی برای آبیاری به طور ویژه در مناطقی که فاصلهٔ زیادی تا رودخانهٔ زهره دارند، به دلایلی همچون هزینهٔ کم‌تر و کیفیت بهتر بر آب رودخانه ترجیح داده می‌شود. برداشت بی‌رویه از سفرهٔ آب‌دار موجب افت سطح ایستایی در طی چند سال گذشته شده است. به منظور جلوگیری از بروز شرایط بحرانی در منطقه بررسی‌های گسترده‌ای در زمینهٔ مدیریت منابع آب صورت گرفت. که شامل بررسی فیزیوگرافی، هواشناسی، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، هیدروشیمی و مورفولوژی است. بر اساس این بررسی‌ها مشخص شد که از نظر کمی و کیفی، تعدادی از آب‌راهه‌های فصلی بخش جنوبی منطقهٔ زیدون برای تأمین بخشی از نیاز آبی منطقه مناسب هستند. یکی از روش‌های بهینه جهت استفاده دراز مدت از این منابع آبی، تغذیه به درون سفرهٔ آب‌دار و برداشت در هنگام نیاز است. در این جهت نتایج بررسی‌های انجام‌شده با یکدیگر تلفیق گردیدند و روش‌های دگرش کانالی مناسب‌ترین روش برای تغذیهٔ مصنوعی در این منطقه شناخته شد. در نهایت با در نظر گرفتن شرایط موفولوژیکی، نفوذپذیری و نیاز آبی در بخش جنوبی دشت، یازده محل جهت اجرای

www.SID.ir

Archive of SID



روش‌های مدیریت منابع آب (تغذیهٔ مصنوعی) در این منطقه پیشنهاد شد که باعث افزایش بیش از یک میلیون و سیصد متر مکعب آب در سال به سفرهٔ آب‌دار می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** تغذیهٔ مدیریتی سفرهٔ آبدار، دشت زیدون، آب‌راهه‌های فصلی، آب زیرزمینی

## مقدمه

دشت زیدون در جنوب‌خاوری استان خوزستان (جنوب باختری شهرستان بهبهان) یکی از مناطق نیمه‌خشک ایران به شمار می‌رود که میزان بارندگی سالانهٔ آن حدود ۳۰۰ میلی‌متر است. این دشت یکی از مناطق مستعد کشاورزی در استان خوزستان است و دارای چندین پارچه آبادی است که مهم‌ترین آن‌ها روستاهای داربهاره، درونک و سردشت است (شکل۱). وجود چاه‌های نفت و گاز، کارخانه‌های نمک‌زدایی و کارخانه‌های شن و ماسه در محدوده زیدون موجب شده است تا این منطقه علاوه بر کشاورزی از لحاظ صنعتی نیز در جایگاه قابل‌قبولی در سطح استان خوزستان قرار داشته باشد. علاوه بر این، از دیرباز این منطقه در فصول خوش آب و هوا پذیرای گردشگران از شهرها و حتی استان‌های مجاور است و لذا از دیدگاه گردش‌گری نیز در جایگاه نسبتاً خوبی قرار دارد.

منابع آبی تأمین‌کنندهٔ نیاز آبی این منطقه اعم از شرب، کشاورزی و صنعت شامل رودخانهٔ زهره، آب زیرزمینی و آب باران (پشت‌بام) است. به علت کیفیت نامطلوب آب رودخانهٔ زهره، به دلایلی همچون غلظت املاح، آلودگی بیولوژیک، داشتن مواد معلق، هزینه گزاف برداشت، انتقال، تصفیه و آماده‌سازی آن برای هدف مورد نظر، آب‌های زیرزمینی به آب‌های سطحی ترجیح داده می‌شود. تاکنون حدود ۱۵۰ حلقه چاه عمیق، نیمه‌عمیق، کم‌عمق و دهانه‌گشاد در این منطقه برای برداشت آب حفر شده است. برداشت بی‌رویهٔ آب از سفرهٔ آب‌دار از این چاه‌ها موجب افت سطح ایستایی شده است و اغلب پیزومترهای دشت افت سطح ایستایی (حدود ۱ متر) را نشان می‌دهند [۱].

Nkalantari@hotmail.com MJ.Hydari@Gmail.com
m_hosein_rahimi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

**شکل ۱. موقعیت منطقهٔ بررسی شده**

در جوامع کنونی برداشت بی‌رویه آب از سفرهٔ‌های آب‌دار در برخی مناطق موجب افت شدید سطح ایستایی و کاهش منابع آب زیرزمینی شده است.برای مقابله با این مشکل (و یا سایر مسایل آبی درگیر) از دیرباز انسان دست به تغذیهٔ سفرهٔ‌های آب‌دار به شکل مصنوعی زده است [۱]. تغذیهٔ مدیریتی سفرهٔ آب‌دار عبارت است از ذخیره و پالایش آگاهانه آب در سفرهٔ آب‌دار. واژه‌های تغذیهٔ مصنوعی، انباشت آب و ذخیرهٔ زیرسطحی واژه‌های هم‌سنگ MAR هستند [۱۱]. تاد و مایز (۲۰۰۵) تغذیهٔ مصنوعی را این‌گونه تعریف می‌کنند: افزایش حرکت طبیعی آب‌های سطحی به درون آب‌های زیرزمینی از طریق برخی روش‌های اجرایی همانند پخش آب و دگرش شرایط طبیعی [۱۶].

تغذیهٔ مدیریتی سفرهٔ آب‌دار[1](MAR) و بهره‌وری از آب باران در رسیدن به نقش‌های حیاتی به‌کارگیری بهینه از آب‌های زیرزمینی بسیار مؤثر است. هنگامی که MAR به‌عنوان بخشی از راه‌کارهای گستردهٔ مدیریت منابع آب که به ابعاد کیفیت، تقاضا و سیماهای آب‌رسانی توجه دارند، به‌کار گرفته شود؛ این تأثیر بیش‌تر خواهد بود. با توجه به اجرای

[1] Managed Aquifer Recharge (MAR)

www.SID.ir

Archive of SID



تمرینی و آزمایشی این سیستم‌ها، MAR پتانسیل آن را دارد که در هدف آبرسانی به‌ویژه برای روستاهای نواحی خشک و نیمه‌خشک نقشی اساسی داشته باشد. MAR اغلب یک شکل ارزان از آبرسانی مطمئن نوین برای شهرک‌ها و جوامع کوچک فراهم می‌کند [۱۱].

روش‌های گوناگونی برای تغذیهٔ مدیریتی سفره‌های آب‌دار در سرتاسر جهان به کار گرفته شده است و فواید و مضرات آن‌ها از جهات مختلف بررسی شده است. انجمن بین‌المللی هیدروژئولوژیست‌ها این روش‌ها را در قالب ۵ دسته بدین شرح بیان می‌کند [۱۱]:

روش‌های پخش آب[۲] شامل استخر و حوضچه‌های نفوذ[۳]، پالایش در خاک و سفرهٔ آب‌دار[٤] (SAT)، پخش سیلاب[۵]، و تغذیهٔ تصادفی ناشی از آبیاری، بیش‌ترین گستردگی اجرایی را دارند. در این روش آب را روی سطح زمین برای افزایش مقدار نفوذ آب به درون زمین و سپس عبور تا سطح ایستایی رها می‌کنند. بررسی‌های صحرایی نشان می‌دهد که فاکتورهای زیادی آهنگ نفوذ آب به خاک را کنترل می‌کنند، که مساحت پهنهٔ تغذیه و مدت زمان تماس آب با خاک از مهم‌ترین عوامل هستند. کارایی پخش آب در قالب آهنگ تغذیه[٦] سنجیده می‌شود و به‌عنوان سرعت حرکت رو به پایین آب در منطقه مرطوب بیان می‌گردد [۱۶].

روش‌های دگرش کانالی[۷]. شامل استخر نفوذ پشت بندهای خاکی، گابیون و ...[۸]، سدهای ذخیرهٔ ماسه‌ای[۹]، سدهای زیرزمینی[۱۰]، سدهای نشتی و پهنه تغذیه[۱۱].

روش‌های چاه، چاهک و گمانه تغذیه‌ای. شامل چاه و چاهک‌های روباز[۱۲] و ذخیره و بازیافت در سفرهٔ آب‌دار[۱۳] (ASR).

---

[2] Spreading methods
[3] Infiltration ponds and basins
[4] Soil Aquifer Treatment
[5] Controlled flooding
[6] Recharge rate
[7] In-channel modifications
[8] Percolation ponds behind check dam, gabions, etc.
[9] Sand storage dams
[10] Subsurface dams
[11] Leaky dams and recharge releases
[12] Open wells and shafts

www.SID.ir

Archive of SID



روش‌های نفوذ واداری[۱۴]. شامل نفوذ آب ذخیره‌ای رودخانه‌ها و یا دریاچه‌ها[۱۵] و نفوذ درون تپه‌ای[۱۶].

روش‌های بهره‌وری از آب باران. شامل شیاربندی زمین[۱۷] و بهره‌وری از آب باران پشت بام[۱۸].

انجمن بین‌المللی هیدروزئولوژیست‌ها نکاتی را که در ارزیابی امکان اجرای تغذیهٔ مدیریتی سفرهٔ آب‌دار به‌عنوان بخشی از استراتژی مدیریت آب باید بررسی شوند، در قالب مجموعه‌ای پرسش و پاسخ ارائه کرده است و اعلام می‌کند که در هر پروژه بررسی قابلیت اجرای MAR یا بررسی تأثیرپذیری آن باید به این پرسش‌ها پاسخ داده شود [۱۱]. این پرسش‌ها عبارتند از:

۱. هدف‌ها و فایده‌های تغذیهٔ مصنوعی چیست؟ ۲. منبع آب تغذیه‌ای چیست؟ ۳. چه‌گونه باید یک محل را ارزیابی نمود؟ ۴. چه‌گونه باید سفرهٔ آب‌دار را تغذیه کرد؟ ۵. محدودیت‌های کیفی آب تغذیه‌ای چیست؟ ۶. چه سیماهای بنیادی و مدیریتی باید در نظر گرفته شوند؟ ۷. چگونه می‌توان فایده‌ها را ارزیابی کرد؟ ۸. مشکلات عمومی‌که باید مورد توجه قرار گیرند؟

فرایندهای فیزیکی پروژه‌های تغذیهٔ مصنوعی به شرایط هیدروژئولوژیکی بستگی دارند. این شرایط توانایی عبور آب نفوذی از بخش غیراشباع و توانایی سفرهٔ آب‌دار برای ذخیره آب تغذیه‌ای را تعیین می‌کند. مهم‌ترین پارامترهای هیدروژئولوژیکی که در این گونه پروژه‌ها باید بررسی شوند، عبارتند از مرزهای فیزیکی و هیدرولیکی سفرهٔ آب‌دار و درجهٔ محدودکنندگی، ویژگی‌های هیدرولوژیکی سفرهٔ آب‌دار و سازندهای روی آن، شیب هیدرولیکی سفرهٔ آب‌دار، عمق تا سطح ایستایی، کیفیت آب‌های زیرزمینی، و کانی‌شناسی سفرهٔ آب‌دار [۱۱].

شرایط هیدروژئولوژیکی در سطح و در زون غیراشباع برای پروژه‌های پخش آب از همه مهم‌تر هستند چون آب باید در زون غیراشباع به سمت پایین حرکت کند تا به سفرهٔ آب‌دار برسد و آهنگ عبور آب به نفوذپذیری عمودی خاک و زون غیراشباع بستگی دارد [۱۱].

---

[13] Aquifer storage and recovery
[14] Induced bank infiltration
[15] Bank filtration
[16] Inter-dune filtration
[17] Field bunding
[18] Roof-top rainwater harvesting

www.SID.ir

Archive of SID



## تاریخچه تغذیهٔ مصنوعی سفره‌های آب‌دار

تاریخچه و قدمت حفاظت آب به بیش از ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح برمی‌گردد [۱۱]. حوضچه‌های نفوذ در اوایل قرن نوزدهم در اروپا و در اواخر قرن نوزدهم در ایالات متحده آمریکا اجرا شده‌اند. از آن پس تأسیسات تغذیهٔ مصنوعی به طور پایدار در سراسر جهان گسترش یافت. حوضچه نفوذ بخش جزیی بسیاری از سیستم‌های آب‌رسانی شهری سوئد را تشکیل می‌دهد. تغذیهٔ مصنوعی به‌طور گسترده در آلمان برای تأمین نیاز آب شهری و صنعتی اجرا شده است. در هلند سیستم‌های آبرسانی آمستردام[19]، لیدن[20] و هاگ[21] شامل حوضچه تغذیهٔ آب‌های سطحی به تپه‌های ماسه‌ای ساحلی هستند[۱۶].

تغذیهٔ مصنوعی از گذشته در ایران به‌ویژه در مناطق خشک مورد توجه کشاورزان قرار گرفته و در بسیاری از نواحی از جمله حاشیه کویر، کشاورزان از احداث بندهای متوالی بر روی آب‌راهه به منظور انحراف سیلاب به روی دشت‌ها و زمین‌های زراعی خود استفاده کرده‌اند. وجود آثار تاریخی دوران ساسانیان در اطراف کازرون، فیروزآباد و ممسنی نشان‌دهنده شبکه‌های پخش سیلاب در آن نواحی است. در طول تاریخ این سرزمین، کشاورزان با سکوبندی اراضی، احداث پشته‌های کوتاه خاکی و بندهای کوچک، زمین‌های خود را به صورت حوضچه‌های پهناور در آورده و با پخش یک‌نواخت آب در آن‌هارطوبت کافی برای کشاورزی را در آن‌ها ذخیره کرده‌اند که آبیاری سیلابی نخلستان‌های جزیره قشم، بندر لنگه و بندر گناوه و بندسارهای خراسان نیز نمونه‌هایی از کاربرد این روش در شمال‌خاور و جنوب ایران است. همچنین در نواحی جنوب‌خاوری بلوچستان، سدهای سنگی خشکه‌چینی شده به نام خوشاب در عرض یا کناره دره‌ها احداث شده است که مواد حمل‌شده به وسیله سیلاب در سراب آن‌ها ته‌نشین شده و شرایط مناسبی را برای کشت و کار فراهم آورده است. در بخش‌هایی از ایران که کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی برای آشامیدن مناسب نبوده از دیرباز مردم با جمع نمودن آب باران پشت‌بام خانه‌های خود از آن برای آشامیدن استفاده می‌کرده‌اند و این

[19] Amsterdam
[20] Leiden
[21] Hague

www.SID.ir

Archive of SID



سنت هم‌چنان در بخش‌هایی از ایران، از جمله منطقهٔ بررسی شده دیده می‌شود (کوثر۱۳۷۴). قدمت تغذیهٔ آب‌های زیرزمینی در ایران را بیش از ۳۰۰۰ سال و قبل از اختراع قنات می‌داند و یادآور می‌شود که ساکنان شمال‌خاوری ایران آب‌های زیرزمینی خود را با آبیاری سیلابی مخروطه‌افکنه‌ها تغذیه می‌کرده‌اند [۴].

اولین بررسی اساسی که به‌منظور تغذیهٔ مصنوعی سفره‌های آب‌دار در ایران انجام گرفته است در سال ۱۳۴۸ در دشت قزوین است [۵] و در ادامه در مناطق دیگر ایران از جمله گره بایگان فسا به صورت پروژه پژوهشی و ترویجی به موفقیت زیادی دست یافت. این پروژه بر پایه روش‌های پیشنهادی دانشمندان استرالیایی به نام‌های کوییلتی[۲۲]، نیومن[۲۳]، و فیلیپس[۲۴] (۱۹۷۲) بوده است [۴].

دستاوردهای امیدوارکننده این پژوهش باعث شد تا این‌گونه پروژه‌ها در مناطق دیگری از کشور از جمله ماهان(کرمان)، محمودآباد (قزوین)، جاجرم بجنورد (خراسان)، دهدشت (کهکلویه و بویر احمد)، دشت قروه (کردستان)، توشه (سمنان)، باغ سرخ و امین‌آباد شهرضا (اصفهان)، شبستر (آذربایجان)، دشت آب‌باریک بم (کرمان)، جاشک آبدان (شوشتر)، دشت ناز، موداب استهبان، گره‌بایگان فسا، سبزوار و بیرجند اجرا گردد [۴].

## هدف و فواید MAR در سفرهٔ آب‌دار زیدون

مهم‌ترین هدف از تغذیهٔ مدیریتی سفرهٔ آب‌دار در این منطقه جلوگیری از افت سطح ایستایی است اما با اجرای این‌گونه پروژه‌ها و انجام بررسی‌های چندجانبه می‌توان به اهداف دیگری از جمله جلوگیری از کاهش کیفیت آب زیرزمینی بر اثر برداشت بی‌رویه، جلوگیری از هدر رفتن رواناب آب‌راهه‌های فصلی و سیلابی منطقه، جلوگیری از فرسایش خاک، جلوگیری از آسیب رساندن سیلاب‌های ناگهانی به زمین‌های کشاورزی یا سیستم آبیاری و زهکشی پایین‌دست نیز دست یافت. تقاضای آب برای کشت و زراعت مهم‌ترین عامل مصرف آب زیرزمینی است و آب شرب مراکز جمعیتی و صنعتی در رده‌های بعدی قرار دارند. برای مقابله

[22] Quilty
[23] Newman
[24] Philips

www.SID.ir

Archive of SID



با افت بیش‌تر سطح ایستایی، جبران آب برداشت شده از سفرهٔ آب‌دار و جلوگیری از هدر رفتن رواناب که دارای کیفیت مناسبی است، تغذیهٔ مدیریتی سفرهٔ آب‌دار در این دشت ضروری است. در عین حال با اجرای این گونه پروژه‌ها می‌توان منابع آبی دشت را مدیریت کرد و فاصله ایجادشده بین عرضه و تقاضا در سال‌های اخیر را تا حدودی کاهش داد.

## روش کار

به منظور اولین گام در راستای تغذیهٔ مدیریتی سفرهٔ آب‌دار دشت زیدون به استناد رهنمودهای انجمن بین‌المللی هیدروژئولوژیست‌ها [۱۱] بررسی‌های جامعی به شرح زیر برای تعیین منابع آبرسانی و مراکز تقاضا؛ تعیین و ارزیابی منبع آب تغذیه‌ای؛ مکان‌یابی محل مناسب و پیشنهاد روش‌های اجرایی تغذیهٔ مدیریتی سفرهٔ آب‌دار صورت گرفت. بررسی‌های فیزیوگرافی، هواشناسی و هیدرولوژی به‌منظور شناسایی منابع آب سطحی و کمیت آن‌ها صورت گرفت. برای ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب‌های سطحی در دوره بارش نمونه‌برداری شد و پس از آنالیز تجزیه و تحلیل شدند. بررسی‌های هیدروژئولوژی برای شناسایی منابع آب زیرزمینی، بررسی‌های هیدروشیمیایی به منظور درک کیفی آب زیرزمینی، سطحی، تعیین فرایندهای مؤثر بر کیفیت منابع آب و در نهایت مقایسه شیمی آب تغذیه‌ای با آب زیرزمینی انجام شد. بررسی‌های مورفولوژی و زمین‌شناسی برای مکان‌یابی اولیه صورت گرفت و سپس در محل‌های انتخابی اولیه آزمایش‌نفوذ انجام شد و برای شناسایی جنس بخش غیراشباع محلی چاهک‌های ۲ متری حفر شد و نمونه رسوب برداشت شده به روش غربال کردن دانه‌بندی شد. در نهایت با تلفیق پژوهش‌ها و آزمایش‌های صورت گرفته محل‌های مناسب برای تغذیهٔ مصنوعی و روش قابل اجرا پیشنهاد شد.

## بحث

### ۱. منبع و کیفیت آب تغذیه‌ای دشت زیدون

در منطقهٔ پژوهش منابع تأمین آب برای تغذیهٔ رودخانهٔ زهره و رواناب آب‌راهه‌ها هستند . به علت دوری رودخانهٔ زهره از محل‌های مناسب برای تغذیه، انتقال آب برای تغذیه مقرون به

www.SID.ir

Archive of SID



صرفه نیست. علاوه بر این، کیفیت آن نیز برای تغذیه چندان مناسب نیست (در محل ورودی رودخانهٔ زهره به دشت، کیفیت آب آن با کیفیت آب سفرهٔ آب‌دار برابر و یا حتی در برخی مواقع بدتر است).

به روش‌های تجربی کتاین، جاستین و انجمن تحقیقات کشاورزی هند حجم رواناب سالیانه آب‌راهه‌ها برآورد شده و مقدار رواناب به روش جاستین که انطباق بیش‌تری با منطقه دارد برای برخی زیرحوضه‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. حجم سیلاب (با دوره‌های برگشت ۵، ۱۰، ۲۵، و ۵۰ ساله) نیز در جدول ۱ ارائه شده است.

به منظور بررسی هیدروشیمیایی منابع آب منطقه حدود ۴۰ نمونه آب از رواناب، رودخانهٔ زهره (در محل ورودی و خروجی از دشت)، و آب زیرزمینی در طول یک سال آبی برداشت شد و صحت نمونه‌برداری و آنالیز نمونه‌ها بررسی شد [۲]. هدایت الکتریکی نمونه‌های برداشت‌شده از آب سطحی منطقهٔ پژوهش از ۲۰۰ تا ۲۰۰۰ میکروزیمنس متغیر است. میزان هدایت الکتریکی رواناب یا شوری آن با افزایش فاصله از سرچشمه(ابتدای آب‌راهه اصلی) افزایش می‌یابد. میزان یون سدیم به سمت پایین‌دست دشت (به سمت شمال باختر منطقه) بیش‌تر می‌شود که به علت افزایش نقش سازند آغاجاری در تشکیل آبرفت منطقه و در برخی آب‌راهه‌ها نیز به علت منشأ گرفتن بخشی از رواناب از سازند آغاجاری است. مقدار کاتیون کلسیم و آنیون سولفات این نمونه‌ها بین ۰/۲تا ۲۱ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است و رخسارهٔ این آب‌ها سولفاته- کلیسک، کلروره- کلسیک و بی‌کربناته- کلسیک است. بیش‌تر نمونه‌های رواناب در محدودهٔ بدون سختی کربناته قرار دارند. بر این اساس و با توجه به کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه (هدایت الکتریکی بین ۱۵۰۰ تا ۶۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر) رواناب آب‌راهه‌هایی که عمدتاً در سازند بختیاری قرار دارند کیفیت و رخسارهٔ بسیار مناسبی برای تغذیهٔ مصنوعی دارند.

**جدول۱. حجم سیلاب با دوره‌های بازگشت متفاوت و مقدار رواناب سالیانه**

| گزینه | رواناب (هزار متر مکعب) | | | | رواناب سالیانه به روش جاستین | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۵ | ۱۰ | ۲۵ | ۵۰ | ارتفاع (mm) | حجم ($m^3$) |
| Z.R.S 4 | ۱۱/۷۶۹ | ۱۸/۳۴۸ | ۴۸/۰۷۲ | ۵۰/۸۰۳ | ۱۱۶ | ۱۵۰۸۱۸ |
| Z.R.S 5 | ۱۷/۱۷۵ | ۲۶/۷۷۵ | ۷۰/۱۵۱ | ۷۴/۱۳۶ | ۱۱۳ | ۲۱٤۸۱۹/۳ |
| Z.R.S.6 | ۱۱/۷۶۹ | ۱۸/۳۴۸ | ۴۸/۰۷۲ | ۵۰/۸۰۳ | ۱۱۶ | ۱۵۰۸۱۸ |

www.SID.ir

Archive of SID



| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Z.R.S.17 | ۱۰/۸۳۸ | ۱۶/۸۹۷ | ۴۴/۲۷۰ | ۴۶/۷۸۴ | ۱۱٦ | ۱۳۹٥٦۰ |
| Z.R.S.19 | ۱۱/۷۶۹ | ۱۸/۳۴۸ | ۴۸/۰۷۲ | ۵۰/۸۰۳ | ۱۱٦ | ۱۵۰۸۱۸ |
| Z.R.S.20 | ۵/۸۷۹ | ۹/۱۶۰ | ۲۴/۰ | ۲۵/۳۶۳ | ۱۲۱ | ۷۸۵۰٤ |
| Z.R.S.31-a | ۱۷/۱۷۵ | ۲۶/۷۷۵ | ۷۰/۱۵۱ | ۷۴/۱۳۶ | ۱۱۳ | ۲۱٤۸۱۹/۳ |
| Z.R.S.32 | ۱۱/۷۶۹ | ۱۸/۳۴۸ | ۴۸/۰۷۲ | ۵۰/۸۰۳ | ۱۱٦ | ۱۵۰۸۱۸ |
| Z.R.S.33 | ۹/۰۴۸ | ۱۴/۱۰۶ | ۳۶/۹۵۸ | ۳۹/۰۵۸ | ۱۱٤ | ۱۱۳۵۰۹/۹ |
| Z.R.S.34 | ۱۱/۷۶۹ | ۱۸/۳۴۸ | ۴۸/۰۷۲ | ۵۰/۸۰۳ | ۱۱٦ | ۱۵۰۸۱۸ |
| Z.R.S.35 | ۱۱/۷۶۹ | ۱۸/۳۴۸ | ۴۸/۰۷۲ | ۵۰/۸۰۳ | ۱۱٦ | ۱۵۰۸۱۸ |

اندازه‌گیری بار معلق یکی از پارامترهایی است که در انتخاب گزینه باید مد نظر قرار گیرد و در این جهت بار معلق آب‌راهه‌های مورد نظر اندازه‌گیری شد. مقدار بار معلق نمونه‌های آب‌راهه‌هایی که قابل اندازه‌گیری بود در شکل۲ و جدول۲ ارائه شده است. بار معلق نمونه‌های رواناب آب‌راهه‌های خاوری (جنوب تل‌گرسنه تا تل‌گاوینه) به علت وجود سازند کنگلومرایی بسیار کم است.

**جدول ۲. میزان بار معلق رواناب آب‌راهه‌های فصلی**

| محل نمونه‌برداری | X | Y | تاریخ نمونه‌برداری | میزان بار معلق (گرم در لیتر) | وزن بار معلق در سیلاب ۱۰ ساله(تن) |
|---|---|---|---|---|---|
| ZRS32 | ٤۰۰۸۱٥ | ۳۳٦۲٦٤۷ | ۸٦/۱/۱۷ | ۲/٦٤ | ٤۸ |
| ZRS33 | ۳۹۹۷۷٦ | ۳۳٦۱۳٥۳ | ۸٦/۱/۱۷ | ۰/٥۲ | ۷ |
| ZRS35-C | ۳۹۸٦۰۰ | ۳۳٦۲۰۷۷ | ۸٦/۱/۱۷ | ۰/٤۱ | ۸ |
| ZRS35-A | ۳۹۸٥۸۲ | ۳۳٦۲۰۸٤ | ۸٥/۱۰/۸ | ۸/۳ | ۱٥۲ |
| ZRS36 | ۳۹۸٤٤۹ | ۳۳٦٤۳۲۸ | ۸٦/۱/۱۷ | ۰/۹٦ | ۲۲ |
| ZRS37-A | ۳۹۷٤٤٤ | ۳۳٦۳٦۹۹ | ۸٥/۱۰/۸ | ٦.۷۲ | ۷۲۸ |
| ZRS37-B | ۳۹۷٤۹۱ | ۳۳٦٤۷۱۱ | ۸٦/۱/۱۷ | ٥۳/٥ | ٥۷۹۹ |
| ZRS37-C | ۳۹٦۹۳۱ | ۳۳٦٥٥۹٦ | ۸٦/۱/۱۷ | ٤۹/۲٥ | ٥۳۳۹ |

از دیدگاه توزیع مکانی، میزان بار معلق به شرایط مورفولوژیکی، خاک، شیب سطح زمین و زمین‌شناسی مسیر آب‌راهه بستگی دارد. بنا بر این با توجه به جدول ۳ آب‌راهه‌هایی که از سازند آغاجاری منشأ می‌گیرند دارای بار معلق زیادی بوده و برای تغذیهٔ مصنوعی مناسب نیستند. حجم بار معلق آب‌راهه‌هایی که در بخش‌های خاوری قرار دارند حتی در بحرانی‌ترین

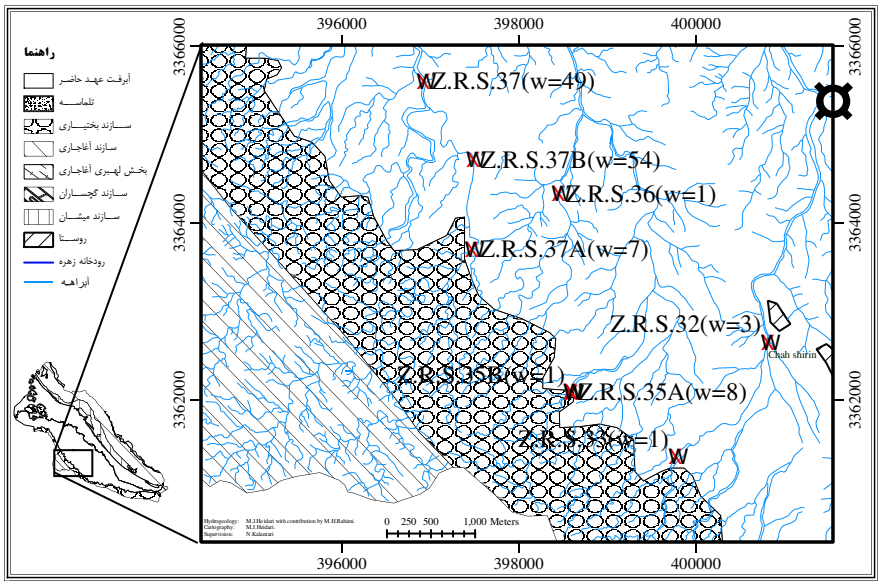
www.SID.ir

Archive of SID



شرایط ناچیز است و مشکلی در استفاده از آن‌ها برای تغذیه با تکنیک‌های مورد نظر وجود ندارد.

به‌منظور بررسی میزان تأثیرگذاری این ذرات بر نفوذ دو نمونه از رواناب منطقه که دارای غلظت مناسب بود برای سنجش قطر ذرات به آزمایشگاه دانشکدهٔ مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز برای آنالیز با دستگاه Mastersizer فرستاده شد. در شکل‌های ۳ و ۴ نتایج آنالیز رسوبات به صورت نمودار نیمه لگاریتمی تجمعی و نرمال نشان داده شده است.




**شکل ۲. موقعیت محل‌های نمونه‌برداری رواناب و میزان بار معلق (W) بر حسب گرم در لیتر**

چنان که در شکل ۳ مشاهده می‌شود قطر ذرات رسوبی نمونهٔ شمارهٔ Z.R.S.35.a بین ۰/۱ تا ۱۰۰ میکرومتر قرار می‌گیرد که در طبقه‌بندی ذرات رسوبی در محدودهٔ رس تا ماسهٔ ریزدانه هستند. ۰/۳۳ درصد ذرات رسوبی نمونه را رس، حدود ۵ درصد ذرات را ماسه ریزدانه و ۶۳ درصد ذرات در گستره سیلت است.

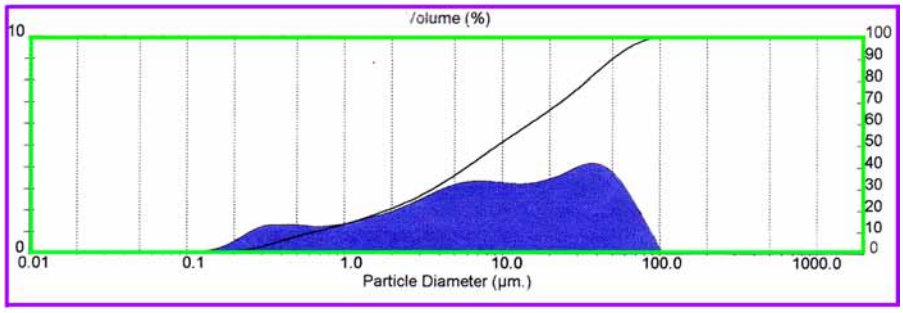
مطابق شکل ۴ قطر ذرات رسوبی نمونهٔ شمارهٔ Z.R.S.37.A بین ۰/۱۵ تا ۵۰ میکرومتر است (در محدودهٔ سیلت و رس). ۵۴ درصد ذرات نمونه رس است و بقیه در حد سیلت

www.SID.ir

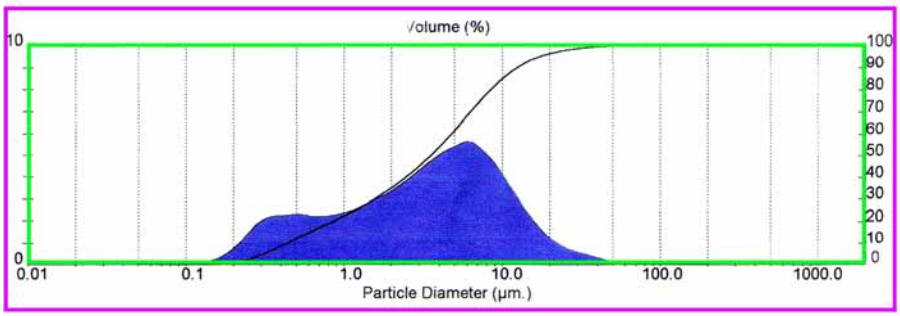
Archive of SID



هستند. بنا بر این اگر از رواناب‌های منشأ گرفته از سازند آغاجاری برای تغذیه در نظر گرفته شوند باید قبل از تغذیه مقدار زیادی از بار معلق آن‌ها(۸۰٪) با حوضچه‌ها یا سدهای رسوب‌گیر نهشته شود.




**شکل ۳. منحنی دانه‌بندی رسوبات آب‌راهه Z.R.S.35.A**




**شکل ۴. منحنی دانه‌بندی رسوبات آب‌راهه Z.R.S.37.A**

## هیدروژئولوژی دشت زیدون

بخش شمالی دشت زیدون (شمال رودخانهٔ زهره) فاقد داده‌های هیدروژئولوژیکی لازم برای بررسی آن است با این حال با توجه به شواهد صحرایی عمق تا سطح ایستایی در این منطقه کم است. به جز بخش شرقی این قسمت از دشت زیدون که محیط غیر اشباع گراولی است در سایر بخش‌ها زون غیراشباع از رسوبات ریزدانه تشکیل شده است. در مجموع این بخش شرایط و پتانسیل لازم برای تغذیهٔ مدیریتی سفرهٔ آب‌دار را ندارد و به همین دلایل تراکم جمعیت و چاه‌های بهره‌برداری در بخش جنوبی دشت زیدون است. بنا بر این سایر بررسی‌ها بر روی بخش جنوبی دشت زیدون متمرکز شده است.

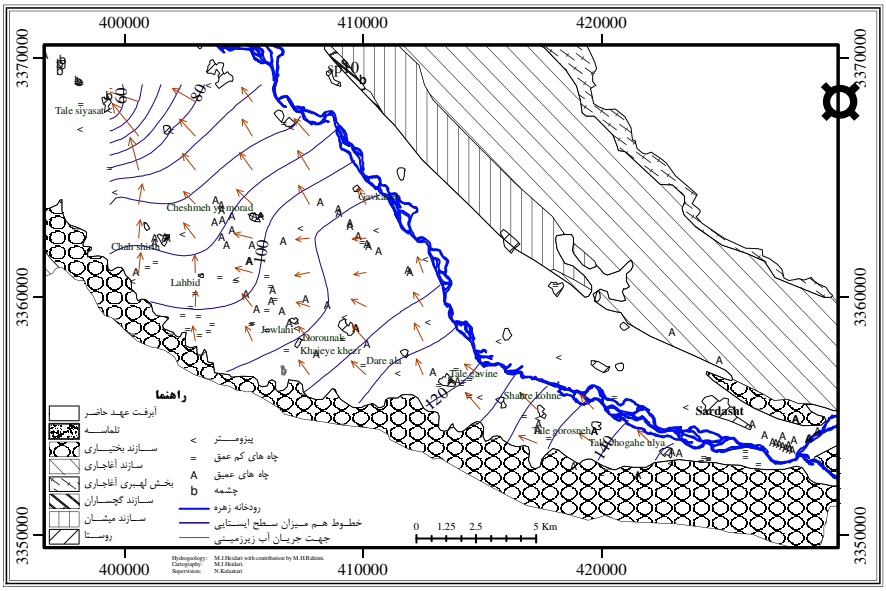
www.SID.ir

Archive of SID



### ۱. مرزهای فیزیکی و هیدرولیکی

در شکل ۵ نقشهٔ هیدروژئولوژیکی دشت زیدون نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود سفرهٔ آب‌دار در بخش جنوبی دشت زیدون در مجاورت سازند بختیاری قرار دارد. بخش جنوبی سفرهٔ آب‌دار دشت زیدون از شمال به رودخانهٔ زهره و از جنوب به لایه‌های سازند بختیاری در تاقدیس رگ‌سفید محدود می‌گردد. تغذیهٔ سفرهٔ آب‌دار دشت زیدون اغلب از نفوذ آب باران در سازندهای مجاور و آبرفت و همچنین نشت آب از رودخانهٔ زهره است. تخلیه سفرهٔ آب‌دار با برداشت از چاه‌های بهره‌برداری، چشمه‌ها و تخلیه به رودخانهٔ زهره صورت می‌گیرد.




**شکل ۵. نقشهٔ هیدروژئولوژیکی دشت زیدون**

### ۲. ویژگی‌های هیدرولیکی سفرهٔ آب‌دار زیدون

با توجه به شواهدی همانند بستر و ساحل گراولی و نفوذپذیر بریده‌بریده[۲۵] رودخانهٔ زهره،

[25] Braded River

www.SID.ir

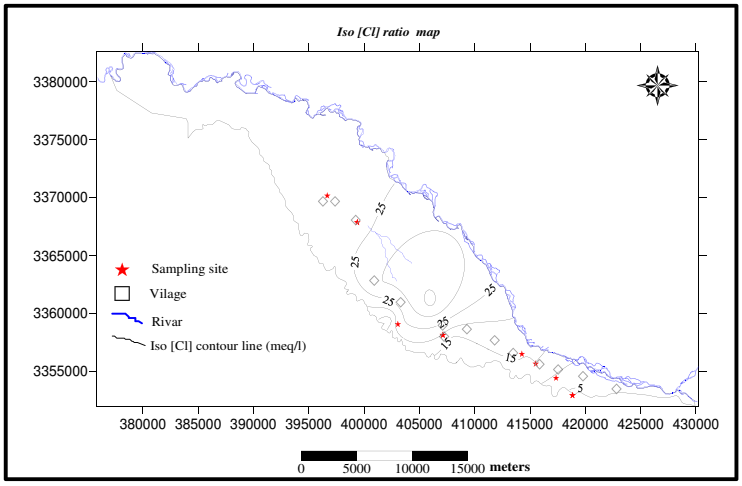
Archive of SID



نقشهٔ سطح ایستایی، سطوح تر پادگانه آبرفتی رودخانه، نقشهٔ هم‌کلر (شکل۶)، و شیب کلی سطح زمین در این بخش از دشت می‌توان جهت جریان به سمت رودخانه با زاویه‌ای تند را پیش‌بینی کرد و اظهار داشت که در مجموع رودخانهٔ زهره را دشت تغذیه می‌کند. با توجه به نفوذپذیری خوب سازند بختیاری، این سازند نقش مهمی در تشکیل سفرهٔ آب‌دار زیدون دارد.

داده‌های آزمون پمپاژ چاه‌های منطقه بر اساس روش خط مستقیم ژاکوب [۱۰] تحلیل و ضرایب هیدرودینامیکی آن‌ها به‌دست آمده است. علاوه بر آن، دو آزمون پمپاژ نیز به طور جداگانه در نزدیکی‌های محل‌های پیشنهادی برای تغذیهٔ مصنوعی در چاه‌های دهانه‌گشاد انجام شد که برای تحلیل آن‌هااز روش‌های خط مستقیم ژاکوب، تایس و بولتون–استرالتسوا استفاده شده است (جدول ۳)[ ۳].

بر اساس این محاسبات، میانگین ضریب آب‌گذری (T) سفرهٔ آب‌دار زیدون حدود ۱۲۰ متر مربع بر روز، هدایت هیدرولیکی افقی (K) آن حدود ۲ متر بر روز و آب‌دهی ویژه (Sy) سفرهٔ آب‌دار زیدون حدود ۱۱ درصد است.




**شکل ۶. نقشهٔ هم‌میزان کلر در بخش جنوبی سفرهٔ آب‌دار**

**جدول ۳. ضریب‌های هیدرودینامیکی برخی چاه‌های سفرهٔ آب‌دار زیدون**

| شماره چاه | ضخامت(m) | شعاع(m) | K(m/d) | $T(m^2/d)$ | $S_y$ |
|---|---|---|---|---|---|
| ۴۸۱ | ۵۰ | ۷۵ | ۲/۱ | ۱۰۵ | ۱۰/۵ |
| ۴۷۴ | ۵۰ | ۴۰ | ۰/۷ | ۳۳ | – |

www.SID.ir

Archive of SID



| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ۴۷ | ۸۰ | ۵۰ | ۱/۷ | ۱۳۷ | ۱۲/۵ |
| ۴۸ | ۷۰ | ۵۰ | ۰/۷۷ | ۵۴ | ــــ |
| ۵۵ | ۷۰ | ۵۰ | ۲/۱ | ۱۵۰ | ۱۳ |
| ۳۶۵ | ۶۵ | ۶۰ | ۱/۰۲ | ۶۶ | ــــ |
| میانگین | | | ۱/۴ | ۹۱ | ۱۰ |

### ۳. جهت جریان و گرادیان هیدرولیکی

در شکل ۵ جهت جریان آب زیرزمینی منطقهٔ پژوهش بر اساس سطح ایستابی آبان‌ماه ۱۳۸۵ رسم شده است. به طور کلی ۳ جهت جریان در بخش جنوبی سفرهٔ آب‌دار زیدون دیده می‌شود که بدین شرح است:

در پهنهٔ تپه‌ماهوری و مرتفع جریان آب زیرزمینی غالباً با زاویهٔ حدود ۴۵ درجه به سمت رودخانهٔ زهره (حدوداً N تا N45W) است. در پهنهٔ هموار دشت، جهت جریان از شیب سطحی تبعیت کرده و به گونه‌ای است که زاویه‌ای حدود ۲ تا ۵ درجه با رودخانهٔ زهره دارد و به سمت شمال‌غرب است. در بخش‌های خاوری سفرهٔ آب‌دار (خاور روستاهای گاوکده و شمال روستای درونک) جهت آب زیرزمینی به سمت دشت (به سمت روستای جولایی) است که نشان‌دهنده تغذیهٔ سفرهٔ آب‌دار با رودخانه در این بخش است.

گرادیان هیدرولیکی در ابتدا از پستی و بلندی[۲۶] محلی پیروی می‌کند اما تحت تأثیر پهنه‌های تغذیه و تخلیه و برداشت آب زیرزمینی نیز است [۷]، [۸]، [۹]، [۱۰]. هرچند که هدایت هیدرولیکی در بخش‌های مرتفع و تپه ماهوری بیش‌تر از بخش‌های پست هموار است، ولی توپوگرافی اثر آن را خنثی می‌کند و باعث می‌شود گرادیان هیدرولیکی در تمام سفرهٔ آب‌دار تقریباً مشابه باشد. در منطقهٔ در دست بررسی حداقل گرادیان هیدرولیک در حدود ۰/۰۰۰۵ است در حالی که گرادیان هیدرولیکی در بیش‌تر وسعت سفرهٔ آب‌دار بین ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۰۴ است. گرادیان هیدرولیکی پایین در این ناحیه به علت شیب کم زمین و هدایت هیدرولیکی نسبتاً بالا است. در برخی نواحی به علت تمرکز چاه‌ها و برداشت زیاد از آن‌هاگرادیان هیدرولیکی به ۰/۰۰۷ نیز می‌رسد.

[26] Relief

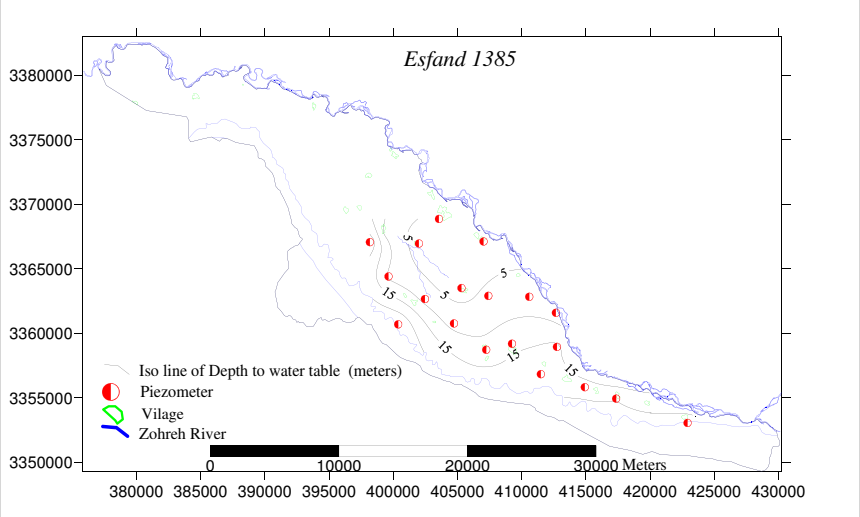
www.SID.ir

Archive of SID



### ۴. عمق تا سطح ایستایی و ضخامت منطقهٔ غیراشباع

منطقهٔ غیراشباع و شرایط هیدروژئولوژیکی آن از مهم‌ترین پارامترهایی است که در تکنیک‌های پخش آب باید به آن توجه ویژه شود، زیرا آب برای رسیدن به سفرهٔ آب‌دار بایداز آن عبور کند [۱۱]. همان‌گونه که در شکل ۷ نشان داده شده است در محدودهٔ پژوهش، عمق تا سطح ایستابی از جنوب‌خاوری به سمت شمال باختری کاهش می‌یابد. این کاهش به‌گونه‌ای است که در بخش‌های مرتفع‌تر عمق سطح آب به ۲۵ متر نیز می‌رسد و در بخش‌های مجاور رودخانهٔ زهره به ۱ و یا ۲ متر می‌رسد. ارتفاع سطح ایستابی نسبت به سطح آب دریا در منطقهٔ پژوهش از جنوب‌خاوری منطقه(روستای چگاه‌علیا) به سمت شمال باختری (روستای سورمقداد) از حدود ۱۴۰ متر و یا بیش‌تر به حدود ۶۰ متر و یا کم‌تر کاهش می‌یابد.




**شکل ۷. نقشهٔ عمق تا سطح ایستایی منطقهٔ پژوهش**

### ۵. کیفیت آب‌های زیرزمینی

به طور خلاصه برای ارزیابی تأثیرپذیری کیفی تغذیهٔ مصنوعی درک کیفیت پایهٔ آب، تأثیرات فعالیت انسانی و فرایندهای ژئوشیمیایی درگیر از اهمیت فراوانی برخوردار است [۱۴]، [۱۳]، [۸]. در این بخش به منظور ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی سفرهٔ آب‌دار در دو

www.SID.ir

Archive of SID



فصل خشک و تر از چاه‌های منطقه نمونه‌برداری و برای آنالیز به آزمایشگاه سازمان آب و برق خوزستان ارسال شد.

از دیدگاه مجموع املاح بر اساس تقسیم‌بندی فریز۲۷ و چری۲۸ [۱۰] آب زیرزمینی منطقه در ردهٔ لب‌شور[۲۹] قرار می‌گیرد. میزان TDS آب زیرزمینی در این دشت از جنوب‌خاور به سمت شمال‌باختر افزایش می‌یابد. مقدار این پارامتر در دورهٔ نمونه‌برداری خشک و تر بین ۱۲۰۰ تا ۳۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر متغیر است. به‌طور کلی مقدار این پارامتر به سمت حاشیهٔ رودخانهٔ زهره، به ویژه در حوالی روستای خواجه‌خضر و چشمه‌مراد افزایش می‌یابد. این افزایش می‌تواند به علت تمرکز چاه‌های بهره‌برداری در این منطقه باشد.

رخساره نمونه‌های فصل خشک بیش‌تر کلروره‌سدیک و سولفاته‌کلسیک است. رخساره نمونه‌های آب فصل تر دارای تنوع رخساره‌ای بیش‌تری هستند، ولی رخساره غالب همچنان کلروره سدیک است. مهم‌ترین فرایندهای مؤثر بر کیفیت آب زیرزمینی در این منطقه تبادل یونی، انحلال و تبخیر و تعرق هستند [۱].

با توجه به بررسی‌های هیدروژئولوژی و زمین‌شناسی انجام شده در منطقهٔ پژوهش جنس بخش غیراشباع عمدتاً آهکی است و در سطح مقداری ژیپس وجود دارد. از آن جا که مهم‌ترین فرایندهای مؤثر بر کیفیت آب در این منطقه تبادل یونی و انحلال است و با در نظر گرفتن ضخامت کم بخش غیراشباع، کیفیت آب تغذیه‌ای در هنگام رسیدن به سطح ایستایی کاهش چشم‌گیری نداشته و باعث افزایش کیفیت آب زیرزمینی منطقه می‌شود. مواد ژیپسی سطح نیز هرچند در نخستین مرتبه‌های آب‌گیری موجب تخریب کیفی آب تغذیه‌ای می‌شوند، ولیکن به علت نقش مؤثر آن‌ها در جلوگیری از گرفتگی منافذ و کاهش میزان نفوذپذیری [۵] از دیدگاه تغذیهٔ مصنوعی مفید هستند.

---

[27] Freeze
[28] Cherry
[29] brackish water

www.SID.ir

Archive of SID



### ۶. ارزیابی فضای سفرهٔ آب‌دار برای ذخیرهٔ آب

هنگامی که آب به سطح ایستایی می‌رسد، مقدار آبی که می‌تواند در سفرهٔ آب‌دار ذخیره شود به ویژگی‌های هیدرولیکی(ضریب ذخیره و قابلیت انتقال)، ضخامت بخش غیراشباع و گسترش جانبی آن بستگی دارد. سازندهای تغذیه‌شونده باید نفوذپذیری و ضخامت کافی برای پذیرش آب تغذیه‌ای با آهنگ تغذیه طرح را داشته باشند [۱۱]. با توجه به نقشهٔ هم‌عمق منطقه و نوسانات پیزومترهای ZN20، ZN21، ZN22، ZN13، ZN16، ZN19، و ZN13 عمق برخورد به سطح ایستابی در نزدیکی محل گزینه‌ها بین ۱۲ تا ۲۲ متری از سطح زمین است که به طور متوسط می‌توان عمق ۱۷ متری از سطح زمین را در نظر گرفت. با توجه به جنس رسوبات در محل گزینه‌های پیشنهادی، پتانسیل تبخیر از سطح ایستابی در صورت بالا آمدن سطح ایستابی در عمق کم‌تر از ۳ متر از سطح زمین است. به همین دلیل حداکثر خیزی که سطح ایستابی در محل گزینه‌ها می‌تواند داشته باشد حدود ۹ تا ۱۸ متر است [۱].

## روش‌های تغذیهٔ سفرهٔ آب‌دار در دشت زیدون

بر اساس مطالب قبلی و با توجه به پتانسیل منطقه برای تغذیهٔ مصنوعی می‌توان روش‌های تغذیه واداری، تکنیک‌های دگرش مسیر آب‌راهه‌ها (تغذیه با استخر نفوذ پشت بند خاکی) و روش‌های پخش آب (حوضچهٔ تغذیه) را مورد استفاده قرار داد.

### ۱. تغذیه واداری

با توجه به این‌که ارتباط هیدرولیکی بین سفرهٔ آب‌دار و رودخانهٔ زهره وجود دارد، برای افزایش ذخیرهٔ سفرهٔ آب‌دار می‌توان از روش تغذیهٔ واداری یا القایی استفاده کرد. بدین معنی که در امتداد رودخانهٔ زهره چاه‌های بهره‌برداری در یک خط حفر گردد و برای مصارف گوناگون پمپاژ صورت گیرد. از این روش در محدوده‌هایی که کیفیت آب رودخانه بهتر از آب زیرزمینی است و جهت جریان نیز به سمت دشت است (شمال روستای تل‌گرسنه و تل‌چگاه‌علیا) می‌توان برای جلوگیری از شوری بیش‌تر آب زیرزمینی سفرهٔ آب‌دار استفاده کرد؛ ولی این روش در بخش وسیعی از منطقهٔ پژوهش میسر نیست.

www.SID.ir

Archive of SID



**۲. استفاده از بستر آب‌راهه (بند خاکی)**

روش دیگری که در منطقهٔ پژوهش امکان‌پذیر است به‌کار بردن تکنیک‌های دگرش مسیر آب‌راهه‌ها و به طور ویژه حوضچهٔ نفوذ پشت بند خاکی یا سد نشتی است. احداث بندهای کوتاه خاکی در مسیر آب‌راهه و یا انحراف آب در آبگیرهای مناسب، با شرایط منطقهٔ پژوهش منطبق است. با توجه به این که طول آب‌راهه‌های موجود در منطقه کوتاه و همچنین دبی آن‌هاکم است، بنا بر این، بندهای کوتاه خاکی را می‌توان در مسیر آب‌راهه احداث کرد و با سرریزهای بتنی آب سطحی مازاد را در پایین‌دست به آب‌راهه اصلی منتقل کرد، بهره‌برداری و نگه‌داری از بندها، با سرریز بتنی به خاطر تسهیل در امر بهره‌برداری، دارای موفقیت بیش‌تری است. البته علاوه بر سرریزهای بتنی که بهره‌برداری بهینه را میسر می‌سازد، محل احداث بندهای کوتاه خاکی و طراحی بندهای کوتاه خاکی نیز نقش مهمی در بازدهی هزینه‌های انجام شده، ایفا می‌نماید.

**۳. حوضچهٔ نفوذ**

منطقهٔ پژوهش در برخی نواحی دارای شرایط مناسبی برای ایجاد حوضچهٔ نفوذ است. این نواحی دارای شیب بسیار کم و نفوذپذیری خوبی هستند (جدول ۶). آب لازم برای تغذیهٔ مصنوعی را می‌توان از طریق احداث بند کوتاه خاکی، کنترل سیلاب و انتفال به حوضچه نفوذ تأمین کرد.

## گزینه‌های پیشنهادی در منطقهٔ پژوهش

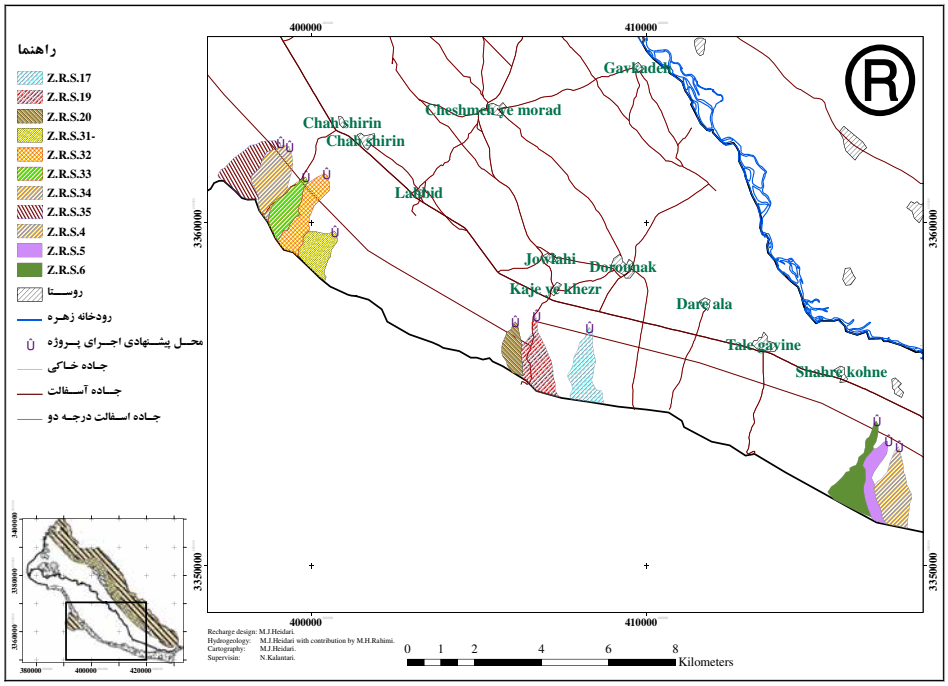
با توجه به آن‌چه به اختصار ارائه شد برای تغذیهٔ مصنوعی احداث بندخاکی و حوضچهٔ نفوذ بهترین روش است. در منطقهٔ پژوهش با در نظر گرفتن همهٔ شرایط ۹ محل برای احداث بندخاکی و ۲ محل برای اجرای حوضچهٔ نفوذ پیشنهاد شده است. انتخاب این گزینه‌ها بر اساس شرایط توپوگرافی، مورفولوژی، شیب سطحی، نفوذپذیری و سایر پارامترهای مهم صورت گرفته است. به طور کلی شیب سطحی منطقه کم و کم‌تر از ۲ تا ۳ درصد است و نقش چندانی در انتخاب گزینه‌ها بازی نمی‌کند. این در حالی است که شرایط مورفولوژیکی و

www.SID.ir

Archive of SID



نفوذپذیری سطحی بیش‌ترین اهمیت را در انتخاب گزینه‌ها داشته‌اند. پارامترهای متعدد درگیر در تغذیهٔ مدیریتی و انتخاب محل مناسب همچون نفوذپذیری سطحی (انجام آزمایش به روش چاهک نفوذ و حلقهٔ مضاعف)، عمق تا سطح ایستایی، شیب سطحی، رده استراهلر آب‌راهه، pH خاک پایین‌دست و ... در این محل‌ها ارزیابی گردیده و در جدول‌های ۵ و ۶ ارائه شده‌اند [۱]. در شکل ۸ موقعیت این گزینه‌ها ارایه شده است و به طور کلی با اجرای این گزینه‌ها سالانه حدود ۱/۳ میلیون متر مکعب آب به سفرهٔ آب‌دار اضافه خواهد شد.




**شکل ۸. موقعیت گزینه‌های پیشنهادی**

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۵. ویژگی‌های محلی گزینه‌های مناسب برای روش استخر نفوذ پشت بند خاکی**

| پارامتر | ZRS4 | ZRS5 | ZRS6 | ZRS19 | ZRS20 | ZRS32 | ZRS33- | ZRS33- | ZRS35 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جنس دیواره و | $G_m$ | $G_m$ | $G_m$ | $G_m$ | $G_m$ | $G_m$ | $G_m$ | $G_m$ | $G_m$ |
| pH خاک | ۸ | ۸ | ۸ | ۷/۵ | ۷/۵ | ۷/۵ | ۷/۵ | ۷/۵ | ۷/۵ |
| عمق تا سطح | ۱۹ | ۱۹ | ۱۸ | ۱۵ | ۱۵ | ۲۰ | ۲۰ | ۱۹ | ۱۶ |
| ضخامت بخش | ۱۶ | ۱۶ | ۱۵ | ۱۲ | ۱۲ | ۱۷ | ۱۷ | ۱۶ | ۱۳ |
| لیتولوژی بخش | $G_m$+ | $G_m$+ | $G_m$+ | $G_m$+ $L_l$ | $G_m$+ $L_l$ | $G_m$+ $L_l$ | $G_m$+ $L_l$ | $G_m$+ $L_l$ | $G_m$+ $L_l$ |
| نفوذ نهایی | ۳۵ | ۳۰ | ۲۰۰ | ۳۰ | ۱۵۰ | ۵۰ | ۱۲۰ | ۱۲۰ | ۱۲۰ |
| شیب آب‌راهه | ۴/۹ | ۳/۲ | ۳/۵ | ۲/۴ | ۲/۴ | ۲/۷ | ۳ | ۲/۹ | ۲/۴ |
| رده آب‌راهه در | ۴ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | | ۳ | ۳ |
| EC رواناب | ۴۰۰> | ۴۰۰> | ۴۰۰> | ۵۰۰> | ۵۰۰> | ۱۰۰۰> | ۱۰۰۰> | ۱۰۰۰> | ۱۵۰۰> |
| بار معلق | ۱> | ۱> | ۱> | ۱> | ۱> | ۳> | ۳> | ۳> | ۹> |
| طول و بلندی | ۴۳×۵ | ۷۰×۵ | ۹۲×۵ | ۹۰×۴ | ۱۴۰×۶ | ۱۷۷×۶ | ۱۱۰×۴ | ۹۰×۴ | ۲۹۰×۷ |
| عمق متوسط | ۲ | ۲ | ۱/۵ | ۲ | ۲ | ۲ | ۱/۵ | ۲ | ۲ |
| مساحت پهنه | ۲۳۰۰۰ | ۲۸۳۰۰ | ۲۳۷۰۰ | ۳۸۹۶۵ | ۶۲۰۰۰ | ۳۸۰۰۰ | ۹۱۰۰ | ۹۰۰۰ | ۶۹۷۰۰ |
| حجم مخزن | ۴۶۰۰۰ | ۵۶۶۰۰ | ۳۵۵۵۰ | ۷۷۹۳۰ | ۱۲۴۰۰۰ | ۷۶۰۰۰ | ۱۳۶۵۰ | ۱۸۰۰۰ | ۱۳۹۴۰۰ |
| زمان نفوذ آب | ۶۰ | ۹۷ | ۱۰ | ۶۷ | ۱۳ | ۴۰ | ۱۵ | ۲۰ | ۱۷ |

**جدول ۶. ویژگی‌های محلی گزینه‌های مناسب برای روش حوضچه نفوذ**

| ویژگی | ZRS17 | ZRS34 |
|---|---|---|
| جنس خاک محل پیشنهادی | $G_m$ | $G_m$ |
| جنس محیط غیر اشباع | Gm+ $L_l$ | Gm+ $L_l$ |
| عمق تا سطح ایستایی (متر) | ۱۵ | ۱۷ |
| ضخامت بخش غیر اشباع مؤثر (متر) | ۱۲ | ۱۴ |
| نفوذ نهایی (میلی‌متر در ساعت) | ۱۰۰ | ۱۲۰ |
| شیب سطحی (درصد) | ۲ | ۲ |
| EC رواناب آب‌راهه (میکروزیمنس) | ۴۰۰> | ۱۵۰۰> |
| بار معلق رواناب آب‌راهه (گرم در | ۱> | ۹> |
| روش تغذیهٔ مصنوعی | حوضچهٔ نفوذ | حوضچهٔ نفوذ |
| ابعاد تاسیسات (متر) | ۲۵۰×۱۲۰×۱ | ۳۰۰×۸۰×۱ |
| روش ایجاد حوضچه | خاکبرداری | خاکبرداری |
| عمق آب در حوضچه (متر) | ۰/۵ | ۰/۵ |
| حجم حوضچه (متر مکعب) | ۱۵۰۰۰ | ۱۲۰۰۰ |
| زمان نفوذ آب معادل حجم حوضچه | ۵ | ۴ |

www.SID.ir

Archive of SID



## نتیجه‌گیری

مهم‌ترین منابع آبی در منطقهٔ زیدون، سفرهٔ آب زیرزمینی و رودخانهٔ دائمی زهره هستند. با توجه به بررسی‌های انجام شده در این منطقه استفاده از آب‌های زیرزمینی به آب‌های سطحی ترجیح داده می‌شود. به همین علت در دهه اخیر میزان بهره‌برداری از این منبع آبی افزایش یافته و موجب افت سطح ایستایی در این منطقه شده است. بر اساس بررسی‌های صورت گرفته سیلاب آب‌راهه‌های جنوبی منطقه دارای کیفیت بسیار مناسبی است که به علت وجود نداشتن سیستم مدیریتی کارآمد در این منطقه هرز می‌روند. وضعیت زمین‌شناختی، موفولوژیکی و هیدروژئولوژیکی این منطقه این امکان را می‌دهد تا با اجرای پروژه‌های تغذیهٔ مدیریتی سفرهٔ آب‌دار (تغذیهٔ مصنوعی) از این منابع آبی ارزنده به صورت بهینه استفاده شود. با توجه به شرایط مورفولوژیکی، هیدرولوژیکی و هیدروژئولوژیکی بهترین روش‌ها برای تغذیهٔ مصنوعی در این منطقه احداث بند کوتاه خاکی در مسیر آب‌راهه‌های بخش جنوبی منطقهٔ پژوهش، کنترل سیلاب و تغذیه آن به طور مستقیم در پشت بند و یا انتقال آن به پایین‌دست و تغذیه با حوضچهٔ نفوذ است. در نهایت با در نظر گرفتن شرایط موفولوژیکی، نفوذپذیری و نیاز آبی در پایین‌دست یازده محل برای اجرای روش‌های مدیریت منابع آبی در این منطقه پیشنهاد می‌شود که به طور کلی با اجرای تمامی این گزینه‌ها سالانه حدود ۱/۳ میلیون متر مکعب آب به سفرهٔ آب‌دار اضافه خواهد شد.

## سپاس‌گذاری

از مدیریت مطالعات پایهٔ منابع آب سازمان آب و برق خوزستان برای حمایت‌های مالی، از اعضای هیات علمی گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید چمرن اهواز به خاطر همکاری و از دکتر احمد عباس‌نژاد عضو هیئت علمی بخش زمین‌شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان به خاطر راهنمایی‌ها و در اختیار قرار دادن برخی منابع تشکر می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



## منابع


۱. حیدری موسی، م.ج.، *امکان‌سنجی و پتانسیل‌یابی تغذیهٔ مصنوعی در دشت زیدون*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز (۱۳۸۶) ۲۰۶ ص.

۲. حیدری موسی، م.ج.؛ کلانتری، ن.؛ رحیمی، م.ح.، *ارزیابی روش‌های بررسی صحت و دقت آنالیز نمونه‌های هیدروشیمیایی؛ مطالعه موردی دشت زیدون*، یازدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد (۱۳۸۶) ۵۰۰ ص.

۳. رحیمی، م. ح.، *بررسی هیدروژئولوژیکی دشت‌های زویرچری و خران (ملاثانی - خوزستان)*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز (۱۳۸۳) ۲۳۴ ص.

۴ .شبانه، م.،*پتانسیل‌یابی و امکان‌سنجی طرح تغذیهٔ مصنوعی در دشت خران شوشتر*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز (۱۳۸۵) ۲۰۷ ص.

۵ .عطارزاده، ع.، *تغذیهٔ مصنوعی سفرهٔ آب‌های زیرزمینی*، انتشارات افست گلشن، تهران (۱۳۵۳) ۲۰۵.

۶ .کوثر، آ.، *مهار سیلاب و بهره‌وری بهینه از آنها، آبیاری سیلابی، تغذیهٔ مصنوعی، بندهای کوتاه خاکی*، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع(۱۳۷۴).

7. Appelo, C.A.J and Postma, D., Geochemistry, Groundwater, and Pollution. 2nd ed., A.A. BALKEMA PUBLISHERS, Great Britain (2005) 650.

8. Domenico, P.A., and F.W. Schwartz, Physical and Chemical Hydrogeology, John Wiley and Sons, New York (1998) 506.

9. Fetter, C.W., Applied Hydrogeology, Macmillan, London (1994) 691.

10. Freeze, T. and J.A. Cherry, Groundwater, Prentice Hall, New Jersey (1979) 604.

11. International Association of Hydrogeologist (IAH), Strategyies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semiarid area, UNESCO Publishing (2005) 30.

12. Jacobson, Michael A., Summary and conclusion from applied research on infiltration basins and recommendations for modifying the Washington department of Ecology stormwater management manual for the Paget Sound


www.SID.ir

Archive of SID



Basin, University of Washington, center for Urban Water Resources Management, may (1993).

13. Kalantari, N. and Goli A, Artificial recharge of Baghmelak aquifer Khuzestan province southwest of Iran, 5th International symposium in aquifer management recharge, Berlin, Germany (2005).
14. Kalantari, N. and Rahmani, H., Evaluation of an artificial recharge system. A case study in southern Iran, procceding of groundwater and watershed development, Dhule, India (1999) 132-191.
15. Kalantari, N. and Nasseri H., Groundwater quality of Gheroso aquifer, Gorgan, Iran, 3rd Groundwater quality symposium, shefield, UK. (2000).
16. Todd, D.K. and Mays L.W., Groundwater hydrology, 3nd, John Wiley and Sons publishers (2005) 636.

www.SID.ir