

## بررسی اثرات کودهای شیمیایی بر منابع آب زیرزمینی روستاهای شهرستان شمیرانات

امیر حسام حسنی<sup>۱</sup>

مهفام اسکندری<sup>۲\*</sup>

[mahfam.eskandari@gmail.com](mailto:mahfam.eskandari@gmail.com)

مجتبی صیادی<sup>۳</sup>

### چکیده

صد برابر شدن کاربرد کودهای شیمیایی در ایران در ۴۰ سال اخیر، آثار و عوارض بد آن را به تدریج با آلودگی خاک و آب پدیدار می‌کند. با توجه به تامین بخش زیادی از آب شرب روستاهای شهرستان شمیرانات از منابع آب زیرزمینی و به دلیل وجود زمین‌های کشاورزی و باغات فراوان و مصرف کود شیمیایی در این منطقه، پایش کیفیت آب‌های زیرزمینی آن ضروری می‌باشد. لذا این تحقیق در سال ۱۳۸۹ با هدف بررسی اثرات کودهای شیمیایی بر منابع آب زیرزمینی روستاهای شهرستان شمیرانات انجام گرفت. پژوهش فوق یک مطالعه توصیفی از نوع مقطعی تحلیلی می‌باشد که برای انجام آن از آب ۵ حلقه چاه در ۵ روستا به‌طور فصلی نمونه‌برداری صورت گرفت و پارامترهای نیترات، فسفات و پتاسیم آب چاه‌های فوق، اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان می‌دهد غلظت‌های نیترات، فسفات و پتاسیم آب چاه‌های مورد مطالعه به ترتیب در محدوده ۲۵ - ۵ میلی‌گرم بر لیتر، ۰/۲۴ - ۰ میلی‌گرم بر لیتر و ۲۰ - ۲ میلی‌گرم بر لیتر قرار داشته‌اند.

پایین‌تر بودن مقادیر اندازه‌گیری شده از میزان تعیین شده در استاندارد ملی آب آشامیدنی ایران و عدم وجود همبستگی آماری بین مقادیر نیترات، فسفات و پتاسیم با میزان مصرف کود، نشان دهنده استفاده بهینه از کودهای شیمیایی و سلامت آب‌های زیرزمینی در محدوده مطالعاتی می‌باشد. اما به دلیل وجود فسفات در آب چاه هنزک، پایش مداوم آب این چاه توصیه می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** کودهای شیمیایی، آب‌های زیرزمینی، پایش، شهرستان شمیرانات.

---

۱- دانشیار دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.  
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته علوم محیط زیست گرایش آلودگی‌های محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران \*(مسوول مکاتبات).  
۳- رئیس گروه تحقیقات شرکت آب و فاضلاب روستایی (آبفار) استان تهران.

## زمینه و هدف

رشد سریع جمعیت، نیاز به تولیدات کشاورزی و مواد غذایی را افزایش داده و زمینه توسعه فعالیت‌های کشاورزی را فراهم کرده است. این افزایش تولید دارای نتایج زیست محیطی فراوان از جمله آبیاری بیش‌تر و افزایش بی‌رویه مصرف کودها و آفت‌کش‌ها بوده است. از قرن ۱۹ میلادی استفاده از کودهای شیمیایی آغاز شده است. کودهای شیمیایی در واقع عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان می‌باشند که به‌صورت مصنوعی تولید و باعث بهبود عملکرد زراعی می‌شوند. اما از طرفی مصرف بیش از اندازه کود، باعث شستشو و جابه‌جایی ترکیبات آن به لایه‌های مختلف خاک و آب‌های زیرزمینی و سطحی شده و باعث آلودگی‌های خاک، آب‌های سطحی و زیرزمینی، افزایش خوراک تالاب‌ها، تولید گازهای گلخانه‌ای، گرم شدن زمین، از بین رفتن لایه ازن و اسیدی شدن باران شده و با تجمع در بافت‌های گیاهی، جانوری و انسانی موجب افزایش مخاطرات بهداشتی و زیان‌های اقتصادی می‌شود (۱ و ۲).

میزان مصرف کلی انواع کودها در کشور حدود ۳/۵ تا ۴ میلیون تن می‌باشد و طبق برآورد، این میزان در سال ۱۳۹۰ به حدود ۵،۴ میلیون تن خواهد رسید (۳). از این میزان کود مصرفی، بیش از ۵۰٪ آن غیر متعادل و مطابق با نیاز گیاهان نبوده است و اغلب در مصرف کودهای ازته و فسفات‌ها زیاده‌روی می‌شود (۴).

با توجه به تامین نیاز آبی بسیاری از شهرها و بخش کشاورزی از منابع آب زیرزمینی و هم‌چنین استفاده ناکارآمد و مازاد بر نیاز گیاه از کودهای شیمیایی، پایش منابع آب زیرزمینی و بررسی عوامل آلاینده آن، بسیار مهم می‌باشد (۵). در تحقیقی در سال ۱۳۶۷ وضعیت آلودگی آب‌های زیرزمینی شهر بابل به یون نیترات را در اثر کاربرد کودهای ازته بررسی کردند. در این تحقیق مشخص گردید که بین مصرف کود شیمیایی و بالا رفتن غلظت یون نیترات آب‌های زیرزمینی همبستگی وجود دارد (۶).

در تحقیق دیگری، اثرات آلاینده‌ی مصرف کودهای شیمیایی بر منابع خاک و آب در حوضه آبریز سد درودزن، مرودشت،

استان فارس در سال ۱۳۸۴ بررسی شد. نتایج نشان داد که در چاه‌های مختلف، میزان نیترات از  $0 \text{ mg/L}$  تا  $15/9$  متغیر بوده و چاه‌ها در محدوده کمی آلوده قرار گرفتند. میزان سفر نیز از  $0/02 \text{ mg/L}$  تا  $2/8$  متغیر بوده که این میزان از استاندارد سازمان محیط‌زیست در رابطه با یوتریفیکاسیون بالاتر بوده است (۷).

در سال ۱۳۸۹ نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که میزان کلسیم، منیزیم و سختی آب بالا بوده است. در قسمت‌های شمالی دشت که تحت کاربری کشاورزی می‌باشد، نشت کودهای نیتروژن بیش‌ترین نقش را در افزایش نیترات آب داشته است (۸).

شهرستان شمیرانات یکی از ۱۰ شهرستان استان تهران می‌باشد که با مساحت حدود ۱۱۱۱ کیلومتر، ۵/۹ درصد از سطح استان را دربرگرفته است. بر طبق آمار سال ۱۳۸۵، جمعیت کل شهرستان ۳۰۳۹۸ نفر و جمعیت روستایی آن ۱۵۸۱۳ نفر می‌باشد. در سطح منطقه شمیرانات، ۱۶۶۵۰ هکتار اراضی مستعد برای زراعت و باغداری وجود دارد و ۱۵/۷ درصد از جمعیت شاغل، به فعالیت‌های کشاورزی مشغول‌اند. منابع تامین آب بخش روستایی شهرستان، چاه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌ها می‌باشند (۹).

با توجه به وجود مزارع و باغ‌های فراوان در شهرستان شمیرانات و تامین آب شرب مناطق روستایی از منابع آب زیرزمینی و لزوم پایش کیفی آب‌های زیرزمینی منطقه و هم‌چنین نگرانی مسوولین شرکت آب و فاضلاب روستایی نسبت به کیفیت و تاثیر مصرف کودهای شیمیایی بر این آب‌ها، این پژوهش با اهداف، بررسی اثرات کودهای شیمیایی و ترکیبات حاصل از آن‌ها (غلظت‌های نیترات، فسفات و پتاسیم) بر منابع آب زیرزمینی منطقه و تعیین نقش انتشار عمود در نفوذ کودهای شیمیایی به منابع آب زیرزمینی، انجام گرفت.

## روش بررسی

دسترس نبود، مجموعاً ۵ حلقه چاه در ۵ روستا (روستاهای انباج، بوجان، کندعلیا و سفلی و هنزک) انتخاب شدند. جدول شماره ۱ مشخصات چاه‌های نمونه‌برداری را نشان می‌دهد (۱۰).

با شناسایی و انتخاب چاه‌های آب شرب روستاهایی که در داخل اراضی زراعی و یا پایین دست آن‌ها قرار دارند و هم-چنین چاه‌هایی که اطلاعات کافی از کیفیت آب شرب آن‌ها در

جدول ۱- مشخصات چاه‌های نمونه‌برداری (۶)

ردیف	نام چاه	طول و عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	عمق (متر)	میزان آبدهی (لیتر بر ثانیه)
۱	انباج	X ۵۶۱۰۰۹ Y ۳۹۶۷۵۲۰	۱۹۷۹	۱۸	۴
۲	هنزک	X ۵۶۱۳۱۶ Y ۳۹۶۶۵۱۵	۱۸۹۶	۳۰	۲
۳	کندسفلی	X ۵۵۸۱۹۶ Y ۳۹۶۹۱۵۲	۱۹۵۰	۱۸	۲
۴	بوجان	X ۵۵۶۳۶۸ Y ۳۹۶۹۷۷۰	۲۰۱۹	۴۵	۳
۵	کندعلیا	X ۵۵۹۲۰۷ Y ۳۹۶۹۹۰۲	۲۰۹۱	۱۵	۲

فاضلاب روستایی استان تهران واقع در شهرستان شهریار منتقل شدند. طی یک نمونه‌برداری، با استفاده از دستگاه GPS (مدل Garmin GPSMAP 78S دارای ارتفاع سنج، مساحت سنج، قطب‌نما و مسیریاب اتوماتیک) متعلق به شرکت آب و فاضلاب روستایی شهرستان شمیرانات، مختصات جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا محل چاه و محل قرارگیری اراضی و باغ-های به‌دست آمد. آنالیز شیمیایی و فیزیکی نمونه‌های آب، بر مبنای دستورالعمل کتاب استاندارد متد سال ۲۰۰۵ انجام گرفته است. جدول شماره ۲ روش‌های اندازه‌گیری پارامترها و مشخصات دستگاه‌های آزمایشگاهی را نشان می‌دهد.

نمونه برداری به‌صورت فصلی و از بهار تا زمستان سال ۸۹ انجام گرفت. با توجه به این‌که چاه‌های محفوره روستاهای بوجان و کند علیا در سال ۸۸ در مرحله حفاری بوده‌اند، بنابراین قبل از سال ۸۹ هیچ سابقه‌ای از کیفیت منابع آب ۲ چاه وجود نداشته و نمونه‌برداری و تعیین کیفیت آب این چاه‌ها از تابستان ۸۹ آغاز شد. نقشه شماره ۱ موقعیت چاه‌های نمونه-برداری را نشان می‌دهد (۱۰).

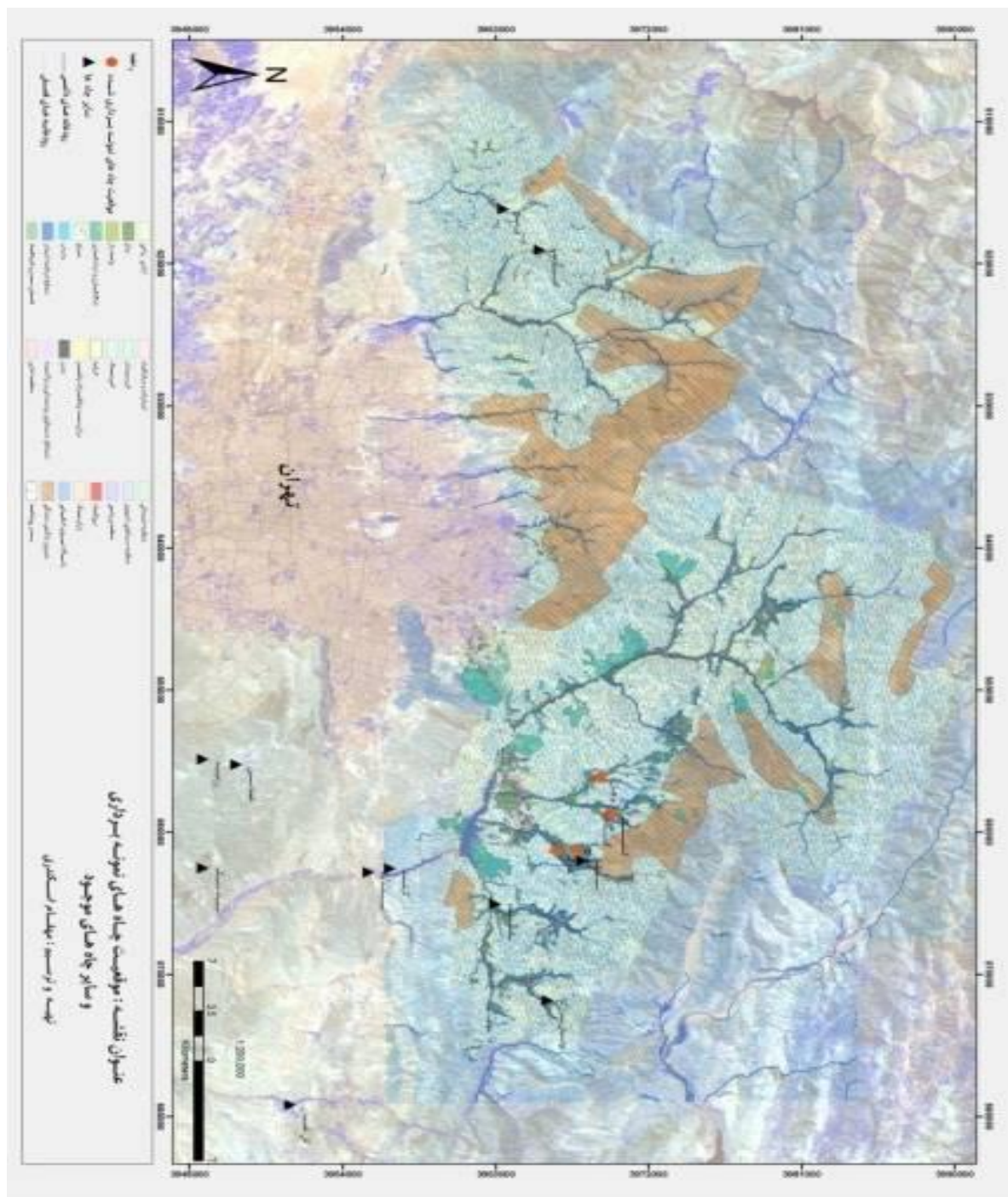
نمونه برداری به‌صورت دستی و با استفاده از ظروف پلی اتیلن به حجم ۱/۵ لیتر انجام شد. ابتدا ظروف با آب درجنت و سپس آب مقطر و بعد از آن با آب چاه شستشو داده شدند. پس از لبریز شدن ظرف نمونه‌برداری، درپوش ظرف بسته و اطلاعاتی از قبیل نام منطقه و تاریخ نمونه‌برداری بر روی آن نوشته شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه مرکزی شرکت آب و

جدول ۲- روش اندازه‌گیری، کد روش و دستگاه مورد استفاده برای پارامترهای مورد نظر

نام پارامتر	روش اندازه گیری	کد روش	دستگاه مورد استفاده
کدورت	Nephelometric	۲۱۳۰	دستگاه کدورت سنج HACH/TURBI 2100P ساخت آلمان
PH	Wide range PH meter	۲۳۱۰	دستگاه PH meter 3510
هدایت الکتریکی	Conductivity meter	۲۵۱۰	دستگاه HACH/Sension5/Electrical Conductivity
کل املاح محلول	Total Dissolved Solid Dried at 180°C	۲۵۴۰	-
سختی کل	EDTA Titration	۲۳۴۰	-
قلیائیت کل	Titration Method	۲۳۲۰	-
کلرور	Mercuric Nitrate Method	۴۵۰۰-Cl <sup>-</sup>	-
سولفات	Turbidimetric Method	۴۵۰۰-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Spectrophotometer/ Jenway/۶۳۰۵/UV.Vis
کربنات بیکربنات	Calculation		-
نیتрат	Spectrophotometry	۴۵۰۰-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Spectrophotometer/ Jenway/۶۳۰۵/UV.Vis

با توجه به این که این پژوهش توصیفی و از نوع مقطعی تحلیلی می‌باشد لذا با در نظر گرفتن مجموعه اطلاعات میدانی جمع‌آوری شده، نقشه‌های پایه، مصاحبه با کارشناسان، نتایج آنالیزهای آزمایشگاهی و مقایسه آن‌ها با استاندارد ملی آب

شرب ایران و همچنین تلفیق مجموعه اطلاعات و استفاده از برنامه اکسل و SPSS 16.0، تجزیه و تحلیل نتایج صورت گرفت.



نقشه شماره ۱- پراکنش چاه‌های نمونه‌برداری (۱۰)

#### یافته‌ها

آنالیز کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب چاه‌های نمونه‌برداری، آورده شده است.

در جداول شماره ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ نتایج به‌دست آمده از

جدول ۳- مقادیر اندازه‌گیری شده پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب چاه روستای انباج

پارامتر	واحد	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	استاندارد ملی آب شرب ایران	
						حداکثر مجاز	حداکثر مطلوب
کدورت	NTU	۱	۱/۵	۱	۱	۵	$\leq 1$
PH		۸/۰۴	۷/۷۲	۷/۸	۸	۶/۵ - ۹	۶/۵ - ۸/۵
هدایت الکتریکی	Moh	۷۸۲	۷۲۷	۷۵۰	۸۰۰	۲۰۰۰	
TDS	mg/L	۴۷۲	۴۷۳	۴۵۰	۴۸۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰
سختی کل	mg/L as $\text{CaCO}_3$	۳۶۴	۳۶۵	۳۴۲	۳۶۷	۵۰۰	۲۰۰
سختی دائم	mg/L as $\text{CaCO}_3$	۵۴	۵۳	۵۲	۷۷	-	
قلیابیت کل	mg/L as $\text{CaCO}_3$	۳۰۰	۳۱۲	۲۹۰	۲۹۰	-	
کلرور	mg/L	۱۶	۱۸	۱۸	۲۰	۴۰۰	۲۵۰
سولفات	mg/L	۴۶	۳۷	۶۵	۷۰	۴۰۰	۲۵۰
کربنات	mg/L	۰	۰	۰	۰	-	
بی‌کربنات	mg/L	۳۶۶	۳۸۱	۳۵۴	۳۵۴	-	
نیتрат	mg/L	۱۴	۱۳	۱۵	۱۳	۵۰	
نیتريت	mg/L	۰/۱۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۳	
فسفات	mg/L	۰	۰	۰	۰	۲	
کلسیم	mg/L	۷۸	۷۶	۷۵	۶۱		۳۰۰
منیزیم	mg/L	۴۱	۴۳	۳۸	۵۲		۳۰
سدیم	mg/L	۱۳	۲۲	۱۳	۱۹	۲۰۰	۲۰۰
پتاسیم	mg/L	۳	۳/۴	۲/۸	۲/۹	-	

میزان فسفات در تمام فصول صفر بوده است. همچنین میزان پتاسیم در فصل تابستان بیش‌تر از سایر فصول بوده است.

با توجه به نتایج آنالیز آب چاه انباج که در جدول بالا ارائه شده است، میزان نیترات و نیتريت در تمام فصول پایین‌تر از میزان استاندارد می‌باشد. غلظت نیترات در فصول پرآب یعنی بهار و پاییز بیش‌تر از سایر مواقع بوده است.

جدول ۴- مقادیر اندازه‌گیری شده پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب چاه روستای بوجان

پارامتر	واحد	تابستان	پاییز	زمستان	استاندارد ملی آب شرب ایران	
					حداکثر مجاز	حداکثر مطلوب
کدورت	NTU	۳/۵	۲	۱	۵	≤ ۱
PH		۱۰/۶۸	۱۰/۳۳	۷/۶	۶/۵ - ۹	۶/۵ - ۸/۵
هدایت الکتریکی	Moh	۴۵۶	۴۵۸	۷۱۰	۲۰۰۰	
TDS	mg/L	۲۹۶	۲۵۲	۴۲۶	۱۵۰۰	۱۰۰۰
سختی کل	mg/L as CaCO <sub>3</sub>	۵۷	۵۷	۲۸۸	۵۰۰	۲۰۰
سختی دائم	mg/L as CaCO <sub>3</sub>	۰	۰	۶۴	-	
قلیابیت کل	mg/L as CaCO <sub>3</sub>	۱۲۰	۱۵۰	۲۲۴	-	
کلرور	mg/L	۲۰	۱۵	۱۸	۴۰۰	۲۵۰
سولفات	mg/L	۹۰	۶۰	۰	۴۰۰	۲۵۰
کربنات	mg/L	۳۰	۹۰	۹۸	-	
بی کربنات	mg/L	۰	۰	۰	-	
نیترات	mg/L	۱۰	۵	۵	۵۰	
نیتریت	mg/L	۰/۰۳۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۳	
فسفات	mg/L	۰	۰	۰	۲	
کلسیم	mg/L	۲	۱۰	۵۴		۳۰۰
منیزیم	mg/L	۱۳	۸	۳۷		۳۰
سدیم	mg/L	۸۰	۶۴	۲۹	۲۰۰	۲۰۰
پتاسیم	mg/L	۱۰/۵	۲۰	۳/۵	-	

نتایج آنالیز مربوط به آب چاه روستای بوجان نشان می‌دهد که میزان نیتریت و نیترات در تمام فصول پایین‌تر از حد استاندارد و در فصل تابستان بیش‌تر از سایر فصول بوده است. میزان فسفات در تمام نمونه‌ها صفر بوده است. همچنین بیش‌ترین غلظت پتاسیم مربوط به فصل پاییز می‌باشد. سختی

کل و مقدار منیزیم تنها در فصل زمستان بیش‌تر از حد مطلوب بوده‌اند. همچنین میزان کدورت در فصل تابستان بالاتر از حد مطلوب می‌باشد.

جدول ۵- مقادیر اندازه‌گیری شده پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب چاه روستای کند سفلی

پارامتر	واحد	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	استاندارد ملی آب شرب ایران	
						حداکثر مجاز	حداکثر مطلوب
کدورت	NTU	۱	۱	۱	۱	۵	$\leq 1$
PH		۷/۴۳	۷/۶۹	۷/۷۳	۷/۹	۶/۵ - ۹	۶/۵ - ۸/۵
هدایت الکتریکی	Moh	۹۴۴	۱۰۲۰	۱۱۳۰	۱۰۲۰	۲۰۰۰	
TDS	mg/L	۵۱۹	۶۱۲	۶۷۸	۶۱۲	۱۵۰۰	۱۰۰۰
سختی کل	mg/L as $\text{CaCO}_3$	۴۴۸	۴۳۶	۴۶۹	۴۵۲	۵۰۰	۲۰۰
سختی دائم	mg/L as $\text{CaCO}_3$	۱۶۲	۱۴۶	۱۸۵	۱۸۶	-	
قلیابیت کل	mg/L as $\text{CaCO}_3$	۲۸۶	۲۹۰	۲۸۴	۲۶۶	-	
کلور	mg/L	۳۶	۳۶	۴۰	۳۱	۴۰۰	۲۵۰
سولفات	mg/L	۱۲۸	۱۶۰	۲۱۱	۱۸۰	۴۰۰	۲۵۰
کربنات	mg/L	۰	۰	۰	۰	-	
بی کربنات	mg/L	۳۴۹	۳۵۴	۳۴۶	۳۲۴	-	
نیتрат	mg/L	۲۳	۱۹	۲۵	۲۰	۵۰	
نیتريت	mg/L	۰	۰/۰۱	۰	۰	۳	
فسفات	mg/L	۰	۰	۰	۰	۲	
کلسیم	mg/L	۱۲۰	۱۲۴	۱۳۸	۶۲		۳۰۰
منیزیم	mg/L	۳۶	۳۱	۳۱	۷۲		۳۰
سدیم	mg/L	۲۰	۳۴	۴۰	۲۶	۲۰۰	۲۰۰
پتاسیم	mg/L	۳	۳/۲	۲/۹	۲/۷	-	

میزان نیترات و نیتريت پایین‌تر از حد استاندارد می‌-

باشد. در فصول پر آب (بهار و پاییز) میزان نیترات بیش‌تر از

سایر مواقع بوده است.

فسفات در نمونه‌های آب مشاهده نشده است و میزان

پتاسیم نیز در فصل تابستان بیشتر از سایر فصول بوده است.

سختی کل و منیزیم در تمام فصول بالاتر از حد مطلوب بوده‌اند.



جدول ۶- مقادیر اندازه‌گیری شده پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب چاه روستای کند علیا

استاندارد ملی آب شرب ایران		زمستان	پاییز	تابستان	واحد	پارامتر
حداکثر مطلوب	حداکثر مجاز					
≤ ۱	۵	۱	۱	۱/۵	NTU	کدورت
۶/۵-۸/۵	۶/۵-۹	۸/۰۷	۸/۲۷	۷/۷۵		PH
	۲۰۰۰	۷۰۰	۷۴۰	۷۵۰	Moh	هدایت الکتریکی
۱۰۰۰	۱۵۰۰	۴۲۰	۴۴۴	۴۱۳	mg/L	TDS
۲۰۰	۵۰۰	۳۱۳	۳۳۰	۳۵۳	mg/L as caco <sub>3</sub>	سختی کل
	-	۶۹	۵۴	۶۹	mg/L as caco <sub>3</sub>	سختی دابم
	-	۲۴۴	۲۷۶	۲۸۴	mg/L as caco <sub>3</sub>	قلیابیت کل
۲۵۰	۴۰۰	۱۲	۱۳	۱۰	mg/L	کلور
۲۵۰	۴۰۰	۸۱	۷۴	۷۹	mg/L	سولفات
	-	۰	۰	۰	mg/L	کربنات
	-	۲۹۸	۳۳۷	۳۴۶	mg/L	بی کربنات
	۵۰	۶	۵	۵	mg/L	نیترات
	۳	۰	۰	۰/۰۱	mg/L	نیتريت
	۲	۰	۰	۰	mg/L	فسفات
۳۰۰		۴۸	۶۴	۶۸	mg/L	کلسیم
۳۰		۴۷	۴۱	۴۴	mg/L	منیزیم
۲۰۰	۲۰۰	۲۴	۱۸	۲۰	mg/L	سدیم
	-	۲/۳	۲/۱	۲/۴	mg/L	پتاسیم

زمستان بیش‌تر از سایر فصول بوده است. سختی کل و منیزیم در تمام فصول بالاتر از حد مطلوب بوده است. کدورت در فصل تابستان بالاتر از حداکثر مطلوب بوده است.

میزان نیترات و نیتريت از استاندارد پایین‌تر بوده است. مقادیر نیترات در فصول مختلف اختلاف زیادی با هم نداشته‌اند. فسفات در آب وجود نداشته است و میزان پتاسیم در فصل

جدول ۷- مقادیر اندازه‌گیری شده پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب چاه روستای هنزک

استاندارد ملی آب شرب ایران		زمستان	پاییز	تابستان	بهار	واحد	پارامتر
حداکثر مطلوب	حداکثر مجاز						
≤ ۱	۵	۱	۰/۵	۰/۵	۱	NTU	کدورت
۶/۵ - ۸/۵	۶/۵ - ۹	۸/۶	۸/۶۷	۷/۹۳	۸/۸۴۵		PH
	۲۰۰۰	۶۵۰	۷۳۰	۸۱۰	۵۲۰	Moh	هدایت الکتریکی
۱۰۰۰	۱۵۰۰	۳۹۰	۴۰۲	۴۴۶	۲۸۶	mg/L	TDS
۲۰۰	۵۰۰	۲۸۲	۲۶۰	۳۴۹	۲۵۶	mg/L as CaCO <sub>3</sub>	سختی کل
	-	۸۲	۰	۶۵	۱۰۱	mg/L as CaCO <sub>3</sub>	سختی دابم
	-	۲۰۰	۳۱۰	۲۸۴	۱۵۵	mg/L as CaCO <sub>3</sub>	قلیابیت کل
۲۵۰	۴۰۰	۲۷	۱۹	۳۰	۱۶	mg/L	کلرور
۲۵۰	۴۰۰	۷۷	۵۰	۷۰	۵۲	mg/L	سولفات
	-	۲۰	۲۰	۰	۱۰	mg/L	کربنات
	-	۲۲۰	۳۵۴	۳۴۶	۱۹۰	mg/L	بی کربنات
	۵۰	۱۵	۱۲	۲۱	۱۳	mg/L	نیتрат
	۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۱۳	mg/L	نیتريت
	۲	۰	۰/۲۴	۰	۰	mg/L	فسفات
۳۰۰		۵۴	۷۳	۹۴	۶۹	mg/L	کلسیم
۳۰		۳۶	۱۹	۲۷	۲۰	mg/L	منیزیم
۲۰۰	۲۰۰	۱۷	۴۵	۳۲	۱۳	mg/L	سدیم
	-	۲/۵	۲/۱	۲/۳	۲	mg/L	پتاسیم

۲- بیش‌ترین میزان پتاسیم (۲۰ mg/L) مربوط به چاه روستای بوجان می‌باشد.

۳- تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده پایین‌تر از حداکثر مجاز استاندارد بوده‌اند.

#### بحث و نتیجه‌گیری

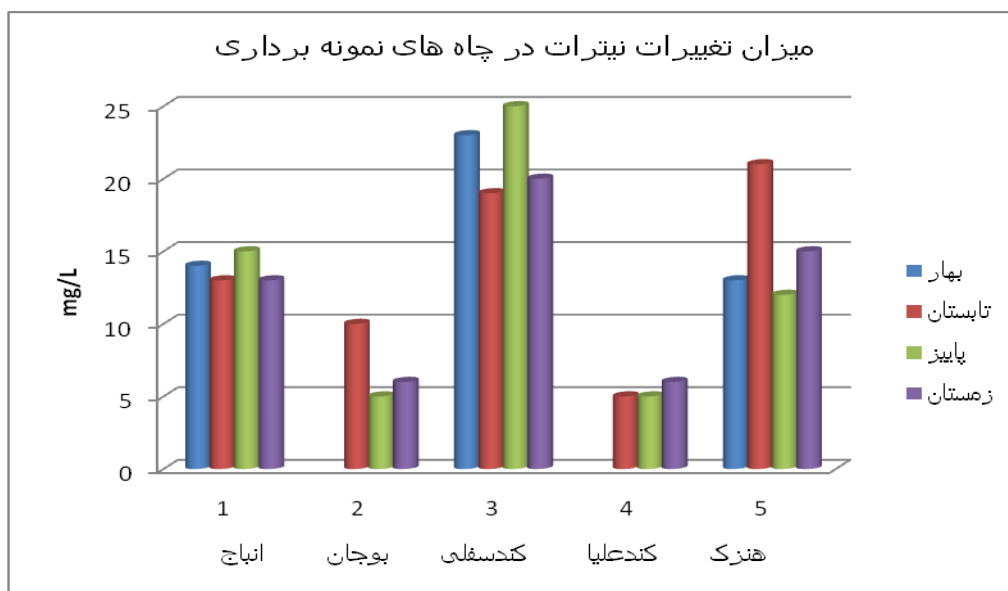
میزان کل کود شیمیایی توزیعی در سال ۱۳۸۹، در محدوده مطالعاتی لواسان کوچک، حدود ۸۰ تن بوده است. انواع کودهای مصرفی عبارتند از: کود اوره به میزان ۲۰ تن، کودهای پتاسی به میزان ۱۵ تن، کودهای فسفات به میزان ۱۵

با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده، نیترات و نیتريت پایین‌تر از حد استاندارد بوده‌اند و بیش‌ترین میزان نیترات مربوط به فصل تابستان (کم آبی) بوده است. بر خلاف چاه‌های روستاهای دیگر، در این چاه در فصل پاییز مقدار کمی فسفات وجود داشته است. با مقایسه نتایج به‌دست آمده از آنالیز آب-چاه‌های روستاهای مختلف با یکدیگر می‌توان نتیجه گرفت:

۱- کم‌ترین میزان نیترات مربوط به چاه روستای کند علیا می‌باشد. بیش‌ترین میزان نیترات (۲۵ mg/L) نیز در آب چاه روستای کندسلفی در فصل پاییز دیده می‌شود.

در فصول تابستان و پاییز توزیع می‌شوند. در نمودار شماره ۱، میزان تغییرات نیترات در چاه‌های نمونه‌برداری نمایش داده شده است.

تا ۲۰ تن، سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۰ تن و کود کامل به میزان ۱۰ تا ۱۵ تن. با توجه به میزان کود مصرفی سال ۸۹ و مساحت باغات، به‌طور متوسط در هر هکتار حدود ۳۸ کیلوگرم کود مصرف شده است. کود اوره در فصل بهار و بقیه انواع کودها



نمودار ۱- میزان تغییرات نیترات در چاه‌های نمونه‌برداری

نیترات بیش‌تر از سایر فصول بوده است. با توجه به عمق کم این چاه، بارندگی و به تبع آن آب‌شویی بیش‌تر نیترات در این فصول می‌تواند دلیل این افزایش غلظت بوده باشد. افزایش نیترات در مواقع بارندگی و فصول پرآبی با یافته‌های پژوهش یوسفی و نایبج که در سال ۱۳۸۶ بر روی میزان نیترات منابع آب روستای آمل صورت گرفته است، مطابقت دارد (۱۱).

در چاه روستای کندعلیا مقادیر نیترات در فصول مختلف اختلاف چندانی با هم نداشته‌اند. کم‌ترین میزان نیترات و پتاسیم مربوط به آب چاه این روستا بوده است که یکی از دلایل آن می‌تواند شیب زیاد روستا باشد. همان‌طور که در تحقیقی که در سال ۱۳۸۴ انجام شده، نیز اشاره شده است در نواحی پرشیب، زمان ماند آلاینده کم‌تر و در نتیجه نفوذ و پتانسیل آلاینده‌گی آن کم‌تر می‌باشد (۲). دلیل دیگر آن می‌تواند استفاده کم‌تر از کود شیمیایی در این روستا باشد.

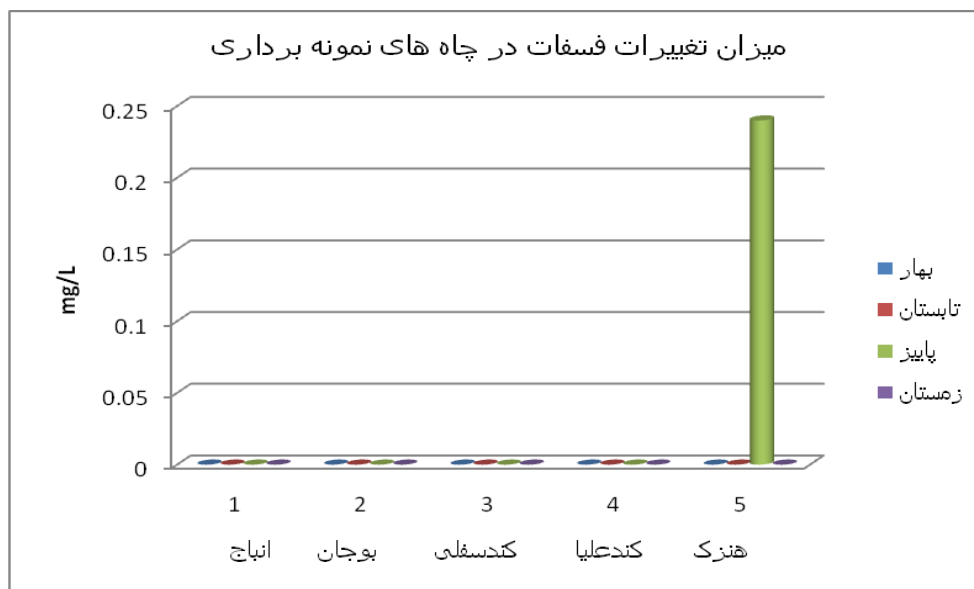
با توجه به نمودار شماره ۱، در روستای انباج غلظت-های نیترات در فصول مختلف اختلاف معنی‌داری با هم نداشته و بیش‌ترین میزان نیترات مربوط به فصل پاییز (پر آب) بوده است که می‌تواند به دلیل آب‌شویی حاصل از بارندگی و هم‌چنین عمق کم خاک و بالابودن سطح ایستابی و در نتیجه رسیدن نیترات به آب بوده باشد.

در آب چاه روستای بوجان، میزان نیترات در فصل کم آب (شهریور ماه) نسبت به سایر زمان‌ها بیش‌تر بوده است که این افزایش غلظت می‌تواند، به دلیل کاهش سطح آب به دلیل برداشت زیاد از آن و هم‌چنین کوددهی (کود اوره) در فصل بهار و آب‌شویی آن و در نتیجه افزایش غلظت نیترات در فصل تابستان باشد.

بیش‌ترین میزان نیترات در بین آب چاه‌های روستاهای مورد مطالعه مربوط به چاه روستای کند سغلی می‌باشد. در فصول بهار و پاییز (ماه‌های خرداد و آذر) غلظت

نمودار شماره ۲ میزان تغییرات فسفات در چاه‌های نمونه‌برداری نشان داده شده است.

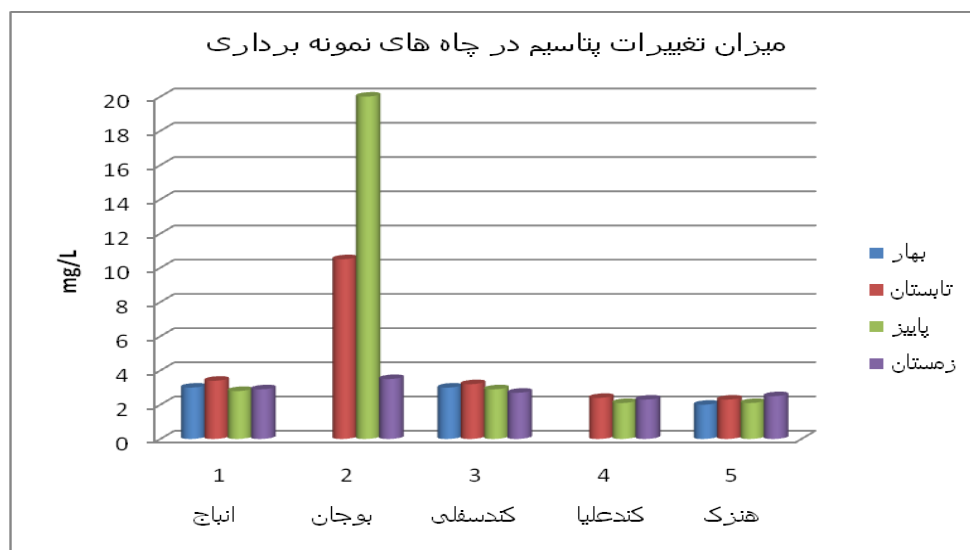
در چاه روستای هنزک میزان نیترات در فصل تابستان (شهریور ماه) بیش‌تر از سایر فصول بوده است که این افزایش غلظت می‌تواند به دلیل کاهش سطح آب به دلیل برداشت زیاد و هم‌چنین کوددهی (کود اوره) در فصل بهار و آب‌شویی آن و در نتیجه افزایش غلظت نیترات در فصل تابستان باشد. در



نمودار ۲- میزان تغییرات فسفات در چاه‌های نمونه‌برداری

فسفات در تابستان و پاییز و شستشوی آن به‌وسیله بارندگی یا آبیاری بوده باشد. این موضوع در تحقیق سال ۱۳۸۴ نیز اشاره شده است (۷). نمودار شماره ۳ تغییرات غلظت پتاسیم را در چاه‌های نمونه‌برداری نشان می‌دهد.

همان‌طور که در نمودار شماره ۲ مشخص شده است، آب چاه‌های نمونه‌برداری (به جز چاه هنزک) فاقد فسفات بوده‌اند. در چاه هنزک، در فصل پاییز (آذر ماه) مقدار کمی فسفات در آب اندازه‌گیری شد که می‌تواند به دلیل افزودن کودهای



نمودار ۳- تغییرات غلظت پتاسیم را در چاه های نمونه برداری

غلظت نیترات آب های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه در محدوده  $25 - 5 \text{ mg/L}$  و بیشترین میزان نیترات مربوط به چاه روستای کند سفلی با میانگین  $21/3 \text{ mg/L}$  می باشد. میزان فسفات در تمام چاه ها صفر ( به استثنای چاه روستای هنزک در فصل پاییز) بوده است. یکی از دلایل آن می تواند حرکت کند فسفر و تثبیت آن در خاک باشد. در چاه روستای هنزک فقط در فصل پاییز، غلظت فسفات به  $0/24 \text{ mg/L}$  رسیده است. میزان پتاسیم در محدوده  $20 - 2 \text{ mg/L}$  می باشد. هم چنین بیشترین میزان پتاسیم با میانگین غلظت  $11/3 \text{ mg/L}$  مربوط به روستای بوجان می باشد که می تواند به دلیل نوع خاک این منطقه و هم چنین مصرف بیش تر کودهای پتاسی در این روستا باشد.

چاه های روستاهای انباج، کندعلیا و سفلی و هنزک جزو چاه های کم عمق و چاه روستای بوجان نیمه عمیق می باشد. بر طبق پژوهش های صورت گرفته، به طور معمول با افزایش عمق میزان آلایندگی ها از جمله نیترات کاهش پیدا می کند، اما در این پژوهش رابطه معنی داری بین افزایش عمق و کاهش نیترات وجود نداشته، به طوری که چاه کند سفلی با  $18 \text{ متر عمق}$ ، بیشترین میزان نیترات را در بین چاه های مورد مطالعه داشته است و یا چاه روستای بوجان با بیشترین عمق

در آب چاه انباج، غلظت پتاسیم در فصول مختلف اختلاف چندانی با هم نداشته اند. میزان پتاسیم در فصل تابستان بیش تر از سایر فصول بوده است که می تواند به دلیل افزودن کود پتاسی در فصل تابستان باشد. هم چنین پایین تر بودن سطح آب به دلیل برداشت بیش تر آب در این فصل، می تواند منجر به افزایش غلظت پتاسیم شده باشد.

در آب چاه روستای بوجان غلظت پتاسیم در فصول تابستان و پاییز (ماه های شهریور و آذر) بیش تر از سایر فصول بوده است که می تواند به دلیل نوع خاک (وجود کانی فلدسپات حاوی پتاسیم در خاک های رسی و ماری) و هم چنین افزودن کودهای پتاسی در این ۲ فصل و آبیاری آنها باشد. در پژوهش تونگ و همکاران در سال ۲۰۰۹ نیز حرکت رو به پایین پتاسیم در نتیجه افزودن کود پتاسی و آبیاری آن در دوران پرآبی گزارش شده است (۱۲).

غلظت پتاسیم در آب چاه های کندسغلی، کندعلیا و هنزک در فصول مختلف اختلاف چندانی با هم نداشته است. یکی از دلایل آن می تواند کاربرد کم تر این نوع کود در منطقه و هم چنین کم تر بودن تحرک ترکیبات حاصل از این کود در خاک باشد. به طور خلاصه می توان نتیجه گرفت:

۳- بابایی، علی اکبر "بررسی کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت شوش دانیال و ارتباط آن با کاربرد کودهای شیمیایی کشاورزی"، پایان نامه کارشناسی ارشد بهداشت محیط، دانشگاه تهران، دانشکده بهداشت، ۱۳۸۴؛ صفحات ۲۲۰ تا ۲۳۲ و ۵۱ تا ۵۸.

۴- خانی، محمدرضا "مدیریت زیست محیطی کنترل نیترات و کادمیوم در شالیزارهای شمال کشور از طریق اصلاح کمی و کیفی کودهای شیمیایی"، رساله دکتری مدیریت محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده محیط زیست، ۱۳۸۰؛ صفحات ۱ تا ۵ و ۹۹ تا ۱۱۲.

۵- خزاعی-ح، تقی زاده-ر، خراسانی-ن، احتشامی-م "پیش بینی میزان نفوذ کود نیتراته در لایه های مختلف خاک و تاثیر بر کیفیت آب زیرزمینی با استفاده از مدل CMLS در منطقه محمود آباد مازندران"- دهمین همایش ملی بهداشت محیط، پاییز ۱۳۸۶- همدان- ایران.

۶- چولکی، اسداله "بررسی میزان نیتريت و نیترات منابع آب شرب ایلام"، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی محیط-زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده محیط زیست و انرژی، ۱۳۸۴؛ صفحات ۴۲ تا ۶۱.

۷- قرائی، حسینعلی و رضایی، علیرضا "اثرات آلاینده های مصرف کودهای شیمیایی (N & P) بر منابع آب و خاک در حوضه آبریز سد درودزن، مرودشت، استان فارس"، فصلنامه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، پاییز ۱۳۸۴، شماره ۳۳.

۸- لاله زاری، رضا و طباطبایی، سیدحسن "خصوصیات شیمیایی آب زیرزمینی دشت شهرکرد"، مجله محیط شناسی، بهار ۱۳۸۹، شماره ۵۳.

۹- امیرعزادی، طوبی و ولی شریعت پناهی، علی "بررسی قوت ها، ضعف ها، فرصت ها و تهدیدهای گردشگری در شهرستان شمیرانات"، فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیای انسانی، پاییز ۱۳۸۹، شماره ۴.

(۴۵ متر) بیشترین میزان پتاسیم را دارا بوده است (۱۳ و ۱۱). البته قرارگیری چاه روستای کند سفلی در پایین دست روستای کند علیا و شستشوی کودها و جاری شدن رواناب حاصل از آن به سمت چاه مذکور و همچنین نزدیکی این چاه به مناطق مسکونی (احتمال نفوذ فاضلاب) می تواند دلایل بالاتر بودن غلظت نیترات در آب این چاه باشد.

به طور کلی در چاه های کم عمق (کمتر از ۲۰ متر)، در فصول پرآب، به دلیل عمق کم خاک و آب شویی، میزان نیترات بیش تر از سایر مواقع بوده است در حالی که در چاه روستای هنزک (با عمق ۳۰ متر) نیترات در فصل تابستان بیشترین غلظت را داشته است.

بین غلظت های نیترات، پتاسیم و فسفات با میزان کودهای مصرفی در منطقه مطالعاتی، از لحاظ آماری همبستگی وجود نداشته است. با توجه به پایین تر بودن غلظت های نیترات از استاندارد آب شرب ایران و همچنین پایین بودن غلظت های پتاسیم و فسفات در آب چاه ها، به نظر می رسد از کودهای شیمیایی در حد بهینه استفاده شده است. اما با توجه به وجود فسفات در آب چاه هنزک، پایش مداوم آب این چاه ضروری می باشد.

### تشکر و قدردانی

این پروژه با حمایت های مالی و اطلاعاتی شرکت آب و فاضلاب روستایی استان تهران انجام گرفته است، بدین وسیله از مدیریت و کارکنان محترم آن شرکت که نهایت همکاری را با این پروژه داشته اند، قدردانی می شود.

### منابع

- 1- Almasri, M, 2006. Nitrate contamination of groundwater: A conceptual management framework. Environmental Impact Assessment Review, Vol. 27, pp. 220-242
- ۲- مرجوی-ع و یزدان پناه-ع " کودهای شیمیایی و محیط-زیست"- اولین کنگره چالش های کود در ایران، زمستان ۱۳۸۹- تهران- ایران.

- Fertilizer on Nutrient Leaching and Groundwater Quality under Mature oil Palm in Sabah during the Monsoon Period. *American Journal of Applied Science*, Vol. 6(10), pp.1788-1799
- ۱۳- قیصری، محمد مهدی و همکاران " بررسی آلودگی نیتрат آب زیرزمینی ناحیه جنوب شرق شهر اصفهان"، مجله محیط شناسی، تابستان ۱۳۸۶، شماره ۴۲.
- ۱۰- شرکت آب و فاضلاب روستایی استان تهران، فایل اطلاعات چاه‌های لواسان کوچک، ۱۳۸۹
- ۱۱ - یوسفی، ذبیح اله و نائیج، ام البنین "بررسی و تعیین میزان نیترات منابع آب آشامیدنی روستایی آمل"، مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۱۳۸۶، شماره ۶۱.
- 12- Tung, P., Yusoff, M., Majid, Nik Muhamad, 2009. Effect of N and K