

مدیریت منابع آب و توسعه پایدار، مطالعه موردی: دشت رفسنجان

سید مصطفی مرتضوی^۱

کریم سلیمانی^۲

فرشته غفاری موفق^۳

(دریافت ۸۸/۶/۳ پذیرش ۸۹/۶/۱۳)

چکیده

برداشت از منابع آبهای زیرزمینی دشت رفسنجان در سال ۱۳۵۳ حدود ۴۵۰ میلیون متر مکعب گزارش شد. با توجه به محاسبات هیدرولوژیکی در این سال، حدود ۹۸ میلیون متر مکعب از ظرفیت مجاز سفره، اضافه برداشت شده است. لذا بهره‌برداری بیشتر از منابع آبهای زیرزمینی منطقه رفسنجان از سال ۱۳۵۳ ممنوع اعلام گردید. براساس آمار مربوط به سال ۱۳۸۲ آب منطقه‌ای، میزان استحصال آب در این منطقه حدود ۷۵۰ میلیون مترمکعب بوده و سالیانه حدود ۲۵۰ میلیون مترمکعب اضافه برداشت مزبور که سطح آب زیرزمینی را معنی است که میزان اضافه برداشت سالیانه، از ذخیره آب زیرزمینی برداشت می‌شود. اضافه برداشت مزبور که سطح آب زیرزمینی را سالانه بیش از ۸۰ سانتی‌متر پایین می‌برد، عامل اصلی نشست خاک، از بین رفتن اراضی مزروعی و خرابی مناطق مسکونی است. پایین رفتن سطح آبهای زیرزمینی موجب کاهش کیفیت آب استحصال شده می‌گردد که شامل بالا رفتن بسیار زیاد و بیش از استاندارد EC آب است. در دشت رفسنجان، خالی شدن سفره‌های زیرزمینی و نشست زمین به دلیل تفاوت لایه‌های زمین‌شناسی منطقه به صورت یکنواخت اتفاق نمی‌افتد و باعث بازشدگی‌های زمین به‌طور افقی و عمودی می‌شود. این پدیده زمانی که با حرکات تکتونیکی زمین نیز همراه می‌شود، فاجعه‌ای را برای این منطقه گوشزد می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: دشت رفسنجان، مدیریت منابع آب، منابع آب زیرزمینی، برداشت آب، کیفیت آب

Water Resource Management and Land Sustainable, the Case Study in Rafsanjan in Iran

Seyed Mostafa Mortazavi¹

Karim Soleimani²

Fereshteh Ghafari Movafagh³

(Received Aug. 25, 2009 Accepted Sep. 14, 2010)

Abstract

Withdrawal of ground water resource in Rafsanjan plain is about 450 million cubic meters in 1974. In this year, according to the hydrological calculation approximately, 98 million cubic meters of capacity permitted the table, has been added to harvest. Therefore, Rafsanjan region been forbidden region since 1974. According to statistics data, in 2003, extraction rate of ground water are recorded about 750 million cubic meters. But approximately 250 million cubic meters per year had added to the harvest in stored groundwater. For this rezone the level of groundwater falls down 80 cm per year. This has been introduced of agent to loss of farm land residential areas of failure. Down the level of groundwater decreased water quality including high and rising Ec, so that not to meet the standard value. In the Rafsanjan plain the geological layers are different, then, in this region, opening layers of earth is horizontally and vertically. This phenomenon alongs with techtonic movement may be resulted to a tragic event in this area.

Keywords: Rafsanjan Plain, Water Resource Management, Groundwater, Water Harvesting, Water Quality

1. Ph.D. Student of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Sari University, Sari
2. Faculty Member of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Sari University, Sari
3. Grad. Student of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Shahrekord University, Shahrekord (Corresponding Author)09131971429 fereshtehmovafah@gmail.com

- ۱- دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ساری، ساری
- ۲- عضو هیئت علمی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ساری، ساری
- ۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد (نویسنده مسئول) ۰۹۱۳۱۹۷۱۴۲۹ fereshtehmovafah@gmail.com

۱- مقدمه

بخش اعظمی از منابع آب دنیا، منابع آب زیرزمینی است. در مناطق کویری ایران این منابع اهمیت بسیار زیادی دارند. ایران با میانگین بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر، دارای اقلیم خشک و نیمه خشک است [۱]. در حالی که متوسط سالیانه بارندگی در استان کرمان در حدود ۱۱۰ میلی‌متر گزارش شده است. حیات مناطق کویری و اقلیم‌های خشک و نیمه خشک، به دلیل کمی بارندگی کاملاً وابسته به منابع آب زیرزمینی است [۲ و ۳]. می‌توان گفت مدیریت مناسب آبهای زیرزمینی در چنین مناطقی ضامن توسعه پایدار در آن منطقه است [۴ و ۵]. یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر کاهش کیفیت منابع آب، افزایش و تمرکز جمعیت عنوان شده است. این عامل یکی از مهم‌ترین عوامل فشار بیش از حد بر منابع آب در مناطق خشک به‌شمار می‌رود [۶]. اولین پیامد افزایش و تمرکز جمعیت و به‌دنبال آن مدیریت نادرست منابع، کاهش کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش محسوس منابع از نظر کیفی و کمی خواهد بود [۶ و ۷]. در پی کاهش کیفیت منابع، از دست رفتن فرصت‌های شغلی و ایجاد فقر و عدم توسعه یافتگی جوامع غیر قابل اجتناب است [۸ و ۹].

بر اساس مطالعات سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان، خسارات ناشی از خشک شدن باغهای پسته طی مدت ده سال گذشته حدود ۹۸۵۷۹ میلیارد ریال برآورد شده است. علاوه بر آن، خشک شدن درختان و تبدیل اراضی زیر کشت پسته به بیابان، خود فاجعه دیگری خواهد بود. همچنین بیکاری ایجاد شده به‌علت از دست دادن شغل پدری (کشاورزی و تولید پسته) نیز از پیامدهای آن است. هدف از این مطالعه نگاهی به وضعیت بحران آب در مناطقی چون رفسنجان بود که اقتصادی کاملاً وابسته به آب دارند.

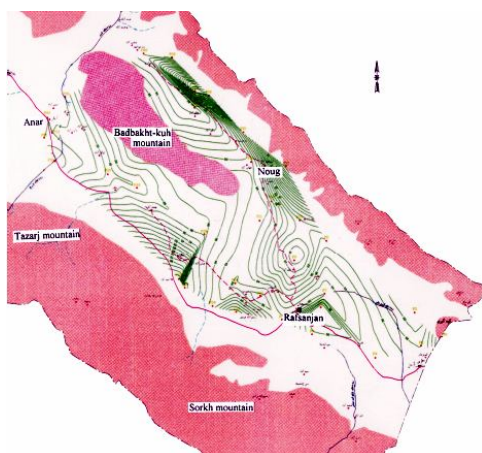
۲- مواد و روشها

محدوده مطالعاتی رفسنجان با وسعت ۲۴۲۱ کیلومترمربع بین طولهای جغرافیایی ۵۴°۵۲' تا ۵۶°۳۴' و عرضهای جغرافیایی ۲۹°۵۱' تا ۳۱°۳۱' در باند ارتفاعی ۳۴۴۳ متر تا ۱۴۰۰ متر گسترده است (شکل ۱). رفسنجان در طبقه‌بندی اقلیمی به‌روش دومارتن^۱ دارای اقلیم خشک است. عمده تغذیه دشت رفسنجان مربوط به مسیل‌های جنوب و جنوب غرب است که حیاتی کاملاً وابسته به بارندگی دارند. براساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی رفسنجان، متوسط بلند مدت میزان بارندگی در این دشت ۹۰ میلی‌متر در سال است که در سالهای اخیر به دلیل خشکسالی، کمتر از این مقدار گزارش شده است. میزان تبخیر متوسط سالیانه این

^۱ Demartonne

دشت، از سطح تشتک تبخیر، بیش از سه متر گزارش شده است. در کرمان برای اولین بار، خارج شدن لوله جدار چاههای بهره‌برداری کشاورزی در سال ۱۳۵۶ باعث پی بردن به پدیده نشست زمین شد.

در این مقاله میزان رشد ظاهری لوله‌های جدار چاههای کشاورزی و آشامیدنی اندازه‌گیری شد و پس از گزارش به اداره آب منطقه با مقایسه گزارشهای رسیده از محلهای مختلف دشت مورد نظر، میزان نشست زمین مشخص گردید. تعداد ۱۲ حلقه چاه مجاز با بهره‌برداری کشاورزی که با پدیده ثابت ماندن لوله‌های جدار چاه مواجه بودند، انتخاب شد و مقاطع زمین‌شناسی چاههای اکتشافی، پیرومتری و همچنین خصوصیات خاکشناسی منطقه بررسی گردید. در ادامه، نوسانات سطح آب زیرزمینی از سال ۱۳۵۰ تا سال ۱۳۶۲ مقایسه گردید. با توجه به آمار و اطلاعات سال آبی ۸۵-۱۳۸۴ با استناد به آنالیز شیمیایی ۳۷ منبع انتخابی موجود در شبکه تیسس با مساحت ۳۰۵۴/۵ کیلومتر مربع، تغییرات هدایت الکتریکی منابع مذکور در هر فصل مورد بررسی قرار گرفت.



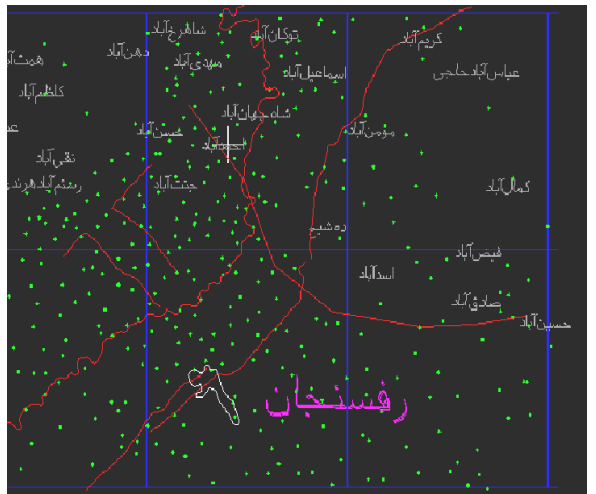
شکل ۱- نقشه دشت رفسنجان

۳- نتایج و پیشنهادات

سفره آب زیرزمینی دشت رفسنجان از دشت بردسیر شروع می‌شود و در پایین دست به منطقه بافق یزد منتهی می‌گردد. دشت رفسنجان در سال ۱۳۵۴ با ۱۵۹ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق به‌عنوان دشت ممنوعه معرفی گردید زیرا تعادل وضعیت تغذیه سفره و نحوه استحصال آب به هم خورده و در نتیجه میزان تخلیه سفره از تغذیه آن بیشتر شده بود (شکل ۲). در حال حاضر براساس آخرین آمار مربوط به سال ۱۳۸۲، برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی از حدود ۱۳۸۰ حلقه چاه به‌طور همزمان با هم صورت می‌گیرد. بر اساس آمار آب منطقه‌ای، میزان استحصال آب حدود ۷۵۰ میلیون

مترمکعب بوده و سالیانه نزدیک به ۲۵۰ میلیون مترمکعب اضافه برداشت صورت گرفته است که این میزان اضافه برداشت سالیانه از ذخیره آب زیرزمینی برداشت شده است.

بحران آب موجود در این دشت به دلیل جمعیتی بالغ بر ۳۵۰ هزار نفر در این شهرستان است که از طریق کشاورزی و برداشت پسته به طور مستقیم و یا غیرمستقیم ارتزاق می نمایند [۱]. از مهم ترین پیامدهای بحران آب در منطقه رفسنجان می توان به مواردی چون بیکاری، کوچ، نا امنی و نشست منطقه ای زمین اشاره کرد. با یک دید کلی می توان گفت که صدمات بحران آب می تواند شامل مسائل اجتماعی، اقتصادی و سیاسی باشد که اگر مدیریت صحیحی اجرا نشود پیامدهای بسیاری را به دنبال خواهد داشت. اقتصاد این شهرستان به طور شدید به کشاورزی تک محصولی وابسته است. مشکلات اقتصادی و بیکاری دارای چند وجه متمایز است که یک وجه آن پیامدهای بیکاری و مسائل بحران اقتصادی مردم مقیم در این شهرستان است و وجه دیگر، از دست دادن یک درآمد عظیم غیرنفتی (سالیانه در حدود ۳۵۰ میلیون دلار ارز) برای کشوری که دچار فشارهای اقتصادی است. عدم مدیریت صحیح درآمد پسته در سالهای گذشته و تشویق نشدن مردم به سرمایه گذاری در اموری چون صنعت، توریسم و کارهای خدماتی، باعث شده است که اغلب جوانان و اقشار مختلف جامعه حرفه ای به جز کشاورزی و خدمات جانبی پسته را فرا نگیرند و در نتیجه اگر الگوهای غلط مصرف آب زیرزمینی به همین شیوه ادامه پیدا کند، کشاورزی و در نتیجه اشتغال منطقه دچار خطر جدی می گردد.



شکل ۲- نقشه موقعیت چاههای عمیق و نیمه عمیق در دشت رفسنجان

از دیگر اثرات برداشت بی رویه از منابع آب می توان به نشست منطقه ای زمین اشاره نمود. چنانچه آب موجود در یک لیوان که از خاک و آب پر شده تخلیه شود، آن چیزی که باقی خواهد ماند،

حجمی از خاک درون لیوان است که دارای فضاهای خالی بسیاری است. در نتیجه خاک بر اساس وزن خود شروع به متراکم شدن می کند و با یک بارگذاری اندک، این میزان تشدید می شود. در دشت رفسنجان به خاطر تفاوت لایه های زمین شناسی، نشست منطقه به صورت یکنواخت اتفاق نمی افتد و باعث بازشدگی های زمین به طور افقی و عمودی می شود. این پدیده تأثیرات جبران ناپذیری را بر ابنیه، راهها و خطوط انتقال نیرو به جا می گذارد. این پدیده زمانی که با حرکات تکتونیکی زمین و گسل ۱۴۰ کیلومتری رفسنجان نیز همراه می شود، فاجعه ای را برای این منطقه گوشزد می نماید.

بررسی های به عمل آمده نشان می دهد که در منطقه رفسنجان، سنگ کف سفره آبدار از جنس رس بوده و لایه های رسی به ضخامت مختلف حداکثر تا ۱۰ متر در داخل آبرفت منطقه وجود دارد. آبرفت منطقه به طور متوسط ۱۵۰ متر ضخامت دارد و شامل رس، ماسه و سیلت است. مقدار نشست حاصله در منطقه رفسنجان به علت وجود لایه های رس در آبرفت منطقه است که زمان بیشتری برای خارج شدن آب در درون حفرات رس لازم است. بنابراین نشست زمین می تواند در سالهای بعد از افت سطح آب نیز ادامه داشته باشد. آبدهی چاههایی که مورد بررسی قرار گرفتند بین ۱۲ تا ۲۵ لیتر در ثانیه متغیر بوده است که این مقدار از آبدهی متوسط چاههای منطقه کمتر است.

از بررسی ۱۲ حلقه چاه بهره برداری که با پدیده ثابت ماندن لوله های جدار چاه مواجه بوده اند، مشخص شد که جدار لوله چاه بهره برداری فخرآباد واقع در جنوب رفسنجان در ۱/۵ سال حدود ۴۰ سانتی متر، چاه گیتی آباد امین در منطقه کشکوئیه رفسنجان در طی ۳ سال ۲۵ سانتی متر، چاه سعیدی در منطقه لاهیجان هرمزدآباد رفسنجان در ۵ سال، ۴۰ سانتی متر و چاه عباس آباد در دو سال اخیر حدود ۲۰ سانتی متر بریده شده است. در کل، متوسط افت سطح آب در فاصله سالهای ۱۳۵۰ تا ۱۳۶۰، در منطقه رفسنجان حدود ۷/۵ متر در منطقه کشکوئیه و انار ۷ متر، در منطقه سیرجان ۶ متر، در منطقه کرمان، ۶/۵ متر و در منطقه زرنند، ۸ متر گزارش شد. در چند دهه اخیر که بهره برداری از سفره آبدار منطقه رفسنجان به وسیله چاه معمول گردیده، افت سطح آب موجب نشست زمین در این منطقه شده است. بنابر آنچه گذشت در منطقه رفسنجان به ازای هر ده متر افت سطح آب، خاک حدود ۴۲ سانتی متر نشست می نماید. در حال حاضر نشست زمین در کرمان، زرنند، رفسنجان و سیرجان با توجه به مقدار لوله های جدار چاههای بریده شده و اثرات افت سطح آب، سالانه حدود ۱۰ سانتی متر است. افت سطح آب در منطقه رفسنجان گذشته از اینکه موجب نشست زمین شده است، در ساختمان ها و تأسیسات شهری و روستایی ترک ایجاد کرده و در

همچنین وجود گیاهانی با ریشه‌های عمیق بیش از ۲۰ متر نظیر درختان گز و طاق نیز در مناطق کویری و نیمه کویری باعث پایین بردن سطح آبهای زیرزمینی و کاهش رطوبت خاک در قسمتهای بالایی خاک و به دنبال آن نشست می‌شود.

در منطقه رفسنجان در اکثر تأسیسات و واحدهای مسکونی و تجاری ترک ایجاد شده و در سطح زمین نیز شکافهای به وجود آمده است (شکل ۵). تقریباً تمامی منازل مسکونی شهر رفسنجان دارای ترکها و شکافهایی است که به تصور اهالی مربوط به حرکات زلزله است در حالی که درصد وقوع زلزله در منطقه رفسنجان به مراتب کمتر از مناطق شهداد و گلباف است که چنین ترکها و شکافهایی در ساختمان‌ها و تأسیسات شهری آنها وجود ندارد. در محدوده شهر رفسنجان در حوالی خیابان عدالت، شکاف سرتاسری در سطح زمین به طول بیش از ۱۰۰ متر و به عرض حدود ۴/۰ متر دیده می‌شود. در روستای شاهرخ آباد واقع در غرب رفسنجان شکاف طولی وجود دارد که طول آن بیش از چند صد متر می‌باشد. بر اساس گفته اهالی، عرض این شکاف در ابتدا فوق العاده کم بوده، لیکن به تدریج وسیع گردیده است و در حال حاضر حدود ۶/۰ متر است. عمق این شکاف با توجه به گفته کشاورزان حدود ۴ متر بوده است که به منظور جلوگیری از فرار آبهای سطحی، شکاف مزبور توسط اهالی پرگردیده و در حال حاضر حدود ۷۰ سانتی‌متر عمق دارد. در دشت رفسنجان قضاوت و مقایسه در خصوص تغییرات هدایت الکتریکی و تخلیه چاهها به دلیل شرایط خاص بعضی مناطق دشت، بسیار مشکل است. یکی از مشکلاتی که در این زمینه وجود دارد، شرایط خاص منطقه انار به دلیل وجود دو سفره سطحی و عمقی و اختلاف بسیار زیاد کیفیت و کمیّت آب در این دو سفره است [۳].

اراضی کشاورزی شکاف به وجود آورده است. شکل ۳ تصاویر شکافی را نشان می‌دهد که به طول بیش از ۴ کیلومتر در روستای عرب آباد رفسنجان ایجاد شده و درختان پسته منطقه را به کام خود کشیده است. شکل ۴ شکافی با طول چند کیلومتر را در منطقه قطب آباد رفسنجان نشان می‌دهد. با توجه به اینکه بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی در حوالی رفسنجان و در جنوب و غرب رفسنجان بیشتر از سایر مناطق است و بیشتر چاهها در این مناطق متمرکز شده‌اند، سرعت حرکت آبهای زیرزمینی در محدوده نزدیک این منطقه بیشتر از مناطق دیگر است و فشارهای موئینه افقی بیشتری را در سطح زمین و نزدیک منطقه بهره‌برداری به وجود می‌آورد. تفاوت حاصله در این حرکات، ترک و شکافهایی را در سطح زمین و در ساختمان‌ها و تأسیسات ایجاد کرده است. گذشته از این، آبرفت منطقه رفسنجان یکنواخت نیست، در مناطق شمالی دشت عناصر تشکیل دهنده سفره آبدار عمدتاً کنگلومرا، شن و ماسه است، حال آنکه در منطقه مرکزی و غرب دشت و حوالی رفسنجان عناصر تشکیل دهنده آبرفت بیشتر شامل رس، ماسه و سیلت بوده و لایه‌های رسی در آبرفت منطقه وجود دارد. این انفصال و گسستگی در لایه‌های زیرزمینی و تعبیر شکل عناصر آبرفت منطقه، خاصیت شکل‌پذیری و خمیری رسوبات را افزایش می‌دهد. علاوه بر آن، لایه‌هایی که حاوی املاح نمک، گچ و کلسیم هستند، بر اثر جریان‌های آبهای سطحی و عمقی همواره مواجه با انحلال املاح خود می‌باشند که یا باعث وجود غارهایی در این لایه‌ها می‌شود که موجب ریزش‌های ناگهانی لایه‌های سطحی می‌گردد و یا این املاح به عنوان سیمان ذرات عمل می‌کنند و انحلال آنها موجب جدایی دانه‌ها و در نتیجه نشست آنها می‌گردد مانند شمال غرب شهر کرمان.



شکل ۵- ایجاد شکاف در منازل مسکونی به علت فرایند نشست زمین



شکل ۴- ایجاد شکاف در منطقه قطب آباد



شکل ۳- شکافی با طول چند کیلومتر

منابع انتخابی از چاههای بهره‌برداری در دشت رفسنجان انتخاب شدند. این چاهها در عمقهای مختلف حفر شده‌اند. کیفیت و کمیت چاهها بسته به عمق آنها بسیار متفاوت است. اختلاف زیاد EC آب و آبدی برخی چاهها در مناطق مختلف به دلیل تمهیداتی است که مالکین برای رسیدن به آب با کیفیت مناسب و آبدی بیشتر چاه مد نظر می‌گیرند. به‌طور مثال در منطقه انار و بیاض چاههای انتخابی وجود دارند که در گذشته در سفره سطحی حفر شده بودند و از آب با کیفیت مناسب برخوردار بوده‌اند اما به مرور زمان به دلیل کاهش ظرفیت آبدی سفره سطحی اقدام به افزایش عمق چاه و دستیابی به سفره عمقی برای رسیدن به افزایش آبدی شده است ولی از کیفیت آب چاه کاسته شده و EC به میزان چشمگیری افزایش پیدا کرده است. اکنون پس از گذشت مدتی که درختان تحت تأثیر آب شور در حال از بین رفتن هستند، مالکین به فکر چاره افتاده و در حال کاهش عمق چاه و لوله آبدی برای استفاده از سفره سطحی و جابجایی چاه هستند. در منطقه نوق و در قسمتی از حاشیه بدبخت کوه، عکس قضیه منطقه انار وجود دارد به‌طوری که آب سطحی از کیفیت نامناسب برخوردار است و آب عمقی از کیفیت مناسب‌تر. به‌همین دلیل مالکین دائماً در حال افزایش عمق چاههای خود برای دستیابی به آبی با کیفیت و کمیت بهتر هستند.

با توجه به اضافه برداشت سالیانه ۲۵۰ میلیون مترمکعب آب از ذخیره زیرزمینی و اضافه شدن زمین‌های زیرکشت در منطقه و اقتصاد تک محصولی به‌همراه نشست منطقه‌ای زمین به‌میزان سالیانه به‌طور متوسط ۱۰ سانتی‌متر (براساس آمار سال ۱۳۶۵) و خسارات سازه‌ای این پدیده و آغاز کوچ کشاورزان، مدیریت صحیح منابع موجود آب منطقه با همکاری مردم و کلیه دستگاههای دولتی امری ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به روند ادامه افت سطح آب زیرزمینی و کسری حجم مخزن در دشت رفسنجان همچون سالهای گذشته پیشنهاد می‌گردد دشت رفسنجان از لحاظ بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی ممنوعه باقی بماند. با توجه به آنچه تاکنون بیان شد لازم است موارد زیر برای کاهش روند افت سطح آب زیرزمینی انجام شود:

۱- آگاهی دادن به کشاورزان؛ داشتن آگاهی از وضعیت آب زیرزمینی، حجم آب موجود، نحوه تشکیل آبخوان، پیامدهای خشکیدگی آبخوان، از بین رفتن سرمایه‌ها، تجاوز به حقوق دیگران، از بین رفتن کشاورزی و افزایش بیکاری از جمله مواردی است که می‌تواند به‌عنوان آگاهی دادن به کشاورزان قلمداد شود [۱۰].

۲- کنترل بهره‌داری؛ در دشت رفسنجان تعدادی از چاهها بیش از حد مجوزهای صادره بهره‌برداری می‌کنند. به‌منظور کنترل این موضوع می‌توان نصب کنتورهای حجمی را پیشنهاد نمود. در راستای نصب این کنتورها که باید حالت اجباری داشته باشد، باید محل کنتور به

گونه‌ای حفاظت گردد تا از صدمات احتمالی مصون بماند. یکی دیگر از موارد کنترل بهره‌برداری، استفاده از میزان برق مصرفی است. یعنی با برقراری ارتباط بین برق مصرفی و حجم آب پمپاژ شده می‌توان کل برداشت و تخلیه را کنترل نمود [۱۱].

۳- پلمپ کردن چاههای بدون مجوز حفاری و بهره‌برداری؛ علی‌رغم اینکه اغلب چاههای حفر شده در سطح دشت رفسنجان دارای مجوز حفر و بهره‌برداری هستند، ولی تعدادی از آنها همچنان فاقد مجوزهای لازم هستند. بنابراین پلمپ نمودن این چاهها به دلیل عدم وجود آب کافی در آبخوان و افت شدید سطح آب زیرزمینی ضروری است [۱۱].

۴- تغییر روش آبیاری؛ روش آبیاری سنتی یکی از روشهای مرسوم در این منطقه بوده و با عنایت به اینکه باغهای پسته از طریق غرقابی و کرتی آبیاری می‌شوند، لذا ضرورت دارد در صورت تغییر روش آبیاری، مطالعات مناسبی به انجام رسیده و در صورت دریافت پاسخ مناسب، نسبت به تغییر روش آبیاری اقدام شود [۱۲].

۵- بهبود راندمان آبیاری؛ نحوه آبیاری و انتقال آب به کرتها به اندازه مناسب و به تعداد دفعات مورد نیاز در زمانهای تعریف شده باید توسط کارشناسان و مروجین کشاورزی بیان شود و هدایت کشاورزان به این سمت و سو صورت گیرد [۱۲].

۶- ایجاد تعاونی‌های آبیاری و یکی نمودن کانالها؛ انجام این کار با توجه به توصیه‌های به‌عمل آمده از چند سال پیش تقریباً شروع شده ولی متأسفانه بنا به دلایلی کشاورزان آنچنان که مورد انتظار بود به این سمت هدایت نشده‌اند. لذا علی‌رغم اینکه این مورد یکی از روشهای مناسب برای جلوگیری از هدر رفتن آب است ولی آنچنان استقبال نشده و نیاز به راهنمایی‌های بیشتر از سوی مسئولین وجود دارد [۱۳].

۷- انتقال آب از چاه به مزرعه با استفاده از روشهای مناسب و جلوگیری از توسعه باغها؛ در تعداد زیادی از چاهها که فاصله قابل توجهی بین مزرعه تا چاه نیز وجود دارد، هدایت آب پمپاژ شده از طریق انهار و کانال‌های سنتی صورت می‌گیرد. در این روش حجم آب قابل ملاحظه‌ای به‌شکل نفوذ و تبخیر و تعریق از دسترس خارج می‌گردد. بنابراین استفاده از لوله و یا حداقل کانال‌های بتونی می‌تواند درصد هدر رفت آب را کم کند. علاوه بر موارد ذکر شده باید از توسعه باغها و زمین‌های کشاورزی نیز جلوگیری به‌عمل آید [۱۴].

۸- جایگزینی فعالیتهای صنعتی و خدماتی؛ شرایط منطقه، ضرورت تشویق مردم برای روی آوردن به صنعت، توریسم، صنایع دستی و یا فعالیتهای خدماتی که نیاز کمتری به آب داشته باشد را نشان می‌دهد. در حال حاضر سهم بخش صنعت از آب استحصال شده

کمتر از ۱۰ درصد بوده و این در حالی است که شرایط منطقه به لحاظ معدن، نیروی انسانی و دانشگاه، برای صنعتی شدن آماده است.

۹- انتقال حوزه به حوزه آب و تقویت آبخوان؛ یکی دیگر از راهکارهای موجود برای این منطقه انتقال آب از یک حوزه آبی نزدیک و پر آب به این دشت است. با استفاده از شاخص‌هایی نظیر بیلان منفی آب و تشدید این اتفاق با خشکسالی‌های متداوم می‌توان گفت که انتقال حوزه به حوزه آب و تقویت آبخوان تنها راه تعدیل مدیریت‌های غلط سالهای گذشته است [۱۴]. در حال حاضر پروژه سولکان، با مجوز انتقال سالیانه ۳۰۰ میلیون مترمکعب در سال از بروجن چهارمحال بختیاری به رفسنجان در دست اجراست [۱۵].

۴- نتیجه‌گیری

تداخل سفره‌های شور و شیرین و به‌دنبال آن بالا رفتن شوری آب

منطقه مطالعاتی، فرونشست خاک و ایجاد خسارات زیاد به اماکن مسکونی و تجهیزات زیربنایی، افت شدید سطح آب زیرزمینی در نتیجه برداشت‌های غیر اصولی از منابع آبهای زیرزمینی، بخشی از مشکلات ایجاد شده در اثر مدیریت و نظارت غیر اصولی بر منابع آب رفسنجان است. پیامدهای فرهنگی ایجاد شده در اثر وابستگی به اقتصاد تک محصولی کشاورزی و تشدید این اقتصاد در اثر کمبود آب و به‌دنبال آن فشار بیش از حد به منابع به‌منظور حفظ تنها فرصت شغلی منطقه، سبب تشدید بحران شده است.

۵- پیشنهاد

با توجه به ادامه روند افت آب زیرزمینی و کسری حجم مخزن در دشت رفسنجان همچون سالهای گذشته پیشنهاد می‌شود که دشت رفسنجان از لحاظ بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی ممنوعه باقی بماند.

۶- مراجع

- 1- Rafsanjan Water Resource Studies. (2007). *Report of Rafsanjan plain study (water year 85-86)*, Regional Water Stock Co., Kerman. (In Persian)
- 2- Fahmi, A. (2004). "The solution of Terzagi deferential equation under cyclic loading and compare with laboratory tests results." M.S. Thesis, Department of Civil Engineering, Kerman University, Kerman, Iran. (In Persian)
- 3- Soleimani, K., and Mortazavi, M. (2007). "Investigation of the land subsidence and its consequences of large groundwater withdrawal in Rafsanjan, Iran." *Pakistan J. of Biological Science*, 11(2), 265-269.
- 4- De Janvry, A., and Sadoulet, E. (2005). "Progress in the modeling of rural households' behavior under market failures". In Janvry, A. and Kambur, R. (Eds.) *Poverty, inequality and development*, Kluwer Publishing, USA.
- 5- Alley, W. M., and Leake, S. A. (2004). "The jounery from safe yield to sustainability." *Groundwater*, 42(1), 12-16.
- 6- FAO. (2004). *Carbon sequestration in dryland soils word soils resources report 102*, NRCS, Rome.
- 7- Giridhari, S. P., and Thapa, G. B. (2004). "Impact of social, institutional and ecological factors on land management practices in mountain watersheds of Nepal." *Applied Geography*, 24, 35-55.
- 8- Lefroy, R. D. B., Bechstedt, H. D., and Rais, M. (2000). "Indictors for sustainable land management based on farmers surveys in Vietnam, Indonesia and Thailand agriculture." *Ecosystem and Environment*, 81, 137-146.
- 9- Key, N., Sadoulet, E., and De Janvry, A. (2000). "Transactions costs and agricultural household supply response." *American J. of Agricultural Economics*, 82, 245-259.
- 10- Abadeh, M., Onogh, M., Mosaedi, A., and Zinadini, A. (2006). "Effects of water table in groundwater salinity in Zeidabad of Sirjan. science and tech." *J. of Agriculture and Natural Resources*, 13 (2), 18-27. (In Persian)
- 11- Javan, J. (2008). "Water crisis and the importance of agricultural water productivity in dry areas." *J. of Geography and Development*, 11, 115-138.
- 12- Mehrabi, H. (1997). "Use of production elements in the city of Rafsanjan pistachio." M.S. Thesis of Agriculture Economics, Shiraz University, Shiraz. (In Persian)
- 13- Sabohi, M. (2007). "Evaluation of groundwater resources management solution." *J. of Agriculture Science and Natural Resources*, 512, 475-484. (In Persian)
- 14- Abdollahi, M. (1998). "Economics of Rafsanjan plain water supply." M.Sc. Thesis, Shiraz University, Shiraz. (In Persian)
- 15- Baybordi, M. (2004). "Basin to basin water transfer, case study in Karoon-Rafsanjan." *Water Basin Transfer Conf. and its Role in Country's Sustainable Development*, Tehran University, Tehran, 152. (In Persian)