محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره۷۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹
صفحات ۱۶۹ تا ۱۸۳

تاثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر پارامترهای کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی روستاهای شهرستان ملارد،استان تهران

کاظم نصرتی[1*]؛ علی رجبی اسلامی[2]و مجتبی صیادی[3]

۱- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی
۲- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی
۳- دبیر کمیته تحقیقات شرکت آب و فاضلاب روستایی استان تهران

(تاریخ دریافت ۹۸/۰۱/۳۰-تاریخ پذیرش ۹۸/۰۳/۰۶)

چکیده:

شهرستان ملارد دارای دو آبخوانه تهران-کرج و قطعه چهار می‌باشد که نقش مهمی در تامین آب شرب روستاهای این شهرستان ایفا می-کند. بر این اساس کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی در محدوده مورد مطالعه از اهمیت ویژه ای برخوردار است. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر کمیت و کیفیت آب های زیرزمینی شهرستان ملارد واقع در استان تهران می‌باشد. بدین منظور اطلاعات کمی و کیفی۳۱ حلقه چاه آب شرب طی بازه زمانی ۶ ساله جمع آوری شد. همچنین به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ۱۷ نمونه برداشت گردید و ویژگی های فیزیکی خاک شامل نوع بافت خاک، ضریب یکنواختی، ضریب انحنا، ضریب قابلیت نفوذ، درصد رطوبت اشباع، درصد تخلخل مفید و ویژگی های شیمیایی خاک شامل میزان هدایت الکتریکی، سدیم، پتاسیم، کربنات‌کلسیم ، کل جامدات محلول، pH و درصد نمک محلول اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در مناطق شرقی به علت بافت لومی-رسی خاک و با توجه به مناسب بودن ضریب نفوذپذیری و رطوبت اشباع، میزان آبدهی چاه ها نسبت به مناطق دیگر بالاتر می‌باشد. همچنین مشخص گردید که پارامترهای شیمیایی خاک نظیر کربنات کلسیم، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول، سدیم و پتاسیم دارای همبستگی مثبت و قوی با پارامترهای کیفی آب زیرزمینی در پادگانه های آبرفتی(Q) می‌باشد. در مناطق کشاورزی و مسکونی نیز میزان نیترات آب آشامیدنی با میزان EC ، TDS و نمک محلول در خاک دارای همبستگی مثبت و نسبتا قوی است.

کلید واژگان: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، کیفیت و کمیت آب زیرزمینی، زمین شناسی، کاربری اراضی شهرستان ملارد

* نویسنده مسئول؛ تلفن: ۲۹۹۰۲۶۰۴- ۰۲۱ ایمیل:k_nosrati@sbu.ac.ir

۱.مقدمه

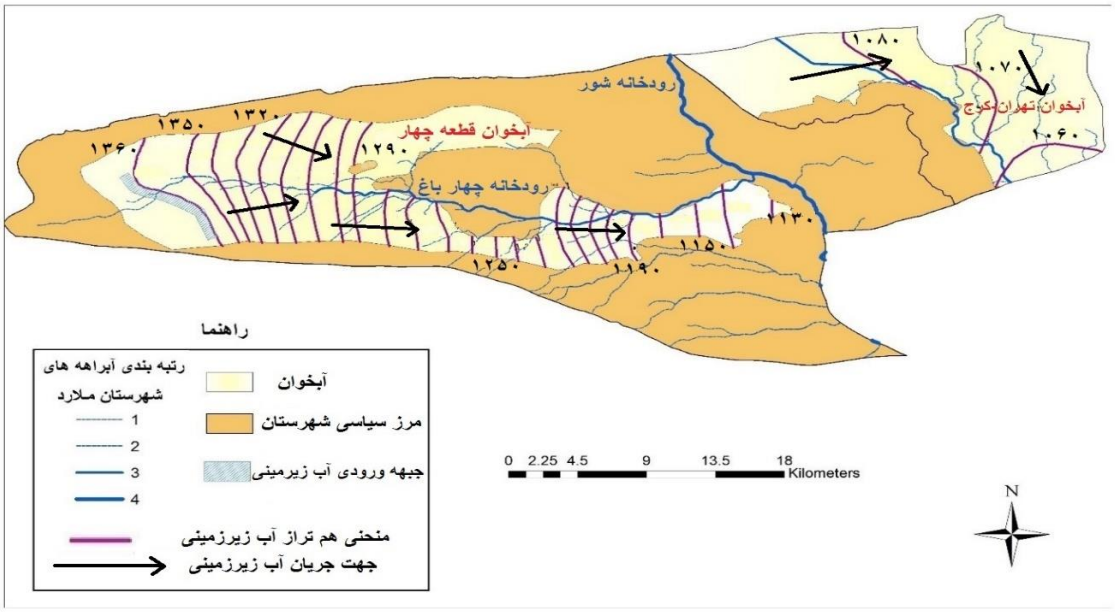
آب‌های زیرزمینی به دلیل استعداد آلودگی کمتر و بالا بودن ظرفیت ذخیره نسبت به آب‌های سطحی، به عنوان یک منبع مهم بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک مورد توجه می‌باشند که بهره‌برداری بیش از حد و آلوده‌شدن آن‌ها به سبب تغییرات محیطی ناشی از جنس خاک و همچنین فعالیت‌های گوناگون کشاورزی و صنعتی موجب ایجاد چالش در مدیریت منابع آب شده است(Biswas,1994). با توجه به این که عامل اصلی تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی نفوذ آب از سطح زمین به داخل خاک است می‌توان گفت خواص فیزیکی و شیمیایی خاک تاثیرات فراوانی بر کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی دارد (Eslami *et al*., 2018). به طور کلی ویژگی‌های فیزیکی خاک نظیر نوع بافت خاک، میزان تخلخل، ضریب نفوذپذیری، ضریب انحنا درصد رطوبت اشباع خاک و... بر روی مقدار تغذیه و ذخیره سفره آبدار و میزان جریان آب زیرزمینی موثر می‌باشد به گونه‌ای که نقش موارد فوق بر میزان آبگیری و آبدهی ویژه خاک بسیار حائز اهمیت می‌باشد. همچنین جنس و نوع خاک از نظر شیمیایی بر کیفیت منابع آب زیرزمینی تاثیرگذار است. به طور کلی درصد نفوذ و انحلال‌پذیری در سنگ های رسوبی، آبرفتی، آذرین و دگرگون تفاوت دارد از این رو کیفیت آبخوان‌ها نیز در آنها متفاوت است(Diersing,2009).بر این اساس می‌توان گفت کیفیت آب زیرزمینی نتیجه تمامی فرایندها و واکنش‌هایی است که از هنگام تشکیل و تراکم آب در اتمسفر تا زمانی که مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد بر آن عمل کرده است (Shahini *et al*., 2014). Kumar و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی میزان کیفیت آب‌های زیرزمینی ذخیره شده در سازندهای زمین شناسی سخت در منطقه جارکند هندوستان به این نتیجه رسیدند که میزان متغیرهایی از قبیل فلوراید، روی و منگنز نسبت به دیگر پارامترهای کیفی دارای افزایش هستند. Talea Zari (۲۰۱۶) در پژوهش خود به این نتیجه رسید که به علت بالا آمدگی سنگ کف، خود پالایی کم زمین و همچنین مجاورت با رود شور کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب زیرزمینی از سمت شرق به غرب شهرستان ملارد با افزایش آلاینده‌ها همراه است. Ekrami و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی دریافتند که علت کاهش کمیت آب در بخش شرقی دشت ارکان یزد، برداشت بی رویه از آب زیرزمینی و درنتیجه نشست زمین و کاهش تخلخل خاک می‌باشد. Kokkat و همکاران (۲۰۱۶) میزان پیشروی آب شور دریا به آب‌های زیرزمینی دلتای کاوری هند در فصل باران‌های موسمی را مورد بررسی قرار دادند و این نتیجه رسیدند که نفوذ بالای آب به خاک حدود ۱۵٪ کمتر از فصول دیگر سال می‌باشد. Song و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی به بررسی روش‌های اثر بخشی اصلاح در خاک و رسوبات آلوده به آلاینده‌های آلی و فلزات سنگین پرداخته و نقش آن را بر روی محیط اکولوژیکی و سلامت عمومی مورد بررسی قرار دادند. همچنین در تحقیقی مشابه Vink و همکاران (۲۰۱۶) به نقش ذخیره سازی خاک در مقیاس انبوه در کاهش ورود فلزات سنگین و آرسنیک به آب‌های زیرزمینی پرداختند. استان تهران با وجود قرارگرفتن در دامنه جنوبی البرز در برخی از مناطق خود مانند شهرستان ملارد با وضعیت بحران آب روبرو است این پهنه مطالعاتی به لحاظ توپوگرافی دارای دو ویژگی کلی می‌باشد بخش غربی (قطعه چهار)که لندفرم ها حاکمیت داشته در

اثر هوازدگی فیزیکی و شیمیایی و همچنین عملکرد تکتونیکی گسل چاقو-گمرگان یک انباشتگی از رسوبات آبرفتی و واریزه ای از سمت شمال به جنوب با ضخامت محدود نهشته گذاشته است اما بخش شرقی شهرستان ملارد تحت تاثیر عملکرد فرسایش ارتفاعات شمالی و انتقال رسوبات به وسیله رودخانه شور می‌باشد. همچنین از سمت شمال شهرستان به سمت جنوب با کاهش اندازه رسوبی همراه بوده و این عامل تاثیرات زیادی بر فرایند کمی و کیفی تشکیل سفره های آب زیرزمینی گذاشته است. از این رو در پژوهش حاضر به بررسی تاثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی در شهرستان ملارد پرداخته شده است.

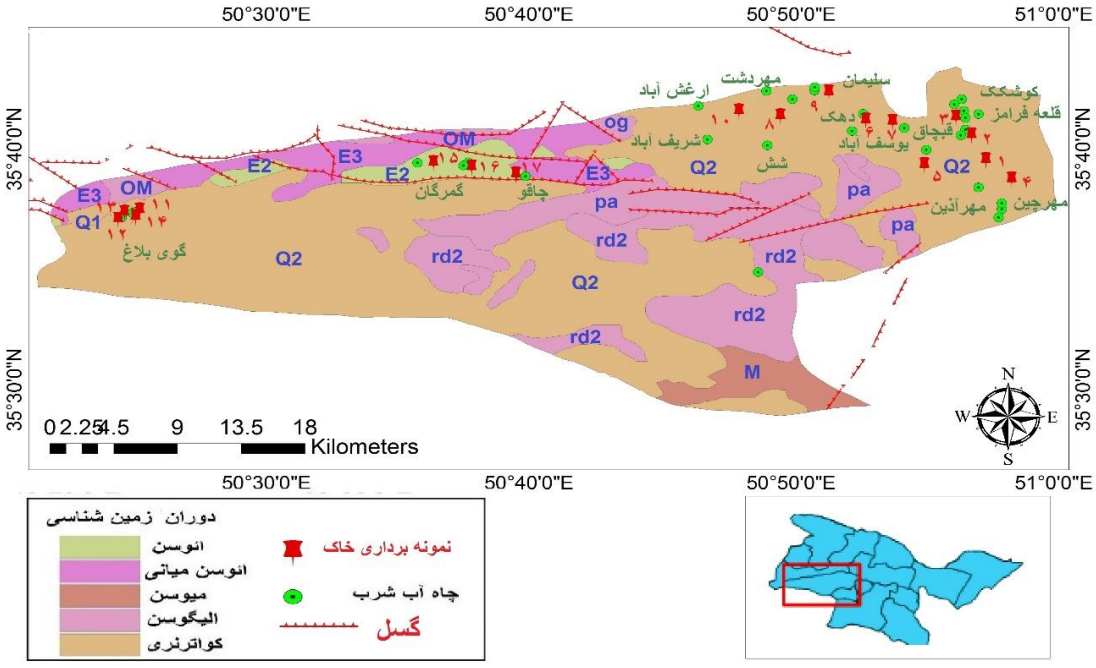
۲.مواد و روش‌ها

۲-۱.ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه

شهرستان ملارد با وسعت۹۵۰ کیلومتر مربع در فاصله´۲۰ °۵۰ تا´۰۰ °۵۱ طول جغرافیایی شرقی و ´۲۸. °۳۵تا ´۴۳. °۳۵عرض جغرافیایی شمالی قرار گرفته است و از نظر هیدرولوژی و توپوگرافی به دو حوضه آبریز قطعه چهار و تهران-کرج قابل تفکیک است. در حوضه آبریز قطعه چهار یک انباشتگی از رسوبات آبرفتی و واریزه ای از سمت شمال به جنوب با ضخامت محدود وجود دارد. حاشیه این حوضه توسط توده های نفوذی دوران پالئوژن و نئوژن محصور بوده و نواحی مرکزی آن توسط رسوبات کواترنری پوشیده شده است. با توجه به شکل ۱ مهم-ترین منبع تغذیه آبخوان قطعه چهار، رودخانه موقت چهارباغ می‌باشد. جهت جریان سفره های آب زیرزمینی در آبخوان قطعه چهار با توجه به تراز ارتفاعی منطقه به صورت غربی-شرقی بوده و سطح آب زیرزمینی از غرب به شرق کاهش می‌یابد که در شرق رود چهارباغ سطح برخورد به آب به دلیل بالا بودن سنگ کف به ۱۰ متر نیز می‌رسد. نواحی شرقی شهرستان ملارد در منتهی الیه جنوب غربی حوضه آبریز تهران- کرج واقع شده که تحت تاثیر عملکرد فرسایش ارتفاعات شمالی و انتقال رسوبات به وسیله رودخانه شور قرار دارد(Tehran Water and Waste Water company, 2015). با توجه به شکل۲ قسمت عمده ای از شرق شهرستان ملارد بر روی رسوبات کواترنری واقع شده که ستبرای آن بسته به میزان بالا آمدگی سنگ کف در نقاط مختلف از ۱۰ تا حدود ۲۰۰ متر متغیر می‌باشد. حداکثر ضخامت رسوبات آبرفتی در نواحی شمال شرق حوضه و حداقل آن در حاشیه ارتفاعات جنوب دشت قابل مشاهده است. سنگ کف بخش وسیعی از این مناطق شامل کنگلومرا، ماسه سنگ و مارنهای متعلق به دوره میوسن می‌باشد(Zahmatcache,2010). عامل عمده تغذیه سفره های آب زیرزمینی در حوضه آبریز تهران- کرج، بارش‌های جوی و جریان آب‌های سطحی جنوب دشت کرج و تهران است. سطح برخورد به آب زیرزمینی در حوضه آبریز تهران-کرج پایین تر از محدوده غربی بوده و این حد از ۱۴۰ متر در سراب تا ۶۵ متر در پایاب متغیر می‌باشد. جهت جریان آب در این آبخوان شمال غربی-جنوب شرقی است. شهرستان ملارد از نظر کاربری اراضی شامل ۵ تیپ طبقاتی مختلف می‌باشد که تمامی چاه‌های موجود در حوضه آبریز تهران–کرج بر روی اراضی روستایی و زراعی قرار داشته و چاه های محفوره در قطعه چهار بر روی اراضی فاقد پوشش گیاهی حفر شده است(Ghasemi, 2016).



شکل۱- نقشه منحنی‌های هم تراز آب زیرزمینی



شکل۲- موقعیت مکانی چاه‌های آب شرب و نمونه‌برداری خاک بر حسب سازندهای زمین شناسی

۲-۲.نمونه‌برداری و جمع‌آوری داده‌ها

آمار و اطلاعات کمی و کیفی ۳۱ حلقه چاه آب شرب شهرستان ملارد (از مجموع ۲۲ روستای مورد مطالعه) از شرکت آب و فاضلاب استان تهران و شرکت آب و فاضلاب کشور تهیه گردید. به طور کلی داده‌های تهیه شده از وضعیت چاه های آب شرب شهرستان ملارد شامل ۱۳ پارامتر کیفی نظیر هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول، سختی کل، فلوراید، کلرور، سولفات،

بیکربنات، نیترات، کلسیم، منیزیم و پتاسیم است. همچنین میزان آبدهی یا دبی استحصالی در طی سال های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۶ برای هر چاه جمع‌آوری شد. به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شهرستان ملارد از ۱۷ منطقه با پراکندگی مناسب و با توجه به نزدیکی به محل حفر چاه‌های آب شرب منطقه مورد مطالعه، عملیات نمونه‌برداری صورت گرفت. در این نمونه برداری تعیین موقعیت برداشت نمونه‌ها به روش سیستماتیک تصادفی و بر اساس سازند زمین شناسی منطقه انجام شد. تعداد ۱۰، ۴و۳ نمونه خاک به ترتیب از سه سازند زمین شناسی پادگانه های آبرفتی کم ارتفاع و جوان(Q_2)، پادگانه های آبرفتی بلند و قدیمی(Q_1)، سنگ‌های آذرآواری، توف و آهک ماسه‌ای(E_2) از عمق صفر تا پانزده سانتی‌متری با استفاده از رینگ نمونه‌برداری به حجم ۶۸ سانتی متر مکعب برداشت شد. شکل۲ پراکندگی و موقعیت جغرافیایی مناطق نمونه برداری شده را نشان می‌دهد.

۳-۲.اندازه گیری ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک

به منظور تعیین ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی برای نمونه‌های برداشت شده از خاک شهرستان ملارد ۱۱ آزمایش در آزمایشگاه ژئومورفولوژی صورت گرفت که ۵ آزمایش در جهت تشخیص ویژگی های شیمیایی خاک انجام گردید. از این رو میزان pH و هدایت الکتریکی نمونه‌های خاک در عصاره۱:۱ با استفاده از دستگاه pH متر و EC متر (مدل رومیزی Proline) اندازه‌گیری شد. پس از تعیین میزان EC خاک براساس روابط مورد نظر میزان TDS و نمک محلول در خاک بدست آمد. مقدار آهک موجود در خاک با استفاده از انحلال اسیدی و اندازه‌گیری گاز دی اکسیدکربن آزاد شده و بر اساس دستگاه کلسیمتری برنارد مشخص گردید. پارامترهای سدیم و پتاسیم درعصاره ۱:۱ خاک به وسیله دستگاه فلیم فوتومتری جنوی مدلPFP7 اندازه‌گیری شد. همچنین به منظور تشخیص ویژگی‌های فیزیکی خاک ۶ آزمایش انجام گردید. از این رو وزن مخصوص ظاهری با استفاده از آزمایش کلوخه تعیین و وزن مخصوص حقیقی نیز با استفاده از روش تعیین حجمی مشخص شد. پارامتر ضریب یکنواختی، ضریب انحنا و ضریب قابلیت نفوذ با استفاده از توزیع اندازه رسوب نمونه ها تعیین گردید. درصد رطوبت اشباع و درصد نگهداشت رطوبت خاک نیز به وسیله روش وزنی محاسبه شد. بافت خاک نیز با روش هیدرومتری و اندازه‌گیری سیلت، شن و رس بدست آمد. پس از انجام آزمایشات مذکور با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون و تحلیل واریانس یک طرفه(در سطح ۹۵ درصد) ارتباط بین ویژگی های خاک و پارامترهای کیفی آب شرب بر اساس نوع سازند تحلیل و تفسیر شد.

۳.نتایج

۳-۱.تاثیر پارامترهای شیمیایی خاک بر کیفیت آب

در جهت تعیین ارتباط بین کیفیت خاک با کیفیت آب زیرزمینی برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک نظیر هدایت الکتریکی، pH، سدیم، پتاسیم، سختی، کل - جامدات محلول و نمک محلول در خاک آزمایش شد که نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

جدول۱- نتایج آزمایش کیفیت خاک

نوع سازند	نمونه	EC (µ mhos/cm)	pH (ppm)	Na^+ (ppm)	K^+ (ppm)	٪$Caco_3$	TDS (ppm)	درصد نمک محلول
Q_2	۱	۲۸۰	۷/۳	۲۸/۱۳	۰/۵۱	۲/۰۸	۱۷۹/۲	۰/۰۱
	۲	۴۰۰	۷/۶	۲۹/۸۷	۲۹/۴۰	۲/۵	۲۵۶	۰/۰۲۵
	۳	۲۷۰	۷/۹۶	۱۶/۲۲	۷/۲۱	۲/۹۱	۱۷۲/۸	۰/۰۱
	۴	۳۱۰	۷/۵۳	۱۸/۷۶	۱۹/۵۶	۱/۶	۱۹۸/۴	۰/۰۱
	۵	۱۹۷۰	۷/۷۵	۸۷/۰۲	۱۰۶/۰۶	۳/۷۵	۱۲۶۰/۸	۰/۱۲
	۶	۶۷۰	۷/۶۴	۴۳/۵۲	۲۷/۱۷	۵	۴۲۰/۸	۰/۰۴
	۷	۴۱۰	۷/۹۹	۴۳/۳۷	۴۵/۹۰	۳/۳	۲۶۲/۴	۰/۰۲
	۸	۱۵۹۰	۷/۱	۶۱/۶۲	۱۰۶/۲۲	۴/۱۶	۱۰۱۷/۶	۰/۱۰
	۹	۳۷۰	۷/۸۱	۳۱/۴۶	۱۴/۳۲	۵/۸۳	۲۳۶/۸	۰/۰۲
	۱۰	۲۴۰	۷/۸۸	۲۹/۸۷	۱۲/۴۱	۴/۵۸	۱۵۳/۶	۰/۰۱
Q_1	۱۱	۲۳۰	۷/۹۳	۵/۹۰	۶/۲۲	۲/۹	۱۴۷/۲	۰/۰۱
	۱۲	۱۶۰	۷/۵۱	۱/۹۴	۸/۶۰	۱/۲۵	۱۰۲/۴	۰/۰۱
	۱۳	۱۴۰	۷/۶	۱۴/۳۲	۶/۰۶	۱/۶	۸۹/۶	۰/۰۱
	۴۱	۱۵۰	۷/۹۲	۲۰/۱۹	۰/۸۳	۱/۶	۹۶	۰/۰۱
E_2	۱۵	۲۴۰	۷/۷۷	۳۵/۷۵	۶/۵۴	۱/۲۵	۱۵۳/۶	۰/۰۱
	۱۶	۱۵۰	۷/۴۲	۲/۴۱	۴/۷۹	۰/۸۳	۹۶	۰/۰۱
	۱۷	۲۰۰	۷/۴	۱۴/۳۲	۱۲/۴۱	۲/۰۸	۱۲۸	۰/۰۱

۳-۱-۱.پادگانه‌های آبرفتی کم‌ارتفاع و جوان

با توجه به جدول۲ مشخص شد که از بین پارامترهای شیمیایی خاک سازندهای آبرفتی کم ارتفاع و جوان، فقط کربنات کلسیم دارای ضریب همبستگی قوی در سطح ۹۵ درصد با برخی پارامترهای کیفی آب همچون هدایت الکتریکی،کل جامدات محلول، فلوراید، کلر، سولفات، منیزیم، سدیم و پتاسیم می‌باشد. درحقیقت گسترش رسویات تبخیری نظیر آهک موجود در خاک پادگانه های آبرفتی دوران کواترنری بر غلظت پارامترهایی نظیر هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول آب زیرزمینی موثر بوده و سبب افزایش املاح موجود در آب و در نتیجه افزایش غلظت هدایت الکتریکی و جامدات محلول آب شده است. هالوژن ها نیز از جمله عوامل موثر بر سختی می‌باشند. از جمله هالوژن‌هایی که دارای همبستگی مثبت و قوی با کربنات کلسیم خاک می‌باشند پارامترهای کلر و فلوراید آب هستند. اگر چه میزان کربنات‌کلسیم خاک ($Caco_3$) در سازندهای آبرفتی جوان دارای همبستگی قوی و مثبت با عوامل اصلی تاثیر گذار بر سختی آب زیرزمینی مانند بیکربنات، سولفات، منیزیم، کلر و فلوراید می‌باشند اما به علت عدم ارتباط مستقیم کلسیم خاک با کلسیم آب زیرزمینی، میزان کربنات-کلسیم آب دارای ارتباط مستقیم با کربنات‌کلسیم خاک نیست.

جدول۲- میزان همبستگی پارامترهای شیمیایی خاک بر کیفیت آب زیرزمینی در پادگانه‌های کم ارتفاع و جوان(Q_2)

پارامترهای کیفی آب	پارامترهای شیمیایی خاک						
	EC	pH	+Na	K+	$Caco_3$	TDS	نمک
pH	-۰/۲۸	-۰/۳۳	-۰/۳۲	-۰/۳۷	۰/۰۵	-۰/۲۷	۰/۲۸
EC	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۳۲	۰/۲۷	*۰/۸۲	۰/۱۸	۰/۱۹
TDS	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۳۳	۰/۲۸	*۰/۸۱	۰/۱۹	۰/۲۰
TH	-۰/۰۸	۰/۳۱	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۷	-۰/۰۸	۰/۱۱
F	۰/۳۴	۰/۰۴	۰/۴۰	۰/۳۲	**۰/۸۹	۰/۳۴	۰/۳۶
Cl	۰/۱۴	-۰/۰۲	۰/۱۶	۰/۱۳	*۰/۸۰	۰/۱۴	۰/۱۷
SO_4^2	۰/۲۹	۰/۱۱	۰/۴۱	۰/۳۸	*۰/۸۰	۰/۲۹	۰/۳۰
HCO_3	۰/۳۹	۰/۳۱	۰/۲۵	۰/۱۹	۰/۵۹	۰/۰۳۹	۰/۰۲
NO_3	۰/۰۰۹	۰/۱۶	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۲۹	۰/۰۰۷	-۰/۰۲
Ca^2	-۰/۱۰	۰/۲۶	۰/۸۹	۰/۱۲	۰/۱۱	-۰/۱۰	۰/۱۲
Mg^2	۰/۰۳	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۶۱	۰/۰۳	۰/۰۴
Na^+	۰/۲۵	۰/۱۴	۰/۳۷	۰/۳۰	**۰/۸۹	۰/۲۵	۰/۲۷
K^+	۰/۲۰	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۲۸	*۰/۶۳	۰/۲۰	۰/۲۱

* در سطح ۹۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد ** در سطح ۹۹٪ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد

۳-۱-۲.پادگانه‌های آبرفتی بلند و قدیمی

بر طبق جدول۳ مشخص گردید که میزان هدایت الکتریکی، نمک محلول و کل جامدات محلول خاک در پادگانه های آبرفتی بلند و قدیمی با برخی پارامترهای کیفی آب از قبیل سختی، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول، نیترات، سدیم، فلوراید و بیکربنات دارای همبستگی مثبت و بسیار قوی در سطح ۹۹ درصد بوده که بیانگر تاثیرگذاری یون ها و املاح موجود در خاک بر تغییرات پارامترهای مذکور آب می‌باشد. میزان همبستگی نیترات آب با شوری خاک نیز مثبت و قوی بوده و میزان آن برابر با ۹/۶ است که وجود کاربری کشاورزی و استفاده از حاصلخیز کننده ها در این منطقه تا حدودی می تواند سبب شوری خاک گردد. همچنین میزان شوری خاک با فلوراید آب نیز دارای همبستگی مثبت می باشد زیرا فلوراید به عنوان یکی از عناصر هالوژنی موجود در آب دارای ارتباط مستقیم با شوری است. وجود سازندهای آبرفتی با بافت سیلتی و رسی عامل اصلی و غنی از لحاظ جذب کلسیم کربنات محسوب شود که موجب شده تا کربنات کلسیم خاک دارای همبستگی قوی و مثبت با کلسیم و کربنات‌کلسیم آب زیرزمینی منطقه باشد.

جدول۳- میزان همبستگی پارامترهای شیمیایی خاک بر کیفیت آب زیرزمینی در پادگانه‌های آبرفتی قدیمی(Q_1)

پارامترهای کیفی آب	پارامترهای شیمیایی خاک						
	EC	pH	Na^+	K^+	$Caco_3$	TDS	نمک
pH	۰/۷۵	-۰/۱۳	*-۰/۷	*۰/۷۴	۰/۶۵	*۰/۷۵	*۰/۷۳
EC	**۰/۹۹	۰/۴۰	۰/۵۵	۰/۳۱	*۰/۹۰	*۰/۹۹	**۰/۹۸
TDS	**۰/۹۹	۰/۳۸	۰/۵۶	۰/۳۳	*۰/۹۰	*۰/۹۹۱	**۰/۹۸
TH	**۰/۹۴	۰/۶۰	۰/۲۵	۰/۰۶	*۰/۹۹	**۰/۹۴	**۰/۹۰
F	**۰/۹۶	۰/۲۵	-۰/۶۹	۰/۴۵	*۰/۸۱	**۰/۹۶	**۰/۹۷
Cl	-۰/۵۹	-۰/۴۹	-۰/۳۹	۰/۱۳	-۰/۳۴	-۰/۵۹	-۰/۰۶
SO_4^2	۰/۶۹	-۰/۲۴	*-۰/۷	*۰/۷۹	۰/۳۸	۰/۶۹	*۰/۷۴
HCO_3	**۰/۹۵	۰/۲۷	۰/۶۰	۰/۴۳	*۰/۸۸	**۰/۹۵	**۰/۹۴
NO_3	**۰/۹۸	۰/۳۶	۰/۵۵	۰/۳۵	*۰/۹۱	**۰/۹۸	**۰/۹۶
Ca^2	*۰/۸۴	-۰/۰۴	*-۰/۸	۰/۶۹	۰/۶۲	*۰/۸۴	*۰/۸۷
Mg^2	۰/۶۳	-۰/۲۸	*-۰/۷	*۰/۸۲	۰/۵۳	۰/۶۳	۰/۶۲
Na^+	**۰/۹۵	۰/۳۳	-۰/۵۲	۰/۳۶	*۰/۹۲	**۰/۹۵	**۰/۹۲
K^+	۰/۶۶	*۰/۷۷	۰/۲۴	-۰/۳۳	*۰/۹۰	۰/۶۶	۰/۵۷

*** در سطح ۹۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد** **** در سطح ۹۹٪ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد**

۳-۱-۳.سنگ‌های آذرآواری، توف و آهک ماسه‌ای

بر اساس جدول۴ ضریب همبستگی پارامترهای هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول و نمک محلول در خاک با نیترات آب یکسان و در حدود۰/۹ بوده که نشان از تاثیرپذیری یکسان پارامترهای مذکور با نیترات حاصله از کوده‌های کشاورزی و مراکز پرورش طیور در منطقه دارد. با افزایش میزان سدیم موجود در خاک نیز مقدار کلسیم و منیزیم آب‌های زیرزمینی کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر ضریب همبستگی حاصله از پارامترهای کلسیم و منیزیم منفی بوده و دارای همبستگی قوی می‌باشد. همچنین مشخص گردید که میزان سختی و پتاسیم خاک در سازندهای آذرآواری(E_2) دارای ارتباط معنادار با پارامترهای سولفات و کلر موجود در آب زیرزمینی بوده است. به طور کلی می توان بیان داشت که سولفات و کلر به دلیل تبادل یونی با عناصر کلسیم کربنات و پتاسیم می‌تواند موجب تاثیرگذاری بر پارامترهای کیفی آب شود.

جدول۴- میزان همبستگی پارامترهای شیمیایی خاک بر کیفیت آب زیرزمینی در سازندهای آذرآواری و آهک ماسه‌ای(E2)

پارامتر کیفی آب	پارامترهای شیمیایی خاک						
	EC	pH	Na^+	K^+	$Caco_3$	TDS	نمک
pH	۰/۵۶	۰/۰۳	۰/۳۴	**۰/۹	**۰/۹	۰/۵۶	۰/۵۰
EC	۰/۵۵	-۰/۰۴	۰/۳۳	**۰/۹	**۰/۹	۰/۵۵	۰/۵۰
TDS	-/۵۱	۰/۱۰	۰/۲۸	**۰/۹	**۰/۹	۰/۵۱	۰/۴۵
TH	**۰/۹۷	۰/۹۰	**۰/۹۹	۰/۰۷	-۰/۱۹	**-۰/۹۷	**۰/۹۹
F	*۰/۸۳	۰/۳۵	۰/۶۷	*۰/۷۵	*۰/۸۲	۰/۸۳	*۰/۸۰
Cl	۰/۲۷	۰/۳۵	۰/۲	**۰/۹۹	**۰/۹۹	۰/۲۷	۰/۲۲
SO_4^{2}	۰/۳۵	-۰/۲۶	۰/۱۱	**۰/۹۹	**۰/۹۹	۰/۳۵	۰/۲۹
HCO_3	**۰/۹	*۰/۷۲	**۰/۹	۰/۴	۰/۵۰	**۰/۹	**۰/۹
NO_3	**۰/۹	*۰/۸۲	**۰/۹	۰/۲۴	۰/۳۵	**۰/۹	**۰/۹۹
Ca^2	**۰/۹	**-۰/۹	**۰/۹	-۰/۰۹	-۰/۲۰	**۰/۹	**۰/۹۹
Mg^2	**۰/۹	**-۰/۹	**۰/۹	-۰/۰۳	۰/۱۴	**۰/۹	**۰/۹
Na^+	*۰/۷۳	۰/۱۸	۰/۵۴	*۰/۸۵	**۰/۹	*۰/۷	۰/۶۸
K^+	۰۶۰	۰/۶۴	۰/۳۰	**۰/۹	**۰/۸۹	۰/۱۲	-۰/۷

* در سطح ۹۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد ** در سطح ۹۹٪ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد

۳-۲.تاثیر پارامترهای فیزیکی خاک بر کمیت آب

با آزمایش و سنجش ویژگی‌های فیزیکی خاک، ۶ عامل اثرگذار بر کمیت آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفت که مقادیر حاصله در جدول۵ آورده شده است. بر اساس جدول۶ بیشترین میزان آبدهی به صورت معنادار مربوط به چاه‌های محفوره در پادگانه-های آبرفتی جوان می‌باشد که میزان آن برابر با ۱۱/۳ لیتر بر ثانیه است. میزان آبدهی چاه‌های حفرشده بر روی سازندهای آذرآواری و پادگانه های آبرفتی قدیمی نیز به ترتیب برابر با ۴/۴۳ و ۳ /۰۲ لیتر بر ثانیه می باشد. نتایج نشان داد که درصد رس و سیلت در پادگانه‌های آبرفتی جوان بالاتر از دیگر سازندهای زمین شناسی بوده و درصد شن نسبت به دیگر سازندها پایین‌تر می‌باشد که همین امر سبب شده تا درصد رطوبت اشباع در پادگانه های آبرفتی جوان بیشتر از دیگر سازندهای زمین شناسی باشد. از این رو به علت بالا بودن میزان آبگیری و آبدهی ویژه در خاک این مناطق می‌توان گفت که بیشترین میزان آبدهی مربوط به این سازند است.

جدول ۵- نتایج آزمایش کمیت خاک

سازند	نمونه	شن٪	سیلت٪	رس٪	رطوبت اشباع٪	تخلخل مفید٪	ضریب نفوذ پذیری	یکنواختی٪	ضریب انحنا
Q_2	۱	۲۶	۳۷	۳۷	۴۳/۸	۸/۵۴	۰/۳۶۱	۲/۰۵	۲/۵
	۲	۳۲	۳۷	۳۱	۴۴	۱۴/۹۷	۰/۱۵۶	۲/۵	۱/۰۵
	۳	۲۵	۴۲	۳۳	۴۶/۷	۲۳/۰۳	۰/۴۷۱	۳/۵	۳/۹
	۴	۲۲	۴۳	۳۵	۵۳/۲	۱/۳۶	۰/۹۰۲	۲/۱۶	۰/۸۲
	۵	۲۷	۴۱	۳۲	۴۸	۱۰/۳۷	۰/۴۶۰	۲/۳۵	۰/۸۴
	۶	۲۵	۳۴	۴۱	۴۵/۴	۲۶/۵۱	۰/۶۲۶	۳	۰/۸۵
	۷	۲۶	۴۱	۳۳	۵۰/۲	۶/۲۱	۰/۴۸۵	۴/۲۴	۰/۷۴
	۸	۳۹	۲۸	۳۴	۴۱/۸	۱/۸۹	۰/۱۴۴	۷/۴۰	۰/۴۶
	۹	۳۶	۳۱	۳۳	۴۷/۸	۹/۸۷	۰/۴۵۰	۴/۵۴	۰/۴۰
	۱۰	۴۰	۲۷	۳۱	۳۶/۴	۱۴/۸۵	۰/۳۲۴	۱/۶	۰/۸۹
Q_1	۱۱	۲۶	۴۵	۲۹	۳۸/۶	۱۱/۰۲	۰/۱۴۶	۱۳/۴۶	۰/۹۰
	۱۲	۶۶	۱۵	۱۹	۲۵/۷	۱۷/۱۶	۰/۱۲۱	۱۳/۳۳	۱/۳
	۱۳	۵۴	۲۸	۱۸	۳۴/۹	۱۳/۳۴	۰/۰۸۲	۵/۵	۰/۹۹
	۱۴	۴۸	۲۴	۲۸	۴۶/۸	۱۰/۳۴	۰/۱۶۳	۹/۴۲	۰/۸۳
E_2	۱۵	۵۶	۲۰	۲۴	۳۶/۴	۱۶/۰۵	۰/۱۶۹	۷/۰۷۵	۰/۷۱
	۱۶	۷۰	۱۰	۲۰	۲۹	۱۷/۶	۰/۵۷۷	۶/۶	۱/۲۵
	۱۷	۵۹/۲	۲۶/۳	۱۴/۳	۴۱/۲	۱۷/۴۲	۰/۰۵۶	۳/۵۳	۱/۰۰۶

جدول۶- نتایج تجزیه واریانس یکطرفه بر اساس ویژگی‌های فیزیکی خاک و آبدهی در سازندهای مختلف

متغییر	p-value	F	نوع سازند	میانگین
درصد یکنواختی	۰/۰۰۱*	۱۳/۱۰	پادگانه‌های آبرفتی کم ارتفاع و جوان(Q_2)	۳/۳۳
			پادگانه‌های آبرفتی بلند و قدیمی(Q_1)	۱۰/۴۲
			سنگ‌های آذر آواری،توف و آهک ماسه‌ای(E_2)	۵/۷۳
درصد رطوبت اشباع	۰/۰۲۰*	۵/۲۲۱	پادگانه‌های آبرفتی کم ارتفاع و جوان(Q_2)	۴۵/۶
			پادگانه‌های آبرفتی بلند و قدیمی(Q_1)	۳۶/۵
			سنگ‌های آذر آواری،توف و آهک ماسه‌ای(E_2)	۳۵/۵
درصد رس	کمتر از۰/۰۰۱*	۲۰/۶۲	پادگانه‌های آبرفتی کم ارتفاع و جوان(Q_2)	۳۴/۲
			پادگانه‌های آبرفتی بلند و قدیمی(Q_1)	۲۳/۹
			سنگ‌های آذر آواری،توف و آهک ماسه‌ای(E_2)	۱۹/۵
درصد سیلت	۰/۰۱۵*	۵/۷۲	پادگانه‌های آبرفتی کم ارتفاع و جوان(Q_2)	۳۵/۹۶
			پادگانه‌های آبرفتی بلند و قدیمی(Q_1)	۲۷/۲۷
			سنگ‌های آذر آواری،توف و آهک ماسه‌ای(E_2)	۱۸/۱۷
درصد شن	کمتر از۰/۰۰۱*	۱۴/۴۷	پادگانه‌های آبرفتی کم ارتفاع و جوان(Q_2)	۲۹/۷
			پادگانه‌های آبرفتی بلند و قدیمی(Q_1)	۴۸/۸
			سنگ‌های آذر آواری،توف و آهک ماسه‌ای(E_2)	۶۲/۲
میزان آبدهی (لیتر بر ثانیه)	۰/۰۰۳*	۸/۷۹	پادگانه‌های آبرفتی کم ارتفاع و جوان(Q_2)	۱۱/۳۹
			پادگانه‌های آبرفتی بلند و قدیمی(Q_1)	۳/۰۲
			سنگ‌های آذر آواری،توف و آهک ماسه‌ای(E_2)	۴/۴۳

* در سطح ۹۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد

نوع بافت خاک در سازندهای آذرآوری از جنس لوم و رسی-شنی می‌باشد به این معنا که بیش از ۵۰ درصد از خاک از شن تشکیل شده است. با توجه به جدول۷ میانگین آبدهی با میزان ذرات سیلت موجود در خاک دارای رابطه مثبت در سطح ۹۵ درصد می‌باشد. به عبارت دیگر می‌توان گفت وضعیت دبی در چاه‌های محفوره در این سازند تا حد زیادی به ذرات ریزدانه وابسته است زیرا در مناطقی که درصد سیلت موجود در خاک بیشتر بوده میزان آبدهی نیز بالاتر است. یکی از دلایل این موضوع اثرگذاری سیلت بر روی تخلخل مفید و رطوبت اشباع خاک می‌باشد. نوع بافت خاک در سازندهای آبرفتی قدیمی(Q_1) به صورت شن و لوم بوده و این موضوع نشان دهنده گسترش ۹۰ درصدی بافت شن در این محدوده می‌باشد. از این رو با توجه به جدول۷ مشخص گردید که ضریب همبستگی شن رابطه منفی با آبدهی چاه‌ها داشته و با افزایش شن میزان آبدهی چاه‌ها کاهش می‌یابد زیرا با افزایش اندازه ذرات خاک میزان نگهداشت آب در خاک نیز کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش ذرات ریزدانه خاک همچون سیلت میزان آبگذری در لایه‌های خاک کم‌تر شده و میزان آبگیری در لایه های آبدار افزایش یافته است. با توجه به این که حوضه آبریز تهران-کرج بسیار وسیع بوده و تنها بخش کوچکی از آن در مرز سیاسی شهرستان ملارد واقع است. همین امر موجب شده تا عوامل گوناگونی بر کمیت منابع آب زیرزمینی این منطقه اثرگذار باشد و نتایج همبستگی بدست آمده از مقایسه ارتباط ویژگی های خاک با آبدهی چاه‌های موجود در سازند آبرفتی جوان عدد معناداری را نشان ندهد.

جدول ۷- نتایج همبستگی بین ویژگی های فیزیکی خاک و آبدهی در سازندهای مختلف

پارامترهای فیزیکی خاک		دبی آب زیرزمینی		
		پادگانه‌هایآبرفتی جوان(Q_2)	پادگانه آبرفتی قدیمی(Q_1)	آذرآواری، توف و آهک ماسه‌ای (E_2)
ضریب شن	ضریب همبستگی	-۰/۲۳۴	٭-۰/۹۴۴	-۰/۷۶۳
	معنی‌داری	۰/۵۱۵	٭۰/۰۵۶	۰/۴۴۷
ضریب سیلت	ضریب همبستگی	۰/۱۸۹	٭۰/۹۷۰	٭۰/۹۹۶
	معنی‌داری	۰/۶۰۱	٭۰/۰۳۰	٭۰/۰۵۸
ضریب رس	ضریب همبستگی	۰/۱۴۸	۰/۶۱۶	-۰/۵۶۲
	معنی‌داری	۰/۶۸۴	۰/۳۸۴	۰/۶۲۰
رطوبت اشباع	ضریب همبستگی	۰/۱۰۱	۰/۵۸۷	۰/۹۹۳
	معنی‌داری	۰/۷۸۱	۰/۴۱۳	۰/۰۷۷
تخلخل مفید	ضریب همبستگی	-۰/۰۴۳	-۰/۴۶۴	۰/۹۹۳
	معنی‌داری	۰/۹۰۶	۰/۵۳۶	۰/۰۷۷
ضریب نفوذ پذیری	ضریب همبستگی	-۰/۰۷۴	-۰/۲۵۹	-۰/۹۰۹
	معنی‌داری	۰/۸۳۵	۰/۷۴۱	۰/۲۷۴
ضریب یکنواختی	ضریب همبستگی	۰/۰۱۶	-۰/۰۶۵	-۰/۷۹۸
	معنی‌داری	۰/۹۶۵	۰/۹۳۵	۰/۴۱۲
ضریب انحنا	ضریب همبستگی	۰/۴۰۱	-۰/۷۸۹	-۰/۴۵۱
	معنی‌داری	۰/۲۵۰	۰/۲۱۱	۰/۷۰۲

٭ در سطح ۹۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد

۴.بحث و نتیجه‌گیری

از نظر زمین شناسی اکثر چاه‌های موجود در شرق شهرستان ملارد بر روی پادگانه‌های آبرفتی کم ارتفاع و جوان قرار دارند که با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی خاک، حدود ۴ درصد از ترکیبات شیمیایی خاک این مناطق از کربنات‌کلسیم تشکیل شده است. حاکمیت رسوبات تبخیری نظیر آهک در سازندهای آبرفتی کم ارتفاع و جوان سبب همبستگی مثبت و قوی کربنات-کلسیم خاک با برخی پارامترهای موثر بر سختی آب نظیر منیزیم، سدیم و پتاسیم، سولفات، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول، فلوئور و کلر شده است. در حقیقت با افزایش میزان سختی کل خاک میزان هدایت الکتریکی و جامدات محلول آب افزایش می‌یابد زیرا یون های که موجب افزایش سختی دائم(سولفات ها، کلریدها،نیترات های کلسیم و منیزیم) و سختی کل(مانندکلسیم، منیزیم) درخاک می شوند میزان املاح موجود در آب را نیز افزایش می دهند و در نتیجه موجب افزایش هدایت الکتریکی آب می گردند. همچنین به دلیل رابطه مستقیم هدایت الکتریکی با جامدات محلول آب می توان گفت که افزایش هدایت الکتریکی سبب افزایش جامدات محلول در آب نیز می‌گردد. ریزدانه بودن و لومی-رس بودن بافت خاک نیز در پادگانه‌های آبرفتی کم ارتفاع و جوان سبب تاثیرگذاری بر برخی پارامترهای کیفی آب زیرزمینی شده است.

Sadaqat (۲۰۱۵) در کتاب خود معتقد است که رس ها و سیلت‌های دانه ریز خاک می‌توانند کاتیون-ها را جذب نموده و این کاتیون‌ها ممکن است بر اساس خاصیت تبادل یونی به وسیله کاتیون‌های دیگر موجود در آب جانشین شوند که یون هایی نظیر سدیم، کلسیم و منیزم مهم ترین کاتیون‌ها از این نظر هستند. به طور کلی می توان گفت وجود رسوبات تبخیری در پادگانه های آبرفتی کم ارتفاع و جوان تا حدودی بر سختی آب زیرزمینی موثر بوده که این میزان به علت شرایط محیطی منطقه نظیر ضخامت زیاد رسوبات آبرفتی، خودپالایی مناسب زمین، بافت مناسب خاک و همچنین آبگیری و آبدهی بالای خاک، پایین تر از حد مجاز استاندارد آب می باشد. چاه‌های سه گانه گمرگان بعلاوه چاه چاقو بر روی سازندهای آذرآواری، توف و آهک ماسه‌ای دوران ائوسن حفر شده است که نتایج حاصل از آزمون همبستگی داده‌ها نشان داد میزان هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول و نمک محلول در خاک این مناطق با نیترات آب زیرزمینی دارای همبستگی مثبت و قوی می‌باشد زیرا وضعیت کاربری اراضی در این منطقه عمدتا به صورت مراتع با پوشش گیاهی ضعیف بوده و میزان آبدهی در آن بسیار پایین است و عمده فعالیت روستاها به صورت کشاورزی محدود و پرورش دام و طیور می باشد که غلظت پارامترهای آنتروپوژنیک آب نظیر نیترات را افزایش داده است. درحقیقت هدایت الکتریکی خاک بیانگر املاح موجود در خاک نظیر نیترات می باشد که همین امر سبب شده با افزایش هدایت الکتریکی خاک میزان نیترات آب نیز افزایش پیدا کند. با توجه به اینکه پارامتر هدایت الکتریکی یکی از عامل های موثر در افزایش و کاهش میزان TDS می باشد می توان گفت این پارامتر نیز بر میزان نیترات آب موثر است. در روستا های چاقو و گمرگان (واقع در سازندهای آذراواری، توف و آهک ماسه ای) بخصوص در روستای گمرگان مصرف کودهای مورد نیاز برای کشاورزی موجب افزایش نیترات و به طبع شوری خاک شده است زیرا کودهای مصرفی برای کشاورزی

قابلیت تجزیه از طرف مواد ارکانیک موجود در خاک و تبدیل آن به شکل قابل جذب در گیاه را ندارند و در خاک انباشته شده و به مرور زمان باعث شوری خاک می گردند. چهار چاه دهستان گوی بلاغ در غربی ترین بخش شهرستان ملارد بر روی سازندهای آبرفتی بلند و قدیمی قرار گرفته اند. در پادگانه های بلند و قدیمی پارامترهای هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول خاک با سختی کل، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول، نیترات، منیزیم، فلوئور و بیکربنات آب زیرزمینی دارای همبستگی مثبت و معنادار می‌باشد زیرا شوری خاک در اثر تجمع املاح موجود در خاک ایجاد می‌گردد و این املاح موجب تاثیرگذاری بر هدایت الکتریکی و جامدات محلول آب می شود. Ebadati و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی مشابه به بررسی تغییرات EC در منابع آبی زیرزمینی شهرستان ملارد پرداخته اند و به این نتیجه رسیدند که ویژگی‌های زمین شناسی و شوری خاک مهم ترین عامل موثر بر افزایش هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در بخش مرکزی شهرستان ملارد می‌باشد. در منطقه گوی بلاغ شهرستان ملارد به دلیل وجود سازندهای آبرفتی متعلق به دوران کواترنری و قبل از آن وجود سیلت و رس عامل اصلی و غنی از لحاظ جذب کلسیم کربنات محسوب شود که همین امر موجب شده تا میزان سختی خاک (کلسیم‌کربنات) دارای همبستگی قوی و مثبت با کلسیم‌کربنات آب زیرزمینی منطقه گوی بلاغ باشد. همچنیندر ارتفاعات شمالی منطقه گوی بلاغ(سازند آبرفتی بلند و قدیمی) مناطقی با سازند آندزیتی و داسیتی رخ نمون دارد که این سازند ها تا حدودی موجب افزایش سدیم سولفات موجود در منطقه شده است همین امر موجب گردیده تا میزان سدیم موجود در خاک با سولفات آب های زیرزمینی همبستگی مثبت برقرار کند با بررسی و مقایسه تاثیر ویژگی-های فیزیکی خاک بر کمیت آب زیرزمینی در ۳ سازند زمین شناسی چاه‌های محفوره در شهرستان ملارد مشخص گردید که بیشترین میزان آبدهی به صورت معنادار مربوط به چاه‌های محفوره بر روی پادگانه‌های آبرفتی کم ارتفاع و جوان می‌باشد. به طور کلی درصد رس و سیلت در پادگانه های آبرفتی بلند و جوان بالاتر از دیگر سازندهای زمین شناسی می‌باشد اما درصد شن موجود در خاک این سازند نسبت به شن موجود در دیگر سازندها پایین تر بوده که سبب افزایش میزان آبگیری و آبدهی ویژه خاک شده و افزایش دبی آب چاه‌ها را به همراه داشته است. Ahmadi و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی دریافتند که با افزایش میزان شن و کاهش رس در سطوح مختلف ژئومورفیک میزان دبی آب زیرزمینی با همبستگی مثبت و قوی افزایش می‌یابد. با بررسی میزان همبستگی میان دبی چاه‌های آب شرب با ویژگی‌های فیزیکی خاک به تفکیک هر یک از سازندهای زمین شناسی چاه های محفوره در شهرستان ملارد نتایج زیر حاصل گردید:۱-نوع بافت خاک در مناطقی که دارای سازند آذرآواری، توف و آهک ماسه‌ای است به صورت لوم و رسی- شنی بوده و به معنای آن است که ۵۰ درصد از خاک منطقه را ذرات شن تشکیل داده است. از این رو نتایج همبستگی داده‌ها نشان داد که میزان آبدهی چاه‌های این منطقه با میزان سیلت موجود در خاک دارای رابطه مثبت و قوی می‌باشد. همچنین میزان رطوبت اشباع و تخلخل مفید در این سازند نیز نزدیک به سطح معنادار است ۲- نوع بافت خاک در سازندهای آبرفتی بلند و قدیمی به صورت شن و لوم بوده که

این امر بیانگر گسترش ۹۰ درصدی بافت شن در این منطقه می‌باشد. نتایج نشان داد که با افزایش میزان سیلت خاک میزان دبی آب زیرزمینی نیز افزایش می‌یابد زیرا ریزدانگی خاک سبب افزایش آبگیری و کاهش آبگذری آب نفوذ کرده به داخل خاک می‌شود.

۳-در چاه‌های محفوره بر روی پادگانه‌های آبرفتی کم ارتفاع و جوان ارتباط معناداری میان همبستگی پارامترهای خاک و آبدهی وجود ندارد زیرا به علت وسعت آبخوانه تهران-کرج عوامل متعددی می‌تواند بر آبدهی چاه‌های این منطقه موثر باشد.

References

Ahmadi, M., Morovati, A., Nojavan, M., Gasemi, A.,2016. Investigating the relationship between soil texture and vegetation cover and depth of groundwater table in different geomorphic levels of Chah-AFzal desert region in Yazd province, Third National Conference on Agriculture and Natural Resources

Abboud, I.A., 2018. Geochemistry and quality of groundwater of the Yarmouk basin aquifer, north Jordan. Environmental geochemistry and health, pp.1-31.

Biswas, A.K, (1994), "International waters of middle east from Euphrates – Tigris to Nile", Publisher Oxford University Press, 221pages.

Blanco, I.R., Naja, G.M., Rivero, R., Price, R., (2013). "Spatial and temporal changes in groundwater salinity in South Florida". Journal of Applied Geochemistry, Volume 38, pages 48–58

Diersing, N., (2009). "Water Quality: Frequently Asked Questions". Florida Keys National Marine Sanctuary, Key West.

Ebadati, N., Sepavandi, S., 2015. Role of Geological Structures and Lithology in the Quantitative and Qualitative Changes of Eshtehard Aquifers. Iranian journal of Ecohydrology,No 2, pp117-128

Sadaqat, M., (2012). Land and water resources(Groundwater), in Persian.

Ekrami, M., Sharifi, Z.A., Ekhtesasi, M.R., 2012. Investigating the Groundwater Quality and Quantity Variations Trend Case Study: Yazd-Ardakan Plain. The Journal of Toloo-e- behdasht, No. 10, 82-91.

Eslami. H,. Almodaresi, S.A,. Khsravi, R., Fallahzadeh, R.A,. Peirovi, R., Taghavi, M., 2018. Assessment of Groundwater Quality in Yazd-Ardakan Plain for. Journal of Health, No.5, 575-586.

Ghasemi, F (2016). Environmental geology zoning in City of Mallard and Eshtehard in GIS system, Relying on the quantitative and qualitative status of drinking water sources in villages, master thesis, Faculty of Basic Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University (in Persian).

Kokkat, A., Jegathambal, P.J, James, E.J, (2016). "Spatial and Temporal Variation in Groundwater Quality and Impact of Sea Water in the Cauvery Delta, South India". International Journal of Earth Sciences and Engineering, Volume9, No 3, Pages 383-392.

Kumari, B., Mukherjee, S., Singh, N., (2015). "Groundwater Quality Assessment in hard rock terrain of part of Ranchi district, Jharkhand, India: An integrated approach". International Journal of Environmental Scieces, Volume 5, No 3, pages 754-764.

Shahini, Z., Nourinezhad, S., Nukli, M.,2014. Investigation of groundwater of Mehran plain for use in irrigated agricultural land. First National Conference on Engineering, Agricultural Management, Environment and Sustainable Natural Resources, Hegmataneh Environmental Assessment Center.

Song, B., Zeng, G., Gong, J., Liang, J., Xu, P., Liu, Z., Zhang, Y., Zhang, C., Cheng, M., Liu, Y. and

Ye, S., 2017. Evaluation methods for assessing effectiveness of in situ remediation of soil and sediment contaminated with organic pollutants and heavy metals. Environment international, 105, pp.43-55.

Talea Zari. F,. 2016. Investigation of sedimentation model of quaternary leakage in order to identify and introduce the quantitative and qualitative opportunities and threats of drinking water supply in the city of Malard. master thesis, Islamic Azad University (in Persian).

Tehran Water and Waste Water company (2015). Report on water supply project to the southwest villages of Tehran province (Mallard and Qods cities), first phase studies, Volume II (in Persian).

Vink, J.P., van Zomeren, A., Dijkstra, J.J. and Comans, R.N., 2017. When soils become sediments: Large-scale storage of soils in sandpits and lakes and the impact of reduction kinetics on heavy metals and arsenic release to groundwater. Environmental pollution, 227, pp.146-156.

Zahmatcache.H.,2010. Investigating the role of faults on the aquifer aquifer of Akhtarabad plain, master thesis, Islamic Azad University (in Persian).