مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال سیزدهم، شماره دوم، خرداد - تیر ۱۳۸۵
www.magiran.com/jasnr

بررسی اثر افت سطح ایستابی در شوری آب‌زیرزمینی منطقه زیدآباد سیرجان

*محمود آباده[۱]، مجید اونق[۱]، ابوالفضل مساعدی[۱] و علی زین‌الدینی[۲]

[۱]به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی‌ارشد و اعضای هیأت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ [۲]مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان

تاریخ دریافت: ۸۳/۷/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۸٤/۸/۱

چکیده

منطقه خشک زیدآباد به‌عنوان یک قطب تولید پسته در سال‌های اخیر به‌دلیل بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب‌زیرزمینی با افت شدید سطح ایستابی و افزایش سریع شوری آب و عوارض تبعی آنها در توسعه کشاورزی روبرو شده است. هدف اصلی این تحقیق، بررسی اثر افت سطح ایستابی در شوری آب زیرزمینی است. بدین منظور ابتدا روند تغییرات افت سطح و شوری آب‌زیرزمینی در یک دوره ۱۰ ساله (۱۳۸۲-۱۳۷۲) براساس داده‌های ۲۹ چاه پیزومتری و ۲۰ چاه مشاهده‌ای تعیین گردید. سپس ۱۸ نمونه آب در امتداد ٦ ترانسکت طولی شرقی ـ غربی (۳ نمونه از هر ترانسکت) تهیه و مقدار شوری آب در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. بین پارامترهای افت سطح ایستابی و شوری آب در امتداد هر ترانسکت ضریب همبستگی و همچنین تفاوت آماری ارتفاع سطح و شوری آب چاه‌های پیزومتری و مشاهده‌ای در طول دوره آماری با آزمون کای ـ اسکوئر بررسی گردید. نتایج حاصل از ضریب همبستگی نشان داد که اثر افت سطح ایستابی بر شوری آب‌زیرزمینی در امتداد ترانسکت‌های A، B، C و D معنی‌دار بوده، امّا در امتداد ترانسکت‌های E و F معنی‌دار نمی‌باشد. این روابط محلی به‌ترتیب با اثر برداشت بیش از حد و اثر تغذیه فاضلاب‌های شهر سیرجان قابل تفسیر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: برداشت بی‌رویه، افت سطح ایستابی، شوری آب‌زیرزمینی، چاه‌های پیزومتری و مشاهده‌ای، زیدآباد

مقدمه

آب‌های شور دریاها و دریاچه‌ها تأثیر به سزایی در سفره‌های آب زیرزمینی ساحلی خود دارند. در آبخیزها و دشت‌های مناطق بیابانی به‌دلیل شرایط خاص طبیعی و هیدرولیکی، آب‌های شیرین به سمت آب‌های شور جریان یافته و برروی آنها قرار می‌گیرند، مگر آنکه با بهره‌برداری بیش از اندازه از سفره‌های آب شیرین، تعادل هیدروستاتیکی تغییر کرده و آب‌های شور به سمت آب‌های شیرین جریان پیدا کنند (گهرنژاد، ۱۳۸۱).

ارجمندی (۱۳۷۸) در تحقیقی با هدف تعیین عوامل مؤثر در شور شدن خاک‌های دشت گرمسار، با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص نمود که مهمترین عامل تشدید پیشرفت بیابان، تبدیل مناطق جنوب دشت به زمین‌های کشاورزی است که در اثر این کار حجم سفره آب شیرین در اثر افزایش میزان پمپاژ به شدت کاهش یافته و با منفی شدن شیب هیدرولیکی سطح سفره، آب شور به داخل سفره آب شیرین نفوذ پیدا کرده است و در

*- مسئول مکاتبه

نتیجه آب چاه‌ها، در بعضی نقاط دارای EC[1] بیشتر از ۶۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر شده است.

ترابی (۱۳۷۸) در بررسی روند شور شدن آب‌های زیرزمینی شمال دشت کاشان نشان داده که متوسط سطح ایستابی در طی سال‌های ۱۳٤٤ الی ۱۳۷٦، حدود ۱٦ متر افت داشته و علاوه‌بر آن هدایت الکتریکی متوسط منطقه در همین مدت از حدود ٤۳۵۰ میکروموس بر سانتی‌متر به ٦۹۳۰ میکروموس بر سانتی‌متر بالغ گردیده است، در ادامه وی برداشت بیش از حد مجاز را علت عمده این موضوع دانسته است.

خلیلی‌پور (۱۳۸۱) در بررسی روند کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی دشت قم نشان داده که متوسط سطح ایستابی در طی سال‌های ۱۳٦۸ الی ۱۳۷۹، حدود ۱٤/۵ متر افت داشته که متوسط افت سالانه سطح سفره حدود ۱/۵۱ متر بوده و حداکثر افت سالانه در منطقه رقمی معادل ٤/۵ متر در سال بوده است. علاوه‌بر آن تغییرات هدایت الکتریکی متوسط منطقه در همین مدت ٤۳٤۱ میکروموس بر سانتی‌متر بوده است که به‌طور متوسط هر سال ۱٦۸ میکروموس بر سانتی‌متر بر شوری آب‌های منطقه افزوده شده است. حداکثر افزایش شوری آب‌های زیرزمینی در منطقه مرکزی دشت مشاهده شده که رقمی در حدود ۸۳۳ میکروموس بر سانتی‌متر می‌باشد. همچنین مقدار املاح محلول افزایش چشمگیری داشته و به‌طور متوسط سالانه حدود ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر در طی دوره مذکور ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش داشته است.

ولایتی (۱۳۸۱) در یک بررسی تحت عنوان تأثیر برداشت آب از چاه‌ها در شور شدن آبخوان دشت جنگل (تربت حیدریه) نشان داد که افزایش هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در حواشی روستای جنت آباد از ۵۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر در سال ۱۳٦٦ به ٦۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر در سال ۱۳۷۵، ناشی از اضافه برداشت آبخوان بوده است.

پولیدو بوش و همکاران (۱۹۹۲) در تحقیقی تحت عنوان مسائل آب زیرزمینی در مناطق نیمه‌خشک آلمری و آندراکس اسپانیا، نفوذ آب دریا، انحلال سازندهای نمکی در لایه‌های زیرین و بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی به منظور کشاورزی را باعث افزایش میزان بر در سفره‌های آب زیرزمینی می‌داند.

نیومن و گوس (۲۰۰۰) در تحقیقی حوضه آبخیز مورای ـ دارلینگ را از لحاظ ژئومورفولوژیکی و اقلیمی مستعد تجمع املاح و نمک‌ها دانسته و وجود اراضی مسطح، بارش کم و تبخیر زیاد را از عوامل مؤثر در شوری آب‌های زیرزمینی می‌دانند. همچنین به عقیده ایشان، در زمان اصلاحات اراضی در اروپا، در اثر تغییر کاربری اراضی و توسعه آبیاری در این اراضی، تخلیه آب‌های زیرزمینی صورت گرفته، که خود یکی دیگر از عوامل شوری می‌باشد.

راماکریشنا و همکاران (۲۰۰۰) در تحقیقی تحت عنوان مدیریت و توسعه منابع آبی در منطقه کاداپای هند، کاهش ممتد سطح آب زیرزمینی، خشک شدن چاه‌ها و مسائل کیفیتی آب را نتیجه بهره‌برداری بی‌رویه منابع آب زیرزمینی در زمینه‌های کشاورزی، صنعت و تأمین آب دام می‌دانند. به نظر ایشان حفاظت سفره‌ها به منظور تولید آب دائمی نیازمند مدیریت منابع آبی در زمینه‌های زمین‌شناسی (به منظور تعیین محل تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی)، هیدرولوژی و ویژگی‌های ژئوشیمیایی (به منظور تعیین کیفیت آب)، در منطقه مورد نظر می‌باشد.

با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه یک قطب کشاورزی از نظر تولید پسته محسوب می‌شود و از طرفی با خطر جدی شور شدن منابع آب و خاک همراه است، انجام این تحقیق با هدف بررسی اثر افت سطح سفره‌های آب در شور شدن منابع آب‌زیرزمینی از مهمترین ضروریات این منطقه به‌شمار می‌آید، تا براساس شناخت فرایند حاکم بر شور شدن راهکارهای مناسب برای حل این معضل و کاهش اثرات آن ارائه گردد.

1 -Electrical Conductivity

مواد و روش‌ها

حدود و موقعیت جغرافیایی: منطقه مورد مطالعه با مساحتی حدود ۱۳۶۱ کیلومتر مربع بین ˝۲۵ ˚۵۵ تا ˝۴۷ ˚۵۵ طول شرقی و ˝۲۳ ˚۲۹ تا ˝۴۲ ˚۲۹ عرض شمالی در شرق کفه نمکی سیرجان در استان کرمان واقع شده است. این منطقه با متوسط بارندگی سالیانه ۱۵۶ میلی‌متر قطاعی از حوضه آبخیز سیرجان در حوضه آبخیز مرکزی ایران می‌باشد. بلندترین نقطه ارتفاعی منطقه ۱۹۸۰ متر و پایین‌ترین آن ۱۶۸۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارند. ارتفاع متوسط منطقه مورد مطالعه نیز ۱۸۲۱ متر ازسطح دریا است.

انتخاب چاه‌های مشاهده‌ای و پیزومتری: جهت بررسی اثر افت سطح آب‌های زیرزمینی در شور شدن این آبها می‌بایست این آب‌ها از نظر کمی و کیفی مورد بررسی قرار گیرند. به این منظور ابتدا چاه‌های پیزومتری و مشاهده‌ای (بهره‌برداری) که دارای آمار کاملی در طول دوره بودند شناسایی شدند. سپس آمار مورد نیاز (شامل آمار مربوط به شوری و سطح سفره برای هر سال آبی در طول دوره) از گزارش‌های تحقیقاتی موجود استخراج شد.

محاسبه ارتفاع مطلق سطح آب زیرزمینی پیزومترها: بعد از جمع‌آوری مقادیر ماهانه سطح آب، ارتفاع مطلق سطح آب ماهانه برای هر پیزومتر در طول دوره آماری (سال‌های آبی ۷۳ ـ ۱۳۷۲ الی ۸۲ ـ۱۳۸۱) از معادله زیر محاسبه شد.

$$hw = hp - D \qquad (۱)$$

در این معادله

hw ارتفاع سطح آب در پیزومتر مورد نظر از سطح آب‌های آزاد *(m)*

hp ارتفاع نقطه نشانه پیزومتر مورد نظر از سطح آب‌های آزاد *(m)*

D عمق آب در پیزومتر مورد نظر *(m)* می‌باشد.

محاسبه تغییرات میانگین سالانه سطح آب زیرزمینی پیزومترها: بعد از محاسبه ارتفاع مطلق سطح آب ماهانه در هر پیزومتر، تغییرات متوسط سالانه سطح آب زیرزمینی (افت سطح آب) پیزومترها از معادله زیر محاسبه شد.

$$\Delta_i = hw_{i+1} - hw_i \qquad (۲)$$

در این معادله

Δ_i: تغییرات متوسط سالانه سطح آب زیرزمینی پیزومتر مربوطه در سال آبی مورد نظر *(m)*

hw_{i+1}: ارتفاع سطح آب پیزومتر مربوطه در ماه مهر سال آبی بعد *(m)*

hw_i: ارتفاع مطلق سطح آب پیزومتر مربوطه در ماه مهر سال آبی مورد نظر *(m)* می‌باشد.

محاسبه تغییرات سطح آب پیزومترها برای کل دوره آماری: پس از محاسبه تغییرات متوسط سالانه سطح آب هر پیزومتر، متوسط تغییرات سطح آب هر پیزومتر برای کل دوره آماری از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\Delta = \sum_{i=1}^{10} \Delta i \qquad (۳)$$

در این معادله

Δ: تغییرات سطح آب پیزومتر مربوطه در کل دوره آماری *(m)*

Δ_i: تغییرات متوسط سالانه سطح آب پیزومتر مربوطه در هر سال آبی *(m)* می باشد.

تهیه نقشه پلیگون‌بندی تیسن برای چاه‌های پیزومتری و مشاهده‌ای: ابتدا با استفاده از مختصات *(UTM)* برای چاه‌های پیزومتری و مشاهده‌ای به‌طور جداگانه نقشه ۱: ۵۰۰۰۰ پراکنش این چاه‌ها تهیه گردید. سپس نقشه ۱: ۵۰۰۰۰ پلیگون‌بندی تیسن آنها نیز ترسیم گردید. جدول‌های ۱ و ۲ مشخصات چاه‌های پیزومتری و مشاهده‌ای مورد بررسی را نشان می‌دهند.

جدول ۱- مشخصات چاه‌های پیزومتری.

کد چاه	نام محل	مختصات (UTM) X	Y	عمق چاه (M)	ارتفاع مطلق نقطه نشانه (M)
۱	ده بیابانی	۳٤۸۸۰۰	۳۲۸۲۷۰۰	۱۰۲	۱۷۱٤/۷۸
۲	آخرین چاه جاده شهربابک	۳۵۸۷۵۰	۳۲۸۵۹۰۰	۱۲٦	۱۷۷۷/۲۸
۳	مجاور چاه غلامحسین شهابی	۳۵۷۳۵۰	۳۲۷۸۸۰۰	۱۰۸	۱۷۳۰/۵۸
٤	جاده زید آباد- پاریز	۳٦۱٦۵۰	۳۲۸۰۷۵۰	۱۰۸	۱۷٦۰/۲۹
۵	جاده زید آباد – کران	۳٦٦۲۵۰	۳۲۸۱۵۰۰	۱۱۸	۱۷۹۱/۸۲
٦	غرب صدا سیما	۳۷٤٤۰۰	۳۲۷۷۲۵۰	۱۳۷	۱۸۳۵/٤۳
۷	دولت آباد قهستان	۳۸۲٤۵۰	۳۲۸۱۹۰۰	۱۲٤	۱۹۵٦/۲۷
۸	رحیم آباد آهنگران	۳۵۰۵۰۰	۳۲۷٤۳۵۰	٦۰	۱۷۰۵/۱۵
۹	غرب زید آباد	۳۵٦۰۰۰	۳۲۷٤۷۰۰	۹٤/۵	۱۷۱۸/۳۹
۱۰	شرق موتور قربانزاده	۳٦۳۰۰۰	۳۲۷٤۳۵۰	۱۰۸	۱۷٤۵/٦۹
۱۱	شرق محمدیه	۳٦٦۹۰۰	۳۲۷۳۱۰۰	۱۰۲	۱۷٦٦/۳۵
۱۲	جاده شرکت سی سی - جی	۳۷٦۵۰۰	۳۲۷۳۵۰۰	۱٤۵	۱۸۳۵/۲٤
۱۳	روبروی صدا سیما	۳۸۲٤۰۰	۳۲۷٤۰۰۰	۱۷٤	۱۸۹۸/۳۵
۱٤	رحیم آباد خواجه	۳۵۲۸۰۰	۳۲٦۹٦۵۰	۷۲	۱۷۰۸/۷۵
۱۵	حسین اباد عبدا... تقی	۳٦۱۷۰۰	۳۲٦۹۲۰۰	۹٦	۱۷۲۱/۲۷
۱٦	شرق پایگاه دریایی	۳۷۵۵۵۰	۳۲٦۹۲۵۰	۱۲۰	۱۸۰٤/٤۵
۱۷	عماد آباد	۳۵۷۷۰۰	۳۲٦۵۹۰۰	۱۰۰	۱۷۰۹/۷۹
۱۸	عیش اباد سید کاظم	۳٦۲۷۵۰	۳۲٦۵۷۰۰	۹۰	۱۷۲۰/۳۳
۱۹	شرق فخر آباد	۳٦٦۵۵۰	۳۲٦۲٦۵۰	۷۵	۱۷۳۱/٤۲
۲۰	امام زاده احمد	۳٦۹٦۰۰	۳۲۵۹۷۵۰	۷۸	۱۷۳۳/۹۳
۲۱	کیلومتر ۵ جاده کرمان	۳۷۵۵۵۰	۳۲٦٤۸۰۰	۱۲۰	۱۷۸۹/٦۸
۲۲	ناصریه	۳۵۵٦۵۰	۳۲۵۹۱۰۰	۷۲/۵	۱۷۰۲/۰۷
۲۳	دولت آباد کفه	۳٦۰٤۰۰	۳۲۵٤۹۰۰	٦٦	۱٦۹۹/۸۳
۲٤	علی آباد هورتاش	۳٦٦۰۰۰	۳۲٤۹۷۰۰	۵۲	۱٦۹٦/۸۲
۲۵	مراد آباد	۳٦۸۹۰۰	۳۲۵۳۲۵۰	۷۱	۱۷۰۰/۳۱
۲٦	جاده نیروگاه	۳۷۷۵۰۰	۲۳۵۷۳۵۰	۱۰۸	۱۷٦۵/۹٦
۲۷	کارخانه اکسیژن	۳۷۷۲۰۰	۳۲۵۰٤۰۰	۷۷	۱۷۳۰/۰۲
۲۸	قطبیه	۳۸۱۵۰۰	۳۲۵۳٤۵۰	۱٤٦	۱۷٤۵/۷۷
۲۹	عزت آباد	۳۸۰٦۰۰	۳۲۵۰۱۰۰	۷۷	۱۷۲٦/۸۷

جدول ۲- مشخصات چاه‌های مشاهده‌ای.

کد چاه	نام محل	مختصات (UTM) X	مختصات (UTM) Y	نوع منبع	کد چاه	نام محل	مختصات (UTM) X	مختصات (UTM) Y	نوع منبع
۱	ده بیابانی	۳۲۸۲۰۵۰	۳۵۰۱۵۰	نیمه‌عمیق	۱۱	حافظ آباد	۳۲۶۵۵۵۰	۳۵۵۸۰۰	نیمه‌عمیق
۲	جاده شهربابک	۳۲۸۳۸۵۰	۳۵۸۳۰۰	عمیق	۱۲	نصرت آباذ	۳۲۶۴۸۵۰	۳۶۴۷۵۰	نیمه‌عمیق
۳	اسحاق آباد	۳۲۸۵۸۰۰	۳۸۲۱۵۰	عمیق	۱۳	ناصریه	۳۲۵۸۸۵۰	۳۵۷۱۵۰	عمیق
٤	محمد آباد امیر آباد	۳۲۷٤٦۵۰	۳۵۱۹۵۰	نیمه‌عمیق	١٤	فخر آباد	۳۲٦۰٤۰۰	۳٦۵۳۵۰	عمیق
۵	باباحاجی	۳۲۷٦۲۰۰	۳۵۹۲۵۰	عمیق	۱۵	چاه شماره ١٦ شهرداری	۳۲٦۰٤۰۰	۳۷۳۱۰۰	عمیق
٦	جاده زید آباد اسحاق آباد	۳۲۷۷۲۵۰	۳۷۲۲۵۰	عمیق	١٦	حجت اباد	۳۲۵٦۵۵۰	۳٦٦٦۰۰	عمیق
۷	عباس آباد	۳۲٦۸۷۵۰	۳۵۵۰۵۰	عمیق	۱۷	مکی آباد	۳۲۵۵۷۵۰	۳۷۲۲۵۰	عمیق
۸	بهاء آباد	۳۲۷۰۹۰۰	۳٦۲۳۵۰	عمیق	۱۸	علی آباد کفه	۳۲۵۱٤۵۰	۳٦۵٤۵۰	عمیق
۹	محمود آباد سید	۳۲٦۹۳۵۰	۳٦۷۲۵۰	عمیق	۱۹	کهمکان	۳۲۵۰۳۵۰	۳۷۳٤۰۰	عمیق
۱۰	چاه شماره ۲۲ شهرداری	۳۲٦٤٦۰۰	۳۷٦۰۰۰	عمیق	۲۰	امام زاده علی	۳۲۵۱۷۵۰	۳۸۰۳۰۰	عمیق

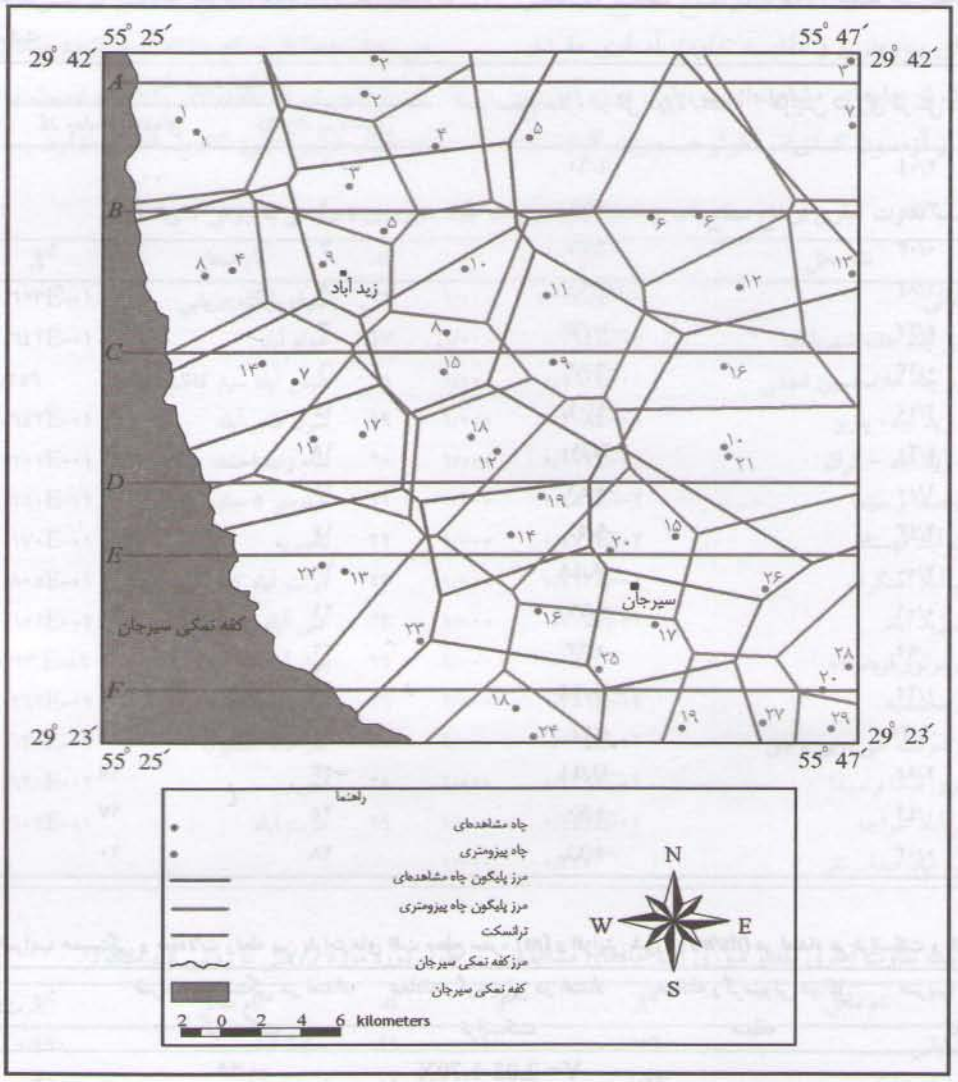
تلفیق چاه مشاهده‌ای و پیزومتری به‌عنوان یک چاه واحد: با توجه به این که در انجام این تحقیق مقدار افت سطح آب زیرزمینی مربوط به چاه‌های پیزومتری و مقادیر شوری مربوط به چاه‌های مشاهده‌ای می‌باشند، برای بررسی روابط بین آنها باید به گونه‌ای هر چاه پیزومتری و مشاهده‌ای را به‌عنوان یک چاه واحد در نظر گرفت. به این منظور ابتدا نقشه پلیگون‌بندی تیسن چاه‌های مشاهده‌ای با نقشه پلیگون‌بندی تیسن چاه‌های پیزومتری تلفیق و به‌صورت یک نقشه واحد تهیه شدند (شکل ۱). آنگاه هر چاه پیزومتری و مشاهده‌ای که دارای پلیگون هم پوشان بودند به‌عنوان یک چاه واحد در نظر گرفته شدند.

انتخاب محل ترانسکت‌ها: جهت بررسی تغییرات پارامترهای مورد نیاز تحقیق در منطقه مورد مطالعه، تعداد ٦ ترانسکت به نام‌های (A، B، C، D، E، F) که موازی یکدیگر بوده و در جهت غربی ـ شرقی می‌باشند در نظر گرفته شد. این ترانسکت‌ها به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که از پلیگون‌های هم پوشان بگذرند.

نمونه‌برداری مقادیر شوری آب و عمق آب چاه‌های مشاهده‌ای: جهت کامل شدن دوره آماری و بررسی اثر افت سطح آب برروی شوری آب زیرزمینی اقدام به نمونه‌برداری و اندازه‌گیری مقادیر شوری و عمق آب چاه‌های مشاهده‌ای در امتداد هر ترانسکت، برای سال آبی ۸۲-۸۱ شد.

روش تجزیه و تحلیل: پس از جمع‌آوری اطلاعات مربوط به منابع آب‌زیرزمینی برای مشخص شدن نقش افت سطح روی شوری منابع آب‌زیرزمینی اقدام به محاسبه ضریب همبستگی بین پارامترهای افت سطح سفره (متغیر مستقل) با افزایش شوری آبهای‌زیرزمینی (متغیر وابسته)، در امتداد هر ترانسکت و برای کل منطقه شد.

همچنین تفاوت آماری ارتفاع سطح آب هر یک از چاه‌های پیزومتری و تفاوت آماری شوری هر یک از چاه‌های مشاهده‌ای در طول دوره آماری با استفاده از آزمون کای‌اسکوئر مقایسه گردید.



شکل ۱- نقشه تلفیق شده پلیگون‌بندی تیسن چاه‌های مشاهده‌ای و پیزومتری منطقه مورد مطالعه

نتایج و بحث

پس از جمع‌آوری اطلاعات مربوط به منابع آب‌زیرزمینی برای مشخص شدن اثر افت سطح آب‌های زیرزمینی در شوری منابع آب‌زیرزمینی، بین پارامترهای افت سطح آب با افزایش شوری آب‌های زیرزمینی در کل دوره آماری در امتداد هر ترانسکت و برای کل منطقه ضریب همبستگی براساس رگرسیون یک متغیر محاسبه شد (جدول ۳) مقادیر هر یک از پارامترهای فوق را در اطراف چاه‌ها، به تفکیک هر ترانسکت نشان می‌دهد. همانگونه که در این جدول مشاهده می‌شود در محدوده چاه پیزومتری ۱۵ حدود ۲۵ متر افت سطح ایستابی به‌وقوع پیوسته است، ضمن آنکه در محدوده چاه پیزومتری ۳ حدود ۵/۲۵ ds/m افزایش شوری بوقوع پیوسته‌است. در جدول ٤ مقادیر ضرایب همبستگی بین متغیرهای مورد بررسی در امتداد هر ترانسکت و کل منطقه نشان داده شده است. همانگونه که در این معادلات مشاهده می‌شود با افزایش افت شوری هم افزایش می‌یابد. (شکل ۲) نیز تغیرات مقدار متوسط افت سطح آب زیرزمینی و میزان شوری آن را در طول دوره آماری نشان می‌دهد. در این شکل هم می‌توان رابطه نزدیکی بین افزایش افت و افزایش شوری مشاهده کرد.

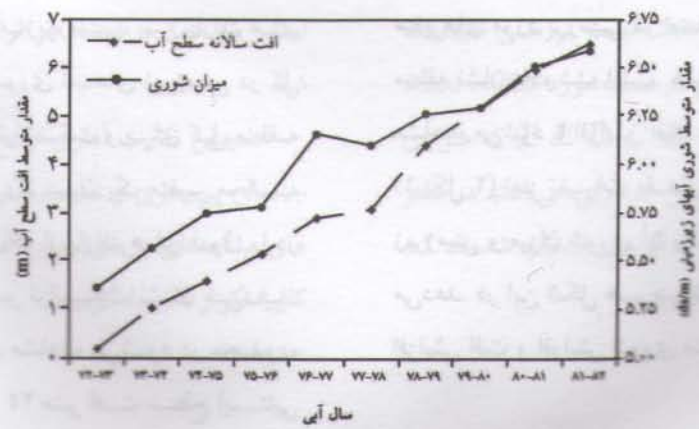
جدول ۳ - مقدار افت سطح سفره و افزایش شوری آب‌های زیرزمینی، جهت تعیین ارتباط بین افت سطح سفره با شوری آب‌های زیرزمینی به تفکیک هر ترانسکت

ترانسکت	چاه مورد استفاده		افت سطح سفره در کل دوره (*m*)	افزایش شوری در کل دوره (*ds/m*)
	کد چاه مشاهده‌ای	کد چاه پیزومتری		
	۱	۱	-٤/٦١	۲/۰٤
A	۲	۲	-۷/۷۱	۳/۰۰
	۳	۷	-۲/۳۷	۰/۰۳
	٤	۸	-۷/۹۱	۱/۸٤
B	٥	۳	-۱۰/٦۷	٥/۲۷
	٦	٦	-۲/۸۲	۰/۱۳
	۷	۱٤	-٤/۰٤	۲/۰۰
C	۸	۱٥	-۲٤/۸۰	٤/۲۰
	۹	۱۱	-۸/٤۱	۱/۰۰
	۱۱	۱۷	-۹/٥۱	۲/٤۳
D	۱۲	۱۸	-۱۹/٤۸	۲/۰۰
	۱۰	۲۱	-۱/۷۷	۰/۰۱
	۱۳	۲۲	-٥/٦۳	۰/۹۲
E	۱٤	۱۹	-۱۰/۱۲	۰/۲٥
	۱٥	۲۰	۰/۱۱	-۱/۲۱
	۱۸	۲۳	-۱۱/٤۱	۲/۸٥
F	۱۷	۲٥	-٤/۷۰	۰/٤۲
	۲۰	۲۸	-٥/۱۱	۰/۰۳

جدول ٤- مقادیر ضرایب همبستگی و معادلات رابطه بین پارامترهای افت سطح سفره (*m*) و افزایش شوری (*ds/m*) در امتداد هر ترانسکت و کل منطقه

ترانسکت	ضریب همبستگی در امتداد ترانسکت	معادله رگرسیونی در امتداد ترانسکت	معادله رگرسیونی در کل منطقه	ضریب همبستگی در کل منطقه
A	-۰/۹٥	Y=-2.03-1.70X	Y=-4.05-2.50X	-۰/٦٦
B	-۰/۹۳	Y=-3.69-1.42X		
C	-۰/۸۷	Y=1.58-5.83X		
D	-۰/۷۲	Y=-2.88-4.98X		
E	-۰/۷۲	Y=-5.26-3.39X		
F	-۰/۹۸	Y=-4.39-2.43X		

* در این معادلات Y شوری و X مقدار افت سطح سفره می‌باشد.



شکل ۲- نمودار تغییرات افت سطح آب و شوری آب‌های زیرزمینی در طول دوره مورد بررسی (سال‌های آبی ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۲).

همچنین مقایسه تفاوت آماری ارتفاع سطح آب هر یک از چاه‌های پیزومتری و مقایسه تفاوت آماری مقدار شوری هر یک از چاه‌های مشاهده‌ای در طول دوره آماری با استفاده از آزمون کای‌اسکوئر صورت گرفت. جدول‌های ۵ و ٦ نتایج حاصل از این آزمون را نشان می‌دهند. همانگونه که مشاهده می‌شود مقادیر ارتفاع سطح آب و شوری در طول دوره آماری نسبت به میانگین آنها در طول همین دوره تفاوت آماری ندارد.

جدول ۵- مقایسه تفاوت آماری ارتفاع سطح آب چاه‌های پیزومتری در طول دوره مورد بررسی به روش کای‌اسکوئر.

کد	نام محل	X^2	P	کد	نام محل	X^2	P
۱	ده بیابانی	۰/۱٤٤E-۰۱	۱/۰۰۰	۱٦	شرق پایگاه دریایی	۰/٦۲۳E-۰۱	۱/۰۰۰
۲	آخرین چاه جاده شهربابک	۰/۳۹٤E-۰۱	۱/۰۰۰	۱۷	عماد آباد	۰/٦٤۲E-۰۱	۱/۰۰۰
۳	مجاور چاه غلامحسین شهابی	۰/۵٦۰E-۰۱	۱/۰۰۰	۱۸	عیش آباد سید کاظم	۰/۲۵٦	۱/۰۰۰
٤	جاده زید آباد- پاریز	۰/۱۰۸E-۰۱	۱/۰۰۰	۱۹	شرق فخر آباد	۰/٦٤۲E-۰۱	۱/۰۰۰
۵	جاده زید آباد – کران	۰/۱۰۷E-۰۱	۱/۰۰۰	۲۰	امام زاده احمد	۰/۱۰۰E-۰۱	۱/۰۰۰
٦	غرب صدا و سیما	۰/٤۸٦E-۰۲	۱/۰۰۰	۲۱	کیلومتر ۵ جاده کرمان	۰/۱۵۰E-۰۱	۱/۰۰۰
۷	دولت آباد قهستان	۰/٤۷۱E-۰۲	۱/۰۰۰	۲۲	ناصریه	۰/۱۷۰E-۰۱	۱/۰۰۰
۸	رحیم آباد آهنگران	۰/۳۱۳E-۰۱	۱/۰۰۰	۲۳	دولت آباد کفه	۰/۸۰۵E-۰۱	۱/۰۰۰
۹	غرب زید آباد	۰/۷۰٤E-۰۱	۱/۰۰۰	۲٤	علی آباد هورتاش	۰/٦۵۲E-۰۲	۱/۰۰۰
۱۰	شرق موتور قربانزاده	۰/۱۸۵	۱/۰۰۰	۲۵	مراد آباد	۰/۱۳E-۰۱	۱/۰۰۰
۱۱	شرق محمدیه	۰/۳۵٦E-۰۱	۱/۰۰۰	۲٦	جاده نیروگاه	۰/۲٦۲E-۰۱	۱/۰۰۰
۱۲	جاده شرکت سی ـ بی ـ جی	۰/۲۲٤E-۰۱	۱/۰۰۰	۲۷	کارخانه اکسیژن	۰/۱۳۸E-۰۱	۱/۰۰۰
۱۳	روبروی صدا و سیما	۰/٤۳۵E-۰۱	۱/۰۰۰	۲۸	قطبیه	۰/۹۳۸E-۰۲	۱/۰۰۰
۱٤	رحیم آباد خواجه	۰/۱٤۲E-۰۱	۱/۰۰۰	۲۹	عزت آباد	۰/۱۰۲E-۰۱	۱/۰۰۰
۱۵	حسین آباد عبدا... تقی	۰/۳۳۳	۱/۰۰۰				

جدول ٦- مقایسه تفاوت آماری مقدار شوری آب چاه‌های مشاهده‌ای در طول دوره مورد بررسی به روش کای‌اسکوئر.

کد	نام محل	X^2	P	کد	نام محل	X^2	P
۱	ده بیابانی	۰/۵٦۰	۱/۰۰۰	۱۱	حافظ آباد	۰/٤۹۰	۱/۰۰۰
۲	جاده شهربابک	۱/۲۳	۰/۹۹۹	۱۲	نصرت آباد	۰/۹۸۰	۰/۹۸۰
۳	اسحاق آباد	۰/٤٦۰-۰۲	۱/۰۰۰	۱۳	ناصریه	۰/٦۳۹E-۰۱	۱/۰۰۰
٤	محمد آباد-امیر آباد	۰/۱۷۹	۱/۰۰۰	۱٤	فخر آباد	۰/۱٦٤	۱/۰۰۰
۵	باباحاجی	۳/۳۹	۰/۹٤۷	۱۵	چاه شماره ۱٦ شهرداری	۰/۸۲۰	۱/۰۰۰
٦	جاده زید آباد-اسحاق آباد	۰/۲۷۷E-۰۱	۱/۰۰۰	۱٦	حجت اباد	۰/۲۵۱	۱/۰۰۰
۷	عباس آباد	۰/۳٦۳	۱/۰۰۰	۱۷	مکی آباد	۱/٤۵	۰/۹۹۷
۸	بهاء آباد	٦/۲۹	۰/۷۱۱	۱۸	علی آباد کفه	۰/٤۲۵	۱/۰۰۰
۹	محمود آباد سید	۰/٤۹۳	۱/۰۰۰	۱۹	کهمکان	۰/۱۷۰	۱/۰۰۰
۱۰	چاه شماره ۲۲شهرداری	۱/۰۲	۰/۹۹۹	۲۰	امام زاده علی	۰/۱۱۲E-۰۱	۱/۰۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

رابطه بین مقدار افت سطح آب‌های زیرزمینی و مقدار شوری آنها: با توجه به میزان ضریب همبستگی بین پارامترهای مقدار افت سطح آب‌های زیرزمینی و مقدار شوری آنها مشخص شد که در امتداد ترانسکت‌های C،B،A و D افزایش شوری آب‌زیرزمینی به علت افزایش افت سطح آب‌زیرزمینی بوده است (جدول ٤). اما در امتداد دو ترانسکت E و F افزایش شوری قابل ملاحظه‌ای وجود نداشته است که علت آن را می‌توان تغذیه منابع آب‌زیرزمینی در این ترانسکت‌ها به‌وسیله فاضلاب شهر سیرجان دانست. ضمناً چاه شماره ۱۸ که در امتداد ترانسکت F قرار دارد به دلیل نزدیکی به کفه‌نمکی از افزایش شوری قابل ملاحظه‌ای برخوردار

بوده است. به هر حال میزان شوری و افت سطح سفره در کل منطقه مورد مطالعه افزایش یافته است (شکل ۲).

تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی منطقه با استفاده از آزمون کای‌اسکوئر: نتایج آزمون کای اسکوئر جهت مقایسه مقادیر ارتفاع سطح آب هر یک از چاه‌های پیزومتری (۲۹ چاه پیزومتری) در طول دوره آماری نشان می‌دهد که تغییرات سطح آب هر یک از چاه‌ها در طول دوره آماری نسبت به میانگین دوره تفاوت معنی‌داری را نداشته‌اند (جدول ۵). در عین حال همانگونه که قبلاً نیز بیان شد در طول دوره آماری سطح آب هر یک از چاه‌های پیزومتری (به‌جز چاه شماره ۲۰ «امام زاده احمد» که در محدوده شهر سیرجان قرار گرفته است) افت داشته است (جدول ۳). مطمئناً در صورتی که این افت سطح سفره ادامه یابد در آینده صدمات شدیدی به منابع آبی منطقه وارد خواهد شد. ضمن آنکه به‌طورکلی روند افزایش افت سطح آب زیرزمینی تقریباً در تمامی چاه‌ها به چشم می‌خورد.

تغییرات شوری آب‌های زیرزمینی منطقه با استفاده از آزمون کای‌اسکوئر: نتایج آزمون کای اسکوئر مقادیر شوری آب هر یک از چاه‌های مشاهده‌ای (۲۰ چاه مشاهده‌ای) در طول دوره آماری نشان می‌دهد که تغییرات شوری هر یک از چاه‌ها در طول دوره آماری نسبت به میانگین دوره تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند (جدول ٦). در عین حال در طول دوره آماری شوری هر یک از چاه‌های مشاهده‌ای (به‌جز چاه شماره ۱۵ که در محدوده شهر سیرجان قرار گرفته است) افزایش داشته است (جدول ۳). به‌عنوان مثال می‌توان به چاه شماره ۵ (باباحاجی) اشاره نمود که کیفیت آب این چاه در سال آبی ۷۳-۱۳۷۲ مناسب آبیاری پسته بوده در حالی که در سال ۸۲-۱۳۸۱ برای آبیاری این گیاه نامناسب شده است. همچنین کلاس شوری آب چاه‌های مشاهده‌ای جاده شهربابک، بهاءآباد و نصرت‌آباد براساس طبقه‌بندی ویل‌کاکس در سال آبی ۸۲-۱۳۸۱ نسبت به سال آبی ۷۳-۱۳۷۲ تغییر جدی داشته است و قطعاً در صورتی که این روند شور شدن سفره ادامه یابد در آینده صدمات شدیدی به منابع آبی منطقه چه از نظر کمی و چه از نظر کیفی وارد خواهد شد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از همکاری ارزنده آقای دکتر محمود سالاری که در طول انجام این تحقیق صمیمانه همکاری داشتند و همچنین اداره آبیاری شهرستان سیرجان و سازمان آب منطقه‌ای کرمان که نقشه‌ها و اطلاعات مورد نیاز را در اختیار قرار دادند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماید.

منابع

۱.ارجمندی، ر. ۱۳۷۸. بررسی علل شور شدن خاک‌های دشت گرمسار. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران. ۹۳ ص.

۲.ترابی، ع. ۱۳۷۸. بررسی روند شور شدن آب‌های‌زیرزمینی شمال دشت کاشان. مجله بیابان، جلد چهارم، شماره ۲. ص ۱ الی ۲۲.

۳.خلیلی پور، ا. ۱۳۸۱. بررسی روند کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی دشت قم و تأثیر آن بر بیابان‌زایی منطقه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران. ۱۳۰ص.

٤.گهرنژاد، ح. ۱۳۸۱. آب‌های شور و لب شور، بررسی مسائل، تأثیرات و راه‌کارهای بهره‌برداری. مجموعه مقالات نخستین کنفرانس دانشجویی منابع آب و خاک. دانشگاه ارومیه، ص ۳۰۱ الی ۳۱۰.

۵.ولایتی، س. ۱۳۸۱. تأثیر اضافه برداشت آب از چاه‌ها در شور شدن آبخوان دشت جنگل تربت حیدریه. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ٦۷. ص ۹۱ الی ۱۰٦.

6.Pulido Bosch, A.F., Sanchez Martos, J., Martinez, V., and Navarrete, F1. 1992. Groundwater Problems in a Semiarid Area (Low Andarax River, Almeria. Spain). Environ. Geol. Water Sci. 20(3) p: 195 – 204.

7.Newman, B., and Goss, K. 2000. The Murray-Darling basin salinity Management Strategy Implication for the Irrigation Sector, Murray Darling basin commission, in: Proceedings of the 47th annual ANCID conference, 10-13 September, p: 1-12, Towoomba, Australia.

8.Rama Krishna, R.M.N., Janardhana, R.Y., Venkatararami, R., and Reddy, T.V.K. 2000. Water resources development and management in the Cuddapah district, India. Environmental Geology. 39: 3-9.

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 13(2), June-July 2006
www.magiran.com/jasnr

The study of effects of water table drawdown on the salinity of groundwater in Zeydabad area, Sirjan

M. Abadeh[1], M. Ownagh[1], A. Mosaedi[1] and A. Zainoldini[2]
[1]M.Sc. Student and Faculty members of Gorgan Univ., of Agricultural Sciences & Natural Resources;
[2]Researcher of Natural Resources & Agriculture Research Center, Kerman

Abstract

In recent years, the arid area of Zeydabad as a pistachio production pole has faced intense reduction of water level and rapid increase of water salinity and their related impacts on the agricultural development due to over extraction and misuse of the groundwater. The main objective of this research was to study the effects of water level reduction on the salinity of groundwater. The variation trend of water table drawdown and groundwater salinity was first determined according to the data of 29 piezometric and observation wells during a ten year period (1993 – 2003). 18 water samples were then obtained along east-west transects (3 samples from each transect) and water salinity was measured in the laboratory. Correlation coefficient was calculated between water table reduction and water salinity parameters along each transect. In addition, statistical difference of water table height and water salinity of piezometric and observation wells were studied by Chi-square test during the data period. The results showed that the water table reduction had a significant effect on the water salinity along transects A, B, C and D, but not along E and F. Over extraction of the groundwater was mainly responsible for the salinity of groundwater in the four first transects. Artificial recharge of the waste water of Sirjan city caused non significant variation of the groundwater salinity in E and F transects.

Keywords: Over reduction; Water table drawdown; Groundwater salinity; Piezometric and observation wells; Zeydabad