ارزیابی چاه‌های برداشت آب شهرستان اسلامشهر از نقطه نظر ماسه‌دهی

حسین یوسفی [*۱]، علی محمدی [۲]، یونس نوراللهی [۳]، پرویز عبدی [۴]

۱-استادیار دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران
۲-دانشجوی کارشناسی‌ارشد مهندسی اکوهیدرولوژی، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران
۳-دانشیار دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران
۴-دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب

پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۷/۱۴
تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۶/۲/۲۹

چکیده

ماسه‌دهی به‌عنوان یک ریسک مخاطره‌آمیز در حفر چاه‌ها و تأمین آب شرب در پهنه‌هایی با زمین‌شناسی رسوبی و بافت خاک دانه ریز شناخته می‌شود. در این راستا این پژوهش نیز با هدف بررسی میزان ماسه‌دهی در چاه‌های تأمین آب شرب شهرستان اسلامشهر انجام شد. بدین منظور ده چاه که عمده نیازهای شرب این شهرستان را تأمین می‌کنند، انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های مورد نیاز در چهار زمان در فصل‌های متفاوت برداشت شد. به این صورت که ماسه‌دهی آب در زمان استارت پمپ، یک، چهار، هشت و دوازده ساعت پس از شروع پمپاژ جمع‌آوری گردید. پس از انجام آنالیز داده‌های آزمایشگاهی و مطالعات ساختمان چاه‌ها نتیجه‌گیری شد که ماسه‌دهی چاه‌های واقع در نواحی شمال‌غرب، جنوب‌شرقی و جنوب‌غربی محدوده مطالعاتی نسب به دیگر چاه‌های آب شرب روستاهای شهرستان اسلامشهر بیش‌تر بوده و در زمان شروع پمپاژ میزان ماسه‌دهی آن‌ها زیاد و پس از گذشت زمان برداشت تا ۴ ساعت بعد از شروع به کار پمپ، میزان ماسه‌دهی کم شده است. بعد از این زمان، با افزایش زمان برداشت آب، میزان ماسه‌دهی چاه نیز افزایش پیدا می‌کند به‌طوری که بعد از گذشت ۱۲ ساعت از کار پمپ میزان ماسه‌دهی چاه بیشتر از زمان اولیه شروع به کار پمپ می‌باشد و برای برداشت آب باید این بازه‌های زمانی را مد نظر قرار داد.

واژه‌های کلیدی: دبی پمپاژ، اسلامشهر، فرونشست، ماسه‌دهی.

*- نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۴۱۵۱۱۷۴ Email: Hosseinyousefi@ut.ac.ir

مقدمه

از لحاظ زمین‌شناسی، رسوبات ماسه‌ای از جمله آبخوان‌های مهم و با ارزش به شمار می‌روند که در بسیاری از نقاط به علت آبدهی مناسب، در این نهشته‌ها چاه‌های نیمه‌عمیق و عمیق حفر می‌گردد. بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در سازندهای ماسه‌ای ریزدانه در اغلب کشورهای جهان نظیر آمریکا، ژاپن، هلند و غیره با مشکل ماسه‌دهی مواجه بوده است (میرباقری، ۱۳۷۷). در کشور ما نیز در مناطقی که دارای لایه‌های آبدار ماسه‌ای است مشکل ماسه‌دهی چاه‌ها از مواردی است که بهره‌گیری از این منابع خدادادی را به چالش می‌کشاند. این پدیده در استان‌های مازندران، سواحل دریای خزر، استان گلستان، کرمان، مشهد و استان تهران گزارش شده است (شرکت آب و فاضلاب روستایی استان تهران، ۱۳۹۰). در هر حال با توجه به اهمیت موضوع، پژوهش در باب ماسه‌دهی چاه‌ها از جنبه‌های مختلفی قابل بررسی و تأمل است. تولید ماسه در هنگام تأمین آب می‌تواند در اثر فرسایش هنگام قرار دادن لوله و یا وسایلی که در سطح جهت استحصال قرار دارند ایجاد شود (کلیمنت و همکاران، ۲۰۱۴). برای درک بهتر پدیده ماسه‌دهی بهتر است از هر دو روش عددی و آزمایش مستقیم استفاده شود تا بتوان یک پیش‌بینی واقع‌بینانه از این فرآیند داشت (رحمتی و همکاران، ۲۰۱۳). از دیدگاه عوامل اولیه و ساختاری، رخداد ماسه‌دهی از ویژگی‌های زمین‌شناسی به‌ویژه رسوب‌شناختی منطقه می‌باشد. در دشت‌های آبرفتی[۲]به دلیل وجود نهشته‌های رسوبی ریزدانه این رخداد بسیار چشمگیرتر از سایر نواحی است (صیادی، ۱۳۸۶). رودخانه‌هایی که از ارتفاعات استان تهران سرچشمه می‌گیرند تشکیل مخروط افکنه‌هایی را داده‌اند که حدود گسترش آن‌ها از شمال به جنوب کشیده شده است. گسترش جانبی رسوبات بر جای گذاشته شده توسط این رودخانه‌ها تابعی از تغییر در مسیر رودخانه‌ها، نوع سیستم رودخانه‌ای، رژیم رسوب‌گذاری و دبی رودخانه می‌باشد. فرآیند ماسه‌دهی چاه‌ها عمدتاً در مناطق انتهایی دشت‌های رسوب‌گذاری یعنی بخش دیستال[۳]صورت می‌پذیرد. منظور از ناحیه دیستال، ناحیه دور از مبدأ شروع فرسایش است (فردوسی و همکاران، ۱۳۹۱). حرکت مواد در زمین براساس شرایط لیتولوژیکی سفره‌ها (رسوبات دانه ریز سیلتی و ماسه‌ای) بوده و این وضعیت امکان حرکت این مواد در امتداد گرادیان را نیز فراهم می‌آورد و این خود سبب ایجاد شرایط ماسه‌دهی چاه می‌شود. نهایتاً در اثر نفوذ مقادیری آب به داخل بافت ماسه‌ای، شاهد شروع ماسه‌دهی هستیم (هال، ۱۹۷۰؛ وزیری و همکاران، ۲۰۰۲)، در واقع به‌طور کلی زمانی که خاک به درجه خاصی از اشباع شدگی برسد چنین وضعیتی اتفاق می‌افتد (بیانکو و همکاران، ۲۰۰۱). تغییرات شیب به‌عنوان عامل ایجاد توپوگرافی، نقش کلیدی را در فرسایش و رسوب‌گذاری ذرات ایفا می‌کند. بنابراین شناخت تغییرات شیب می‌تواند تأثیر بسزایی در مدیریت آب و خاک داشته باشد (زینک و همکاران، ۱۹۴۰؛ اسمیت و همکاران، ۱۹۵۸). در ارتفاعات به علت انرژی بالای آب، ذرات درشت‌تر خاک به آسانی جابجا می‌شوند ولی با کاهش شیب، انرژی جنبشی آب کم‌تر شده و از اینجا به بعد ذرات ریزتر شروع به رسوب‌گذاری می‌کنند (احمدی، ۱۳۹۱). در مطالعه‌ای توسط پکنهام و همکاران (۲۰۰۹) که در ایالت مین[۴]آمریکا انجام شد، بررسی تأثیر معدن‌کاوی برای دستیابی به مصالح ساختمانی بر تجمع ماسه و سنگ‌ریزه در منابع آب زیرزمینی این منطقه صورت گرفت. ایشان در این مطالعه نمونه‌های آب را از چندین آبخوان برداشت نموده و در آزمایشگاه از لحاظ کیفی مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان داد فعالیت معدن‌کاوی بر پارامترهای کیفی آب مثل غلظت کلرید، تأثیر معنی‌داری گذاشته ولی این فعالیت

2-Alluvial plains
3-Distal
4-Maine

سبب افزایش قابل توجه مقدار ماسه در آب نشده و تأثیری بر آن نداشته است. عامل بارش (مقدار بارندگی) می‌تواند یک عامل مهم در ماسه‌دهی چاه باشد. شایدر و همکاران (۲۰۱۶) مطالعه‌ای را در مورد بررسی کیفیت آب در چاه‌هایی که در منازل حفر می‌شوند[5] انجام دادند. این مطالعه نشان داد آب چنین چاه‌هایی تا حد بسیار کمی دارای نیترات (که ممکن است ناشی از شیرابه‌های محل دفن زباله باشد) هستند. اما نکته قابل تأمل این موضوع است که چاه‌هایی که در مناطق دارای بافت خاک ماسه‌ای هستند، به نسبت دیگر چاه‌ها که در اطراف منطقه قرار دارند از شرایط مناسب‌تری از منظر کیفیت برخوردار هستند. حفر اصولی چاه‌ها و مطابقت آن‌ها با استانداردهای موجود سبب کاهش ماسه‌دهی در چاه‌ها شده است. داده‌های زمین‌شناختی از جمله داده‌های رسوب‌شناسی و اطلاعات ژئوفیزیکی، بررسی مقدار مقاومت مخصوص ماسه، بررسی نمونه‌های حاصل از حفر گمانه‌ای اکتشافی و به‌ویژه منحنی‌های حاصل از آزمایشات کاروتاژ (چاه پیمایی) همه مؤید این نکته است که قطر رسوبات در مناطقی که دچار ماسه‌دهی می‌شوند از ۰/۲۵ میلی‌متر کم‌تر است. لازم به ذکر است که قطر ذرات از ۰/۰۶ تا ۲ میلی‌متر جزو ذرات ماسه قرار می‌گیرند و براساس طبقه‌بندی احمدی (۱۳۹۱)، این ماسه‌ها یا ماسه‌های خیلی ریز (۰/۰۶ تا ۰/۱۲ میلی‌متر) یا ریز (۰/۱۲ تا ۰/۲۵ میلی‌متر) هستند. به هر حال می‌توان در اولین گام علت اصلی معضل ماسه‌دهی را پاره‌ای نارسایی‌ها (نظیر عدم رعایت موازین اصولی حفر و بهره‌برداری چاه‌ها) دانست زیرا مقدار ماسه‌دهی چاه‌ها در هنگام برداشت از چاه‌ها افزوده می‌شود (کریستین، ۱۹۹۷). لیکن مهم‌ترین دلیل آن تغییرات شدید در بافت زمین‌شناسی نواحی مختلف می‌باشد (هانتر و همکاران، ۲۰۰۲). به‌طوری که وجود افق‌های ماسه‌ای سیلتی و تخلیه زیاد آن‌ها به‌دلیل ناپایداری دیواره چاه‌ها در حین بهره‌برداری و استحصال آب در زمان پمپاژ، به مرور زمان سبب ایجاد حفرات و فضاهای خالی نسبتاً وسیع در حول جدار چاه می‌گردد و در نهایت منجر به ریزش ناگهانی دیواره چاه‌های عمیق می‌شود. رخداد چنین پدیده‌ای موجب بهم خوردگی ترتیب و توالی چینه‌شناسی و زمین‌شناسی لایه‌ها در دیواره طبیعی چاه می‌شود. بدین ترتیب لوله جدار متحمل تنش‌های شدید و تغییر شکل (بریدگی و جمع‌شدگی) شده که این فرآیند موجب کاهش شدید آبدهی و سرانجام تخریب چاه می‌شود (صیادی، ۱۳۸۶). لازم به ذکر است تاکنون مطالعات اندکی در مورد ماسه‌دهی چاه‌های آب در سطح جهان و کشور انجام شده است و این پژوهش از اولین مطالعاتی است که در سطح کشور با هدف اندازه‌گیری ماسه‌دهی چاه‌های تأمین آب شرب به‌طور موردی در سطح شهرستان اسلامشهر صورت گرفته است.

محدوده مورد مطالعه

شهرستان اسلامشهر در ۳۰ کیلومتری جنوب غربی تهران واقع شده است؛ این شهرستان با شهرهای بهارستان در غرب، شهریار در شمال‌غرب، تهران در شمال و ری در جنوب و جنوب‌غربی همسایه است. این شهرستان در ناحیه شمال غرب فلات مرکزی و در موقعیت جغرافیایی بین ۵۰ درجه و ۹ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۹ دقیقه طول شرقی و بین ۳۴ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۱ دقیقه عرض شمالی و روی آبرفت‌های سیلابی و مخروط افکنه سیلاب‌های جاری شده از دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی واقع شده است. به خاطر همواری و مسطح بودن منطقه؛ اراضی کشاورزی و چاه‌های متعددی که برای کشاورزی و شرب حفاری شده‌اند دیده می‌شود که سالیانه حجم قابل ملاحظه‌ای از منابع آب‌های زیرزمینی را استحصال می‌نمایند.

5-Domestic wells

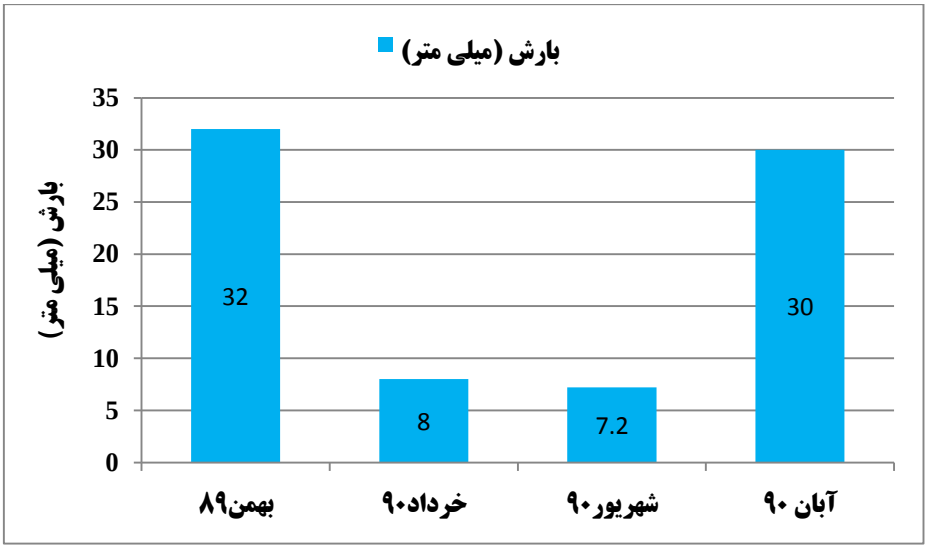
از نظر زمین‌شناسی با توجه به اینکه این نواحی در جنوب تهران و در ادامه سازندهای آبرفتی دشت تهران – شهریار قرار گرفته است عمده سازندهای این نواحی در مناطق هموار از انواع رسوبات آبرفتی عمدتاً ریز دانه تشکیل شده است (شکل ۳). در نواحی جنوبی‌تر بر اثر فرسایش کوه‌های البرز حجم قابل ملاحظه‌ای از رسوبات آبرفتی توسط دره‌ها و مسیل‌ها در نواحی پست و کم شیب ته‌نشین شده‌اند. این رسوبات به مرور زمان در این نواحی ته‌نشین شده و توانسته‌اند آبرفت‌های مهم و ضخیم لایه‌ای را تشکیل دهند که متأسفانه به دلیل ریزدانه بودن عمدتاً از قدرت آبدهی ضعیفی برخوردارند. سازندهای آذرین منطقه عمدتاً متعلق به دوران سوم زمین‌شناسی و آبرفت‌های مربوط به دوران کواترنری می‌باشند (شرکت آب و فاضلاب روستایی استان تهران، ۱۳۸۸). این چاه‌ها روی واریزه‌های کواترنری قرار گرفته‌اند و مهم‌ترین مشخصه رسوبات این دوره وجود واریزه‌های دانه درشت آخرین عصر یخبندان در دوره چهارم زمین‌شناسی است. رسوبات ریز در بالا و سطح و رسوبات دانه درشت در قسمت‌های تحتانی از مشخصات این دوره است. با افزایش عمق قطر رسوبات بیش‌تر شده و قسمت اعظم آب‌های زیرزمینی در آن قسمت که شامل ذرات دانه درشت می‌باشد ذخیره می‌گردد (حسنی و همکاران، ۱۳۸۹).

مواد و روش‌ها

حال جهت بررسی وضعیت ماسه‌دهی چاه‌ها نمونه‌های مربوط؛ در محل با هماهنگی واحد پژوهش و تحقیقات شرکت آب و فاضلاب روستایی استان تهران در سر چاه‌های مورد مطالعه نمونه‌هایی برداشت و مقدار ماسه‌ها پس از زمان‌دهی لازم برای ته‌نشست، اندازه‌گیری و وزن شد. سپس برآورد و نسبت وزن ماسه به حجم برآورد گردید. نمونه‌های مربوط به ماسه‌دهی چاه‌های نمونه در طول زمان چهار فصل (به مدت یک سال) جمع‌آوری شد (جدول ۱) تا به لحاظ تفاوت بارندگی در این محدوده که شامل زمستان با بارندگی بالا و تابستان با بارندگی اندک است (شکل ۱)، اثرات بارش‌های جوی روی وضعیت کمی سفره‌ها مورد بررسی قرار گیرد. میانگین بارندگی در شهرستان مورد بررسی ۲۳۱ میلی‌متر گزارش شده است. تجهیزات نمونه‌برداری که برای اندازه‌گیری ماسه‌دهی چاه‌ها استفاده شد عبارتند از: فلنج‌های فلزی ۲۰۰ میلی‌متری، فلنج‌های فلزی ۱۵۰ میلی‌متری، فلنج‌های جوش ۱۵۰ پلی اتیلن ۱۱۰ اتمسفر، لوله ۱۶۰ پلی اتیلن ۱۰ اتمسفر، مخزن ۵۰۰ لیتری- پلی اتیلن.

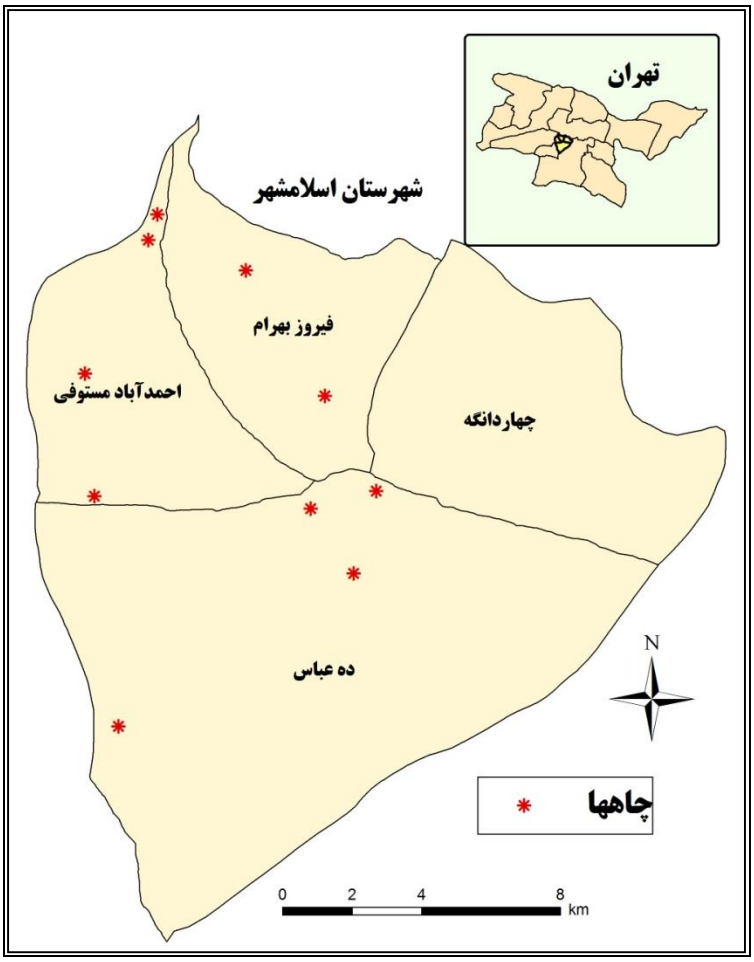
جدول ۱: زمان نمونه‌برداری از چاه‌های نمونه

مرحله	ماه	سال
اول	بهمن	۱۳۸۹
دوم	خرداد	۱۳۹۰
سوم	شهریور	۱۳۹۰
چهارم	آبان	۱۳۹۰



شکل ۱: مقایسه مقدار بارش در زمان‌های نمونه‌برداری

برداشت آب با این لوازم و تجهیزات موجود، از سر چاه‌های آب شرب ۱۰ روستا از روستاهای محدوده مطالعاتی شهرستان اسلامشهر (جدول ۲) در طول زمان تحقیق انجام شد. در شکل ۲ موقعیت چاه‌ها نمایش داده شده است. در مرحله اول یک بررسی کلی توسط نگارندگان این تحقیق در سطح شهرستان اسلامشهر روی منابع آب زیرزمینی انجام گردید و پس از بررسی مشخص گردید که در سطح شهرستان اسلامشهر به دلیل عدم وجود منابع آب سطحی، نیازهای مصرفی آب اهالی در زمینه شرب، کشاورزی و صنعت تماماً از منابع زیرزمینی و از طریق چاه‌ها عمیق مورد استحصال و مورد استفاده قرار می‌گیرد که این موضوع نشان‌دهنده اهمیت موضوع پژوهش می‌باشد. در این مراحل اندازه‌گیری و سنجش مقدار ماسه‌ها نسبت به حجم برداشت شده محاسبه شد و هر مرحله از آزمایش و نمونه‌گیری شامل پنج مرحله: استارت اولیه پمپ، بعد از یک ساعت کار پمپ، بعد از چهار ساعت کار پمپ، بعد از ۸ ساعت کار پمپ، بعد از ۱۲ ساعت کار پمپ بود که در بازه زمانی مذکور انجام گردید.

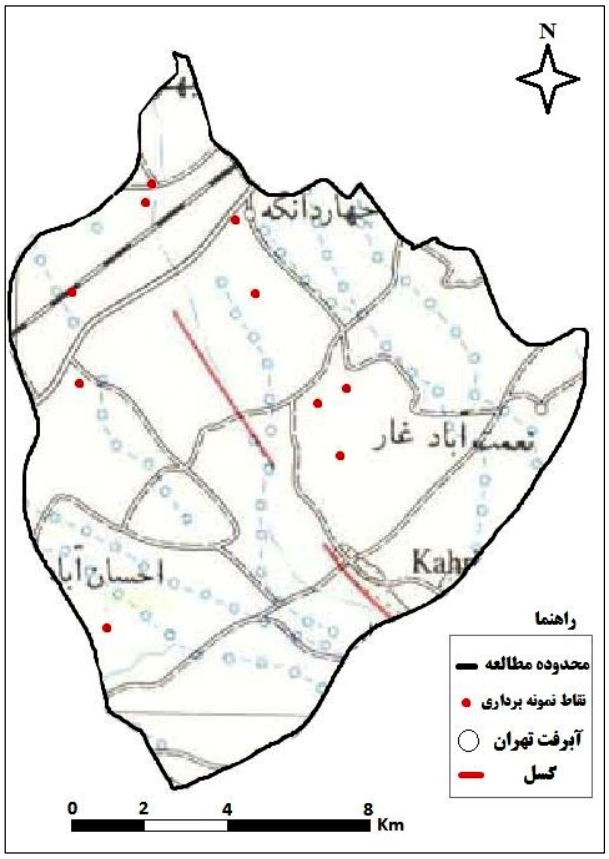


شکل ۲: موقعیت چاه‌های مورد مطالعه در منطقه

جدول ۲: روستاهای مورد بررسی

ردیف	اسم روستا	نام شهرستان	نام دهستان	مختصات جغرافیایی	
–	–	–	–	X	Y
۱	نوروز آباد	اسلامشهر	احمد آباد	۵۱۹۸۴۳	۳۹۴۵۹۵۲
۲	احمد آباد مستوفی	اسلامشهر	احمد آباد	۵۱۹۸۲۳	۳۹۴۵۲۴۷
۳	حسن آباد خالصه	اسلامشهر	احمد آباد	۵۱۷۶۵۰	۳۹۴۱۳۰۰
۴	فیروز بهرام	اسلامشهر	فیروز بهرام	۵۲۲۲۷۴	۳۹۸۴۲۵۲
۵	گلدسته	اسلامشهر	فیروز بهرام	۵۲۴۵۵۲	۳۹۴۰۶۵۵
۶	بهمن آباد	اسلامشهر	احمد آباد	۵۱۷۹۱۵	۳۹۳۷۷۸۵
۷	ملک آباد	اسلامشهر	ده عباس	۵۲۴۲۹۵	۳۹۳۸۷۵۵
۸	ده عباس	اسلامشهر	ده عباس	۵۲۵۳۷۸	۳۹۳۵۵۷۵
۹	شاتره	اسلامشهر	ده عباس	۵۲۶۱۵۰	۳۹۳۸۷۵۰
۱۰	علی آباد طپانچه	اسلامشهر	ده عباس	۵۱۸۶۰۶	۳۹۳۱۱۹۷

با توجه به نقشه زمین‌شناسی از منطقه مورد مطالعه، تمامی نقاط نمونه‌برداری روی آبرفت تهران قرار گرفته‌اند (شکل ۳).



شکل ۳: زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه

بحث و نتایج

در همه موارد نمونه‌گیری مشخص شد که چاه‌ها پس از یک استراحت و در موقع استارت و شروع کار پمپ یک مقدار ماسه‌دهی اولیه داشته و پس از کار و بعد از گذشت زمان، ماسه‌دهی اولیه کاهش پیدا می‌کند. در مناطقی که ویژگی‌هایی از جمله دانه‌بندی ریز بافت زمین، عدم تطبیق تغذیه با تخلیه و افت مخروط با شیب و سرعت زیاد را دارا هستند؛ ماسه‌دهی زیاد و دانه‌های ماسه از نوع دانه بسیار ریز (۰/۰۶ تا ۰/۱۲ میلی‌متر) می‌باشند. این شرایط در مناطق شمال‌غربی، شرق و جنوب‌شرقی محدوده مطالعاتی که شامل روستاهای حسن‌آباد خالصه، ملک‌آباد، ده عباس و شاتره است، کاملاً مشهود می‌باشد. در این مناطق با گذشت زمان پمپاژ موتور، ماسه‌دهی کاهش پیدا کرده و به حداقل خود در زمان ۴ ساعت بعد از پمپاژ، می‌رسد. بعد از گذشت این ۴ ساعت بر میزان ماسه چاه‌ها افزوده شده به‌طوری که در زمان ۱۲ ساعت بعد از کار پمپ، میزان ماسه‌دهی از زمان شروع پمپ هم زیادتر می‌گردد. در چاه آب شرب روستاهای واقع در شمال، غرب، مرکز و جنوب‌غربی محدوده مطالعاتی، میزان ماسه‌دهی چاه‌ها دانه درشت‌تر بوده اما میزان آن کم‌تر می‌باشد. میزان ماسه‌دهی در فصول مختلف سال مطابق جداول ۳ تا ۶ متفاوت بوده و این تا حدی به تغذیه سفره‌ها توسط بارش ارتباط دارد. براساس نتایج جداول مذکور، ماسه‌دهی در فصول دارای بارندگی؛ کم‌تر بوده و در فصول کم آبی و فصول خشکسالی؛ میزان

ماسه‌دهی افزایش پیدا می‌کند. البته تنها بحث بارندگی سبب این واقعه نیست، برای مثال در فصل تابستان، با افزایش مصرف آب در بخش‌های مختلف یعنی شرب و کشاورزی، مقدار برداشت آب از آبخوان زیاد می‌شود. در نتیجه با گذر زمان و نزدیک شدن به ماه‌های انتهایی تابستان و افت سطح آب زیرزمینی مقدار ماسه در آب برداشتی افزایش می‌یابد. متراکم شدن تخلخل بین دانه در اثر برداشت بی رویه آب از سفره از یک طرف و ارتفاع فشاری ستون زمین روی این سفره باعث متراکم شدن و کاسته شدن حجم سفره‌ها شده است. در طول زمان برداشت، آبدهی چاه کم شده و شاهد نشست زمین در محدوده آبخوان خواهیم بود. نشست زمین در محدوده مورد مطالعه روستاهای شهرستان اسلامشهر (خصوصاً در بخش شمالی) کاملاً مشهود می‌باشد (شکل ۴). با توجه به اینکه به ازاء هر میزان برداشت آب از منابع آب زیرزمینی، سطح آب در چاه‌ها با مقادیر مختلفی از افت مواجه است، ضرایب هیدرودینامیکی یک آبخوان متغیر و دارای تنوع می‌باشد. در مناطق روستاهای شمالی و شمال‌شرقی شهرستان اسلامشهر به‌دلیل دانه درشت بودن بافت زمین و توان بازیابی خوب که ناشی از وجود رودخانه فصلی در این ناحیه، توان تغذیه سفره‌ها بالا رفته است. این وضعیت به خاطر بافت و دانه‌بندی بستر رودخانه می‌باشد. رودخانه از ابتدای ورود به دشت در شمال‌غرب روستای کن تا انتهای جنوب‌غربی بخش چهاردانگه کشیده شده و رودخانه مذکور مستقیماً در بهبود وضعیت آبی سفره‌ها و آبخوان محدوده شمال و شمال‌شرقی منطقه تأثیر بسزایی دارد. لازم به ذکر است که بافت آبخوان در تمامی منطقه مورد مطالعه دشت (آبرفتی) است.

شکل ۴: فرونشت زمین در محدوده مورد مطالعه

جدول ۳: ماسه‌دهی بهمن‌ماه در چاه‌های نمونه شهرستان

اسم روستا	ماسه‌دهی آب (g/m^3)				افت چاه (m)	دبی پمپاژ(lit/s)	دبی برداشت(lit/s)
	زمان استارت	بعد از ۱ساعت	بعد از ۴ساعت	بعد از ۸ساعت	بعد از ۱۲ساعت			
نوروز آباد	۰/۸	۰/۵۸	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۷	۱۳/۹	۴۴	۵
احمد آباد مستوفی	۰/۹	۰/۷	۰/۷۴	۰/۷۵	۱	۷/۶۷	۵۰	۱۵
حسن آباد خالصه	۱/۱	۰/۷	۰/۶	۰/۶۵	۱/۱۵	۳۲/۷	۲۵	۸
فیروز بهرام	۰/۸	۰/۷	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۱۱	۵۶	۱۲
گلدسته	۰/۸	۰/۶	۰/۵	۰/۵۵	۰/۷۵	۳/۲۳	۳۰	۱۵
بهمن آباد	۰/۷	۰/۶۳	۰/۵۱	۰/۵۳	۰/۶۲	۱۰/۴۸	۴۰	۵
ملک آباد	۱/۳	۱/۱	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۴	۷۰/۶۷	۶	۵
ده عباس	۱/۱	۰/۹	۰/۸	۰/۸۵	۱/۱	۵۱	۱۵	۱۰
شاتره	۱/۳	۱/۱	۱	۱/۱	۱/۳	۸۲/۴۳	۱۷	۱۵
علی آباد طپانچه	۰/۹	۰/۶۵	۰/۷	۰/۷	۰/۸	۱۵/۰۷	۲۶	۱۰

جدول ۴: ماسه‌دهی خردادماه در چاه‌های نمونه شهرستان

اسم روستا	ماسه‌دهی آب (g/m^3)				افت چاه (m)	دبی پمپاژ(lit/s)	دبی برداشت(lit/s)
	زمان استارت	بعد از ۱ساعت	بعد از ۴ساعت	بعد از ۸ساعت	بعد از ۱۲ساعت		
نوروز آباد	۰/۸۳	۰/۶۱	۰/۵۴	۰/۸۱	۰/۹	۱۳/۹	۴۴	۵
احمد آباد مستوفی	۰/۹	۰/۷۵	۰/۸	۰/۸۵	۰/۹۵	۷/۶۷	۵۰	۱۵
حسن آباد خالصه	۱/۱	۰/۷۹	۰/۶۱	۱	۰/۱۸	۳۲/۷	۲۵	۸
فیروز بهرام	۰/۸	۰/۷۲	۰/۵	۰/۶۵	۰/۷۴	۱۱	۵۶	۱۲
گلدسته	۰/۸۲	۰/۷	۰/۶	۰/۷۴	۰/۸	۲۳/۳	۳۰	۱۵
بهمن آباد	۰/۷۸	۰/۶۸	۰/۵۴	۰/۵۶	۰/۷	۱۰/۴۸	۴۰	۵
ملک آباد	۱/۵	۱/۱۵	۱/۰۵	۱/۱۵	۱/۵۵	۷۰/۶۷	۶	۵
ده عباس	۱/۲	۱	۰/۹۵	۱	۱/۳	۵۱	۱۵	۱۰
شاتره	۱/۴	۱/۱	۱	۱/۱	۰/۵	۸۲/۴۳	۱۷	۱۵
علی آباد طپانچه	۰/۹۵	۰/۷	۰/۷۶	۰/۹	۱	۱۵/۰۷	۲۶	۱۰

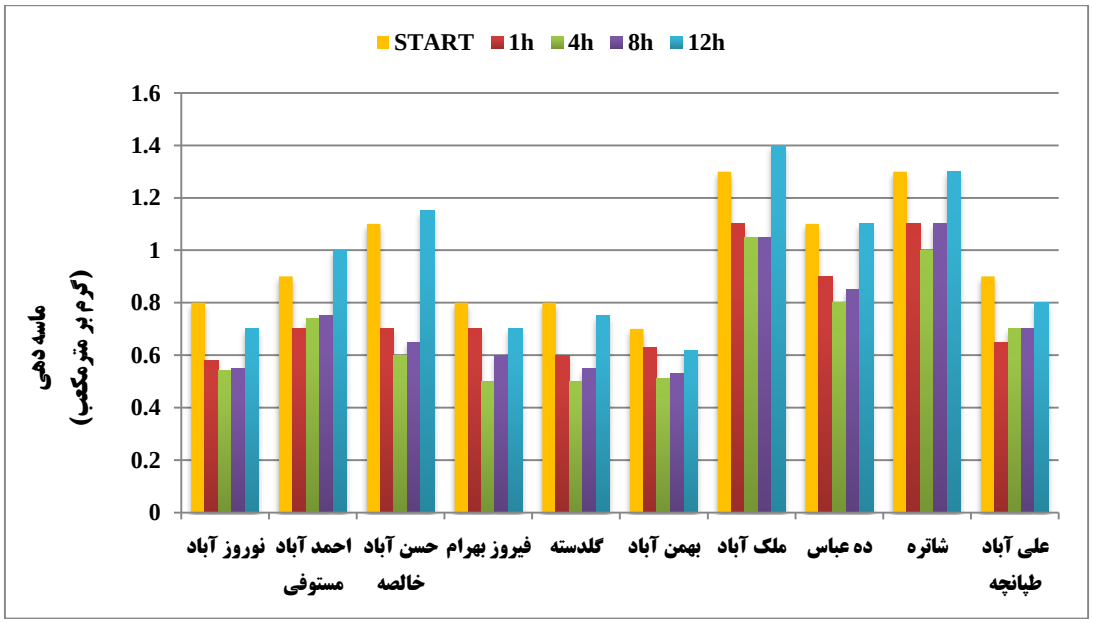
جدول ۵: ماسه‌دهی شهریورماه در چاه‌های نمونه شهرستان

اسم روستا	ماسه‌دهی آب (g/m^3)				افت چاه (m)	دبی پمپاژ(lit/s)	دبی برداشت(lit/s)
	زمان استارت	بعد از ۱ساعت	بعد از ۴ساعت	بعد از ۸ساعت	بعد از ۱۲ساعت		
نوروز آباد	۰/۸۳	۰/۶۴	۰/۵۵	۰/۶	۰/۹	۱۳/۹	۴۴	۵
احمد آباد مستوفی	۰/۹۲	۰/۷۵	۰/۸۱	۰/۸۵	۱/۱	۷/۶۷	۵۰	۱۵
حسن آباد خالصه	۱/۱	۰/۸۵	۰/۸	۰/۹	۱/۳	۳۲/۷	۲۵	۸
فیروز بهرام	۰/۸	۰/۷۵	۰/۶	۰/۶۸	۰/۷۵	۱۱	۵۶	۱۲
گلدسته	۰/۸۳	۰/۷۵	۰/۶۴	۰/۷	۰/۸۴	۲۳/۳	۳۰	۱۵
بهمن آباد	۰/۸	۰/۷	۰/۶۵	۰/۷۴	۰/۸	۱۰/۴۸	۴۰	۵
ملک آباد	۱/۴	۱/۱	۱/۱	۱/۳	۱/۵	۷۰/۶۷	۶	۵
ده عباس	۱/۳	۱/۱	۱	۱	۱/۳۴	۵۱	۱۵	۱۰
شاتره	۱/۴	۱/۰۵	۱	۱/۲	۱/۵	۸۲/۴۳	۱۷	۱۵
علی آباد طپانچه	۱	۰/۸	۰/۸	۱/۰۲	۱/۱	۱۵/۰۷	۲۶	۱۰

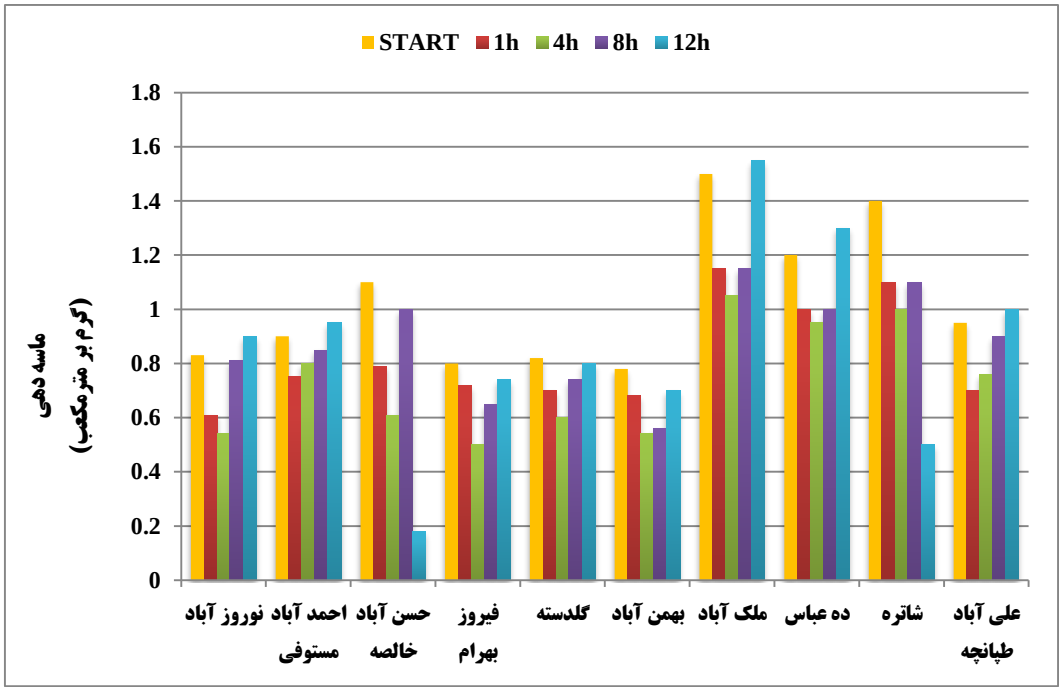
جدول ۶: ماسه‌دهی آبان‌ماه در چاه‌های نمونه شهرستان

اسم روستا	ماسه‌دهی آب (g/m^3)					بافت زمین چاه	افت چاه (m)	دبی پمپاژ(lit/s)	دبی برداشت(lit/s)
	زمان استارت	بعد از ۱ساعت	بعد از ۴ساعت	بعد از ۸ساعت	بعد از ۱۲ساعت				
نوروز آباد	۰/۸۱	۰/۶	۰/۵۲	۰/۶	۰/۶۶	دشت(آبرفتی)	۱۳/۹	۴۴	۵
احمد آباد مستوفی	۰/۸۶	۰/۷۷	۰/۷	۰/۷۲	۰/۸۵	دشت(آبرفتی)	۷/۶۷	۵۰	۱۵
حسن آباد خالصه	۱/۱	۰/۷۵	۰/۶۲	۰/۸۷	۱	دشت(آبرفتی)	۳۲/۷	۲۵	۸
فیروز بهرام	۰/۸	۰/۷۲	۰/۵۴	۰/۶	۰/۷۲	دشت(آبرفتی)	۱۱	۵۶	۱۲
گلدسته	۰/۷۸	۰/۶	۰/۵۳	۰/۶۵	۰/۷	دشت(آبرفتی)	۲۳/۳	۳۰	۱۵
بهمن آباد	۰/۷	۰/۶	۰/۵۲	۰/۶	۰/۶۶	دشت(آبرفتی)	۱۰/۴۸	۴۰	۵
ملک آباد	۱/۳	۰/۹	۱	۱	۱/۴	دشت(آبرفتی)	۷۰/۶۷	۶	۵
ده عباس	۱	۰/۸	۰/۷۵	۰/۸۹	۱/۰۵	دشت(آبرفتی)	۵۱	۱۵	۱۰
شاتره	۱/۲	۱	۰/۹	۱/۰۵	۱/۱	دشت(آبرفتی)	۸۲/۴۳	۱۷	۱۵
علی آباد طپانچه	۱	۰/۷	۰/۶۵	۰/۷۳	۰/۸	دشت(آبرفتی)	۱۵/۰۷	۲۶	۱۰

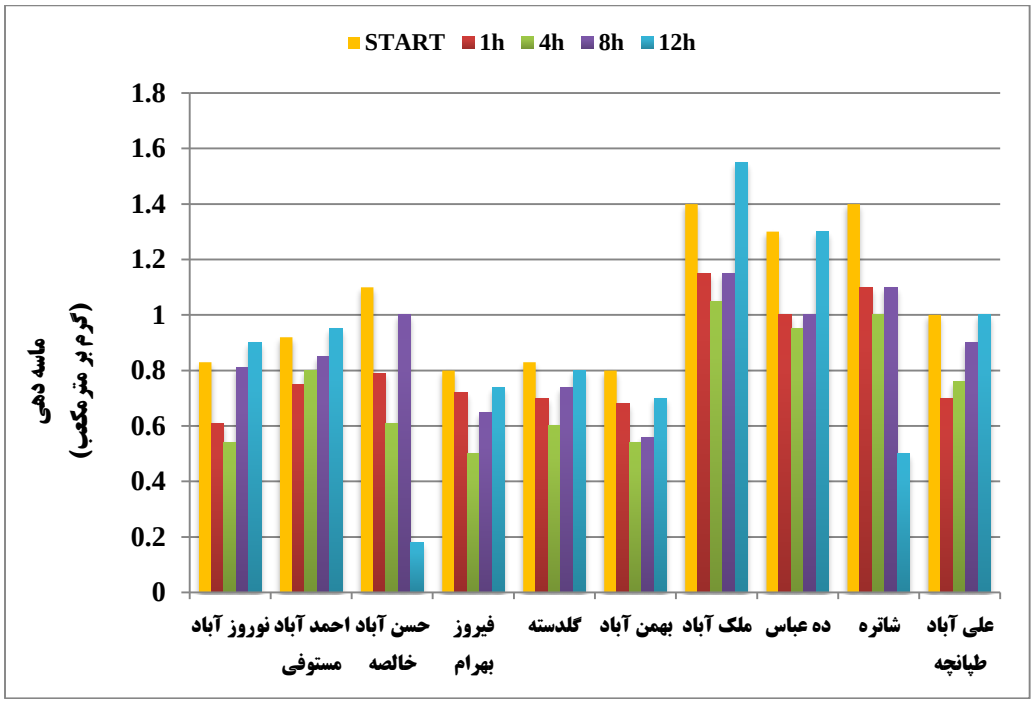
برای بهتر آشکار شدن و مقایسه آسان‌تر مقدار ماسه‌دهی چاه‌ها در هر ماه، شکل‌های ۴ تا ۷ ارائه می‌شود:



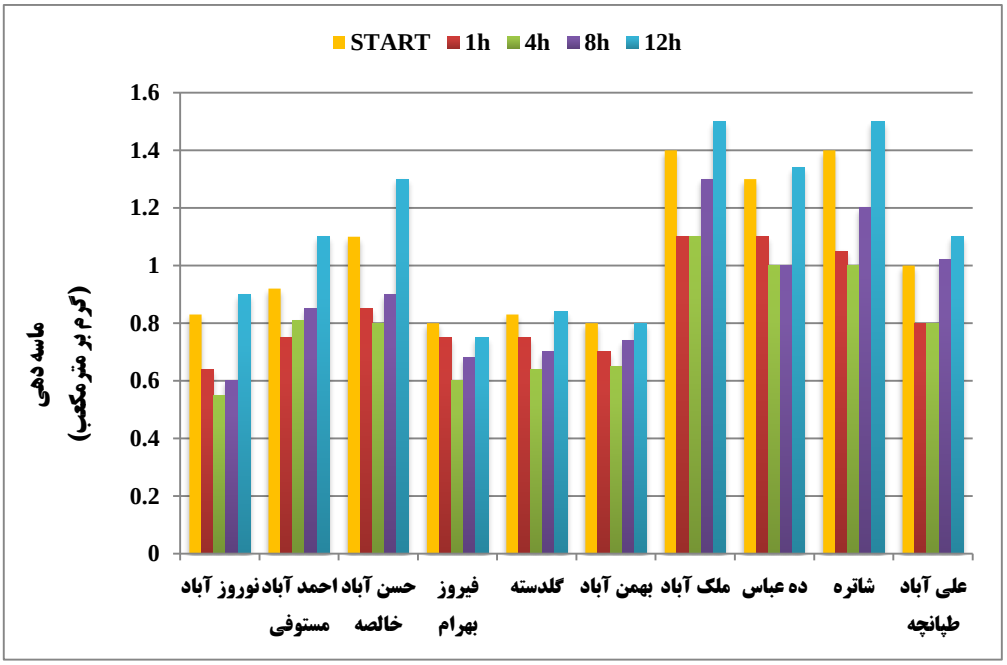
شکل ۵: مقایسه ماسه‌دهی در چاه‌های روستاها برای بهمن‌ماه



شکل ۶: مقایسه ماسه‌دهی در چاه‌های روستاها برای خردادماه



شکل ۷: مقایسه ماسه‌دهی در چاه‌های روستاها برای شهریورماه



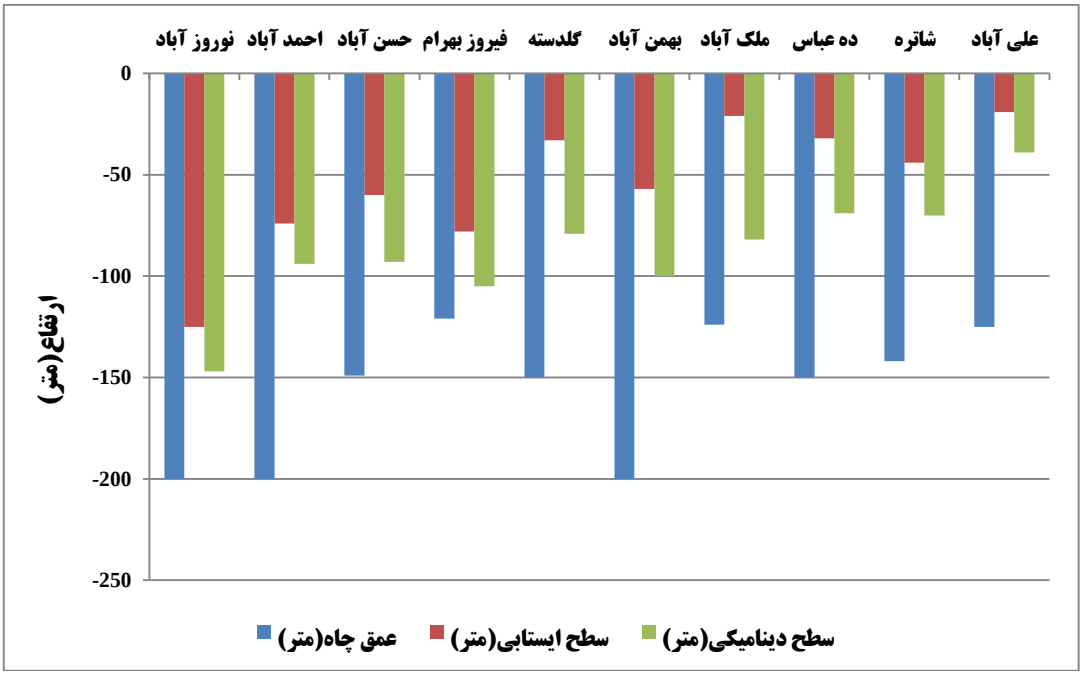
شکل ۸: مقایسه ماسه‌دهی در چاه‌های روستاها برای آبان‌ماه

با توجه به شکل‌های ۵ تا ۸، اغلب بالاترین نرخ ماسه‌دهی مربوط به ۱۲ ساعت کار پمپ و کم‌ترین آن مربوط به ۴ ساعت بعد از کار پمپ می‌باشد. حال در بین ده چاه مورد بررسی، چاه روستای ملک‌آباد بعد از ۱۲ ساعت کار پمپ در تمامی ماه‌ها، بالاترین نرخ ماسه‌دهی و چاه روستای حسن‌آباد در شهریور ماه بعد از این ۱۲ ساعت، کم‌نرین نرخ ماسه‌دهی را داشته‌اند. لازم به ذکر است در مجموع آبان‌ماه کم‌ترین مقدار ماسه‌دهی و شهریور ماه بالاترین نرخ ماسه‌دهی را داشته است. در هر حال می‌توان چنین اظهار نمود که در رسوبات آبرفتی ریزدانه که شامل مناطق جنوب‌شرقی، جنوب، جنوب‌غربی و حاشیه نوار غربی شهرستان اسلامشهر که خود شامل روستاهای ملک‌آباد، شاتره، ده عباس، حسن‌آباد خالصه و علی‌آباد طپانچه است تفاوت در میزان آب ورودی با آب خروجی (اختلاف فاز تغذیه با تخلیه) سبب تغییرات و نقصان در سطح ایستایی و سطح دینامیک چاه‌های آب شرب مناطق مذکور می‌گردد (شکل ۹).

شعاع تأثیر: براساس بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری سطح ایستایی و سطح دینامیک چاه‌های آب شرب روستاهای محدوده مطالعاتی (شرکت آب و فاضلاب روستایی استان تهران، ۱۳۹۰)؛ مشخص گردید چاه‌های تأمین آب روستاهای واقع در قسمت شمال، حاشیه شمال‌غربی، مرکز و غرب (که شامل روستاهای نوروزآباد، احمدآباد مستوفی، حسن‌آباد خالصه، فیروز بهرام، گلدسته، بهمن‌آباد است) به‌دلیل دانه درشت بودن بافت خاک، چاه‌های مناطق فوق‌الذکر شعاع تأثیر زیادی دارند ولی روستاهای واقع در قسمت شرق و جنوب‌شرقی (که شامل روستاهای ملک‌آباد، شاتره و ده عباس می‌شود) به‌دلیل دانه‌بندی ریز بافت خاک و زمین‌شناسی، چاه‌های موجود در محل‌های مذکور دارای شعاع تأثیر کوچک می‌باشند.

افت مخروط: نتایج حاصل از اندازه‌گیری سطح ایستایی و سطح دینامیک چاه‌های آب شرب روستاهای محدوده مطالعاتی شهرستان اسلامشهر، نشان داد که چاه‌های آب شرب روستاهای واقع در قسمت شمال، حاشیه شمال غربی، مرکز و غرب شهرستان به‌دلیل دانه درشت بودن بافت خاک و نوع زمین‌شناسی، تغذیه مطلوب و هم‌خوانی تغذیه با تخلیه و هم‌چنین مقدار برداشت مجاز آب، ارتفاع افت مخروط کم و شیب افت نیز نسبت به سایر

مناطق کم‌تر است ولی چاه‌های آب شرب روستاهای واقع در شرق و جنوب‌شرقی شهرستان به‌دلیل دانه‌ریز بودن بافت خاک و زمین‌شناسی مناطق، تغذیه ضعیف آبخوان و نامناسب بودن وضعیت تغذیه در قبال تخلیه، ارتفاع افت مخروط زیاد و شیب افت هم زیاد می‌باشد که این موضوع سبب کم آبی چاه‌ها در طول زمان استحصال شده است.



شکل ۹: مقایسه عمق، سطح ایستابی و سطح دینامیکی چاه روستاهای مورد بررسی

نتیجه‌گیری

امروزه پدیده ماسه‌دهی در حفر چاه‌ها و تأمین آب شرب در مناطقی رخ می‌دهد که از نظر شرایط زمین‌شناسی و بافت به صورت رسوبی و ریزدانه می‌باشد. این پتانسیل خطر می‌تواند به‌صورت کمی و کیفی استحصال آب را در این مناطق با چالش مواجه سازد و از سویی عوارض جنبی مهندسی محیط‌زیستی و اقتصادی برای بهره‌برداران به دنبال داشته باشد. نتایج مطالعه نشان داد که ماسه‌دهی چاه‌های واقع در نواحی شمال‌غرب، جنوب‌شرقی و جنوب‌غربی محدوده مطالعاتی از سایر نقاط بیش‌تر بود. اندازه ماسه‌های بسیار ریز می‌باشد که در زمان شروع پمپاژ میزان ماسه‌دهی آن‌ها زیاد بوده و پس از گذشت زمان برداشت تا ۴ ساعت بعد از شروع به‌کار پمپ میزان ماسه‌دهی کم شده و بعد از این زمان، با افزایش زمان برداشت آب میزان ماسه‌دهی چاه نیز افزایش پیدا می‌کند. به‌طوری که بعد از گذشت ۱۲ ساعت از کار پمپ میزان ماسه‌دهی چاه بیش‌تر از زمان اولیه شروع به کار پمپ می‌باشد. علت این امر می‌تواند وجود افق‌های ماسه‌ای سیلتی و تخلیه زیاد آنها به دلیل ناپایداری دیواره چاه‌ها در حین بهره‌برداری و استحصال آب باشد. به مرور زمان با ادامه پمپاژ ایجاد حفرات و فضاهای خالی نسبتاً وسیع در حول لوله‌های جدار ایجاد شده و در نهایت منجر به ریزش ناگهانی دیواره چاه‌های عمیق می‌شود. براساس این تحقیق مشخص شد یک ارتباط مستقیم بین بهره‌برداری از چاه‌ها، شرایط و بافت زمین‌شناسی و شرایط هیدرولوژیکی چاه‌ها وجود دارد. با در نظر گرفتن همه عوامل و نتایج می‌توان گفت حتی‌المقدور از حفر

چاه در مناطق جنوب‌غربی و قسمتی از نوار غربی و جنوب‌شرقی شهرستان صرف نظر شود. در صورت نیاز از نواحی دیگر منطقه مثل نواحی مرکزی و شمالی محدوده مطالعاتی برای حفر چاه اقدام کرد. برای جلوگیری از نشست زمین و فشرده شدن سفره آب زیرزمینی در اثر بیلان منفی بین ورودی و خروجی آب به سفره و جلوگیری از ماسه‌دهی زیاد چاه؛ پیشنهاد می‌گردد زمان استراحت مناسب که بعد از هر ۸ ساعت کار پمپ است به چاه داده شود. بعد از زمان مذکور؛ سفره توان بازیابی و پر کردن خلل و فرج بین دانه‌ها را پیدا کرده و از فشرده شدن و از کار افتادن سفره و در نهایت از نشست زمین جلوگیری خواهد شد. ولی به‌صورت کاربردی می‌توان پیشنهاد داد که برای جلوگیری از وقوع ماسه‌دهی در چاه، قطر برقوی چاه افزایش داده شود تا بتوان چاه را مناسب ایزوله نمود، گراول پکینگ چاه به‌طور صحیح و مناسب انجام شود. دو جداره نمودن چاه، انجام گراول پکینگ مضاعف، استفاده از لوله‌های UPVC، استفاده از PAREPACK و استفاده از ژئوتکستال یا الیاف مصنوعی برای این منطقه قابل توصیه است.

منابع

-احمدی، ح.، ۱۳۹۱. ژئومرفولوژی کاربردی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۷۰۶ ص.

-حسنی، ا.، خانی، م.، صیادی، م.، قدمی، و. و خستو، ح.، ۱۳۸۹. بررسی وضعیت آلودگی میکروبی در منابع آب زیرزمینی روستاهای شهرستان اسلامشهر، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، جلد ۱۲، شماره ۱، ص ۱۹۵-۲۰۰.

-شرکت آب و فاضلاب روستایی استان تهران، ۱۳۹۰. گزارشات مربوط به وضعیت آب و فاضلاب روستایی شهرستان اسلامشهر.

-صیادی، م.، ۱۳۸۶. بررسی علل ماسه‌دهی چاه‌های آب شرب در روستاهای استان تهران، پروژه شرکت آب و فاضلاب روستایی استان تهران.

-فردوسی، ر.، کلاگری، ع.ا.، حسین‌زاده، ق. و سهرابی، ق.، ۱۳۹۱. مطالعات پتروگرافی، دگرسانی متاسوماتیک و ژنز اسکارن آهن و مس کمتال، شمال‌شرق خاروانا، آذربایجان شرقی، مجله زمین‌شناسی اقتصادی، جلد ۴، شماره ۱، ص ۴۷-۵۸.

-میرباقری، س. ا.، ۱۳۷۷. هیدرولوژی مهندسی، جلد اول، انتشارات دانشگاه شیراز، ۵۰۰ ص.

-Bianco, L.C.B. and Halleck, P.M., 2001. Mechanisms of arch instability and sand production in two-phase saturated poorly consolidated sandstones, SPE 68932, the SPE European Formation Damage conference, Hague, Netherlands, May 2001.

-Climent, N., Arroyo, M., O'Sullivan, C. and Gens, A., 2014. Sand production simulation coupling DEM with Computational Fluid Dynamics in Civil Engineering European Journal of Environmental and Civil Engineering, v. 18, p. 983-1008.

-Hall, C.D. and Harrisberger, W.H., 1970. Stability of sand arches, a key to sand control, J. Pet. Tech. v. 12, p. 821-829.

-Hunter, L.R., Mahler, R.L., Brooks, L.E., Lolley, B.A. and Holloway, L., 2002. Groundwater and wellhead protection in the Hua, Hua Water Quality Project Final Report College of agriculture, University of Idaho.

-Peckenham, J.M., Thornton, T. and Whalen, B., 2009. Sand and gravel mining, effects on ground water resources in Hancock county, Maine, USA Journal of Environmental Geology, v. 56, p. 1103-1114.

-Rahmati, H., Jafarpour, M., Azadbakht, S., Nouri, A., Vaziri, H., Chan, D., Xiao, Y., 2013. Review of sand production prediction models, Journal of Petroleum Science and Engineering, v. 201, p. 1-16.
-Schaider, L.A., Ackerman, J.M. and Rudel, R.A., 2016. Septic systems as sources of organic wastewater compounds in domestic drinking water wells in a shallow sand and gravel aquifer, Science of the Total Environment, v. 547, p. 470-481.
-Skjærstein, A., Tronvoll, J., Santarelli, F.J. and Jøranson, H., 1997. Effect of water breakthrough on sand production, experimental and field evidence, SPE 38806, the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, San Antonio, TX, USA, October 1997.
-Smith, D.D. and Wischmeier, W.H., 1958. Factors affecting sheet and rill erosion, Search Results American Geophysical Union Trans, v. 38, p. 889-896.
-Vaziri, H., Barree, B., Xiao, Y., Palmer, I. and Kutas, M., 2002. What is the magic of water in producing sand? SPE 77683, the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, San Antonio, TX, USA, October 2002.
-Zingg, A.W., 1940. Degree and length of land slope as it affects soil loss in runoff, Agricultural engineering, v. 21, p. 59-64.