فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۴۰، بهار ۹۶

تغییرات پارامترهای کیفی آب زیرزمینی در محدوده شهرستان ملایر با تاکید بر تاثیر کاربری کشاورزی بر کیفیت آب

محمد ساکی زاده[1*]

msakizadeh@gmail.com

چکیده

هدف مطالعه کنونی بررسی کیفیت آب زیرزمینی در محدوده شهرستان ملایر، استان همدان، براساس اطلاعات پایش شده در یک دوره زمانی چهار ساله و با توجه به شاخص کیفیت آب با تاکید برتاثیر کاربری کشاورزی برکیفیت آب بوده است. داده های پایش شده در ارتباط با ۱۴ پارامتر کیفیت آب مربوط به ۲۶ چاه در طی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۹۱ و ۱۹ چاه طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۹ بدست آمدند. میزان باقی مانده کلر در ۵۰ درصد از ایستگاه‌ها در حد صفر بود. علاوه براین میزان فلوراید در ۱۴ ایستگاه پایین‌تر از حد آستانه ۰/۵ میلی گرم در لیتر قرار داشت وبرای ۸۰/۷ درصد از ایستگاه ها میزان نیترات بالاتر از ۱۳ میلی گرم در لیتر بود. علی رغم اینکه تفاوت معنی داری بین غلظت برخی از پارامترها در بین این دودوره زمانی بدست آمده بود اما این تفاوت آن چنان چشمگیر نبود. براساس نتایج شاخص کیفیت آب ۷۶/۹ درصد از ایستگاه‌ها در حدآلودگی ناچیز تا متوسط قرار داشتند. درکل، مقادیر نیترات در ۲۱ چاه (۸۰/۷درصد) بالاتر از حد استاندارد آلودگی ناشی از منابع انسان انگیخته(۱۳ میلی گرم در لیتر) و در دو چاه بالاتر از استاندارد سازمان بهداشت جهانی جهت مصارف شرب (۴۰ میلی گرم در لیتر) بود. روند تغییرات ناحیه ای نیترات با استفاده از روش درون یابی از سمت شمال غرب به سمت جنوب شرق افزایش نشان می داد. علی رغم این‌که با توجه به نتایج شاخص کیفیت آب، کیفیت کلی آب دچار زوال نشده است اما همچنان ریسک بهداشتی مصرف به‌ویژه در زمینه نیترات برای مردم محلی وجود دارد.

کلمات کلیدی: نیترات، فلوراید، آب زیر زمینی، ملایر.

۱- استادیار، عضو هیات علمی گروه بهداشت و محیط زیست، دانشگاه تربیت دبیرشهید رجایی، تهران، ایران. *(مسئول مکاتبات)

مقدمه

امروزه منابع آب زیرزمینی در بسیاری از کشورها به عنوان منبع اصلی تامین آب در بخش های کشاورزی، صنعت و خانگی به شمار می روند. بر اساس پیش بینی ها حدود یک سوم از نیاز آبی در جهان از طریق منابع آب زیرزمین تامین می شود(۱). در این ارتباط کمبود آب در سال های اخیر به یک بحران بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک کشور تبدیل شده است(۲). پایش کیفیت آب یکی از ابزارهای اصلی توسعه پایدار و در برگیرنده اطلاعات ارزشمندی برای مدیریت نواحی خشک و نیمه خشک به شمار می رود (۳).کیفیت منابع آبی دایما در اثر عوامل انسان انگیخته در حال کاهش می باشد.

جهت ارزیابی کیفیت آب پارامترهای مختلفی توسط محققین مورد استفاده قرار می گیرد که تحلیل چنین حجم داده بالایی با دشواری های خاص خود همراه است با این وجود، شاخص کیفیت آب از این ویژگی برخوردار است که اطلاعات فراوانی را می توان در یک شاخص خاص خلاصه نمود. چنین شاخصی با فراهم نمودن ریسک مصرف آب آشامیدنی توسط مصرف کنندگان اطلاعات ارزشمندی را در اختیار محققین قرار می دهد(۴). استفاده از شاخص کیفیت آب به سال های دهه ۱۹۷۰ برمی گردد جایی که براون و همکاران(۵) برای اولین بار آن را مورد استفاده قراردادند. پس از آن این شاخص توسط محققین مختلفی برای آب های سطحی و زیرزمینی بکار رفته است که از آن جمله می توان به استیگتر و همکاران (۶) در کشورپرتغال و سعیدی و همکاران(۷) در آب زیرزمینی دشت قزوین اشاره نمود.

از سوی دیگر، در مناطق با کشاورزی فشرده، کیفیت منابع آبی تحت تاثیر اثرات ناشی از آلاینده های حاصل از کشاورزی قرار دارد. محدوده مورد مطالعه در استان همدان ودر یک ناحیه نیمه خشک واقع شده است جایی که متوسط بارش سالانه حدود ۳۰۰ میلی متر می‌باشد. بارندگی عمدتا در ماه های مهر تا اردیبهشت اتفاق افتاده و حداکثر میزان بارش در ماه های دی و بهمن صورت می گیرد. مهم ترین محصولات کشاورزی کشت شده در محدوده مورد مطالعه شامل گندم، جو، یونجه، انگور، چغندر قند و سبزیجات می باشند. در ارتباط با ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی در استان همدان مطالعات چندی صورت گرفته است که از آن جمله می توان به اثرات مربوط به غلظت بالای نیترات ناشی از فعالیت های کشاورزی(۸) و بالا رفتن شوری در آب زیرزمینی منطقه (۹) اشاره نمود.

جلالی و کلاهچی(۱۰) بابررسی ۴۸ نمونه آب زیرزمینی در محدوده ملایر در استان همدان به این نتیجه رسیدند که غلظت نیترات در ۷۵ درصد از نمونه ها از حد ۱۳ میلی گرم در لیتر بالاتر بوده و در ۱۲/۵ درصد از نمونه ها این میزان از مقدار ۵۰ میلی گرم در لیتر فراتر رفته است. براساس میزان غلظت های نیترات و کلراید، منطقه مورد مطالعه به چهار گروه عمده تقسیم بندی شده است. میزان همبستگی بین مقادیر کلراید و نیترات بالا بوده که نشان دهنده منشاء یکسان این دو در اثر کاربرد کودهای دامی و اضافه نمودن نمک به این کودها می-باشد. مقدار پایین پتاسیم در آبخوان مربوطه می توان نشان دهنده تمایل این کاتیون به چسبیدن به رس های موجود در لایه های خاک منطقه باشد. رفعتی و همکاران(۱۱) به بررسی روند تغییرات و پایش فلوراید در آب زیرزمینی در استان همدان نموده و نتیجه گرفتند که روند تغییرات این آنیون بین ۰ تا ۱/۷۸ میلی گرم در لیتر بوده و میزان آن در۴۹ درصد از ایستگاه ها کمتر از استاندارد پیشنهاد شده از طرف سازمان حفاظت محیط زیست کشور بوده است. هدف از انجام مطالعه کنونی بررسی روند تغییرات کلی کیفیت آب زیرزمینی در منطقه ملایر در استان همدان در یک دوره چهار ساله با استفاده از شاخص کیفیت آب وعوامل موثر بر کاهش کیفیت آب با تاکید بر تاثیر کاربری کشاورزی به عنوان کاربری عمده در محدوده مورد مطالعه می باشد.

روش بررسی

ایستگاه های نمونه برداری شامل ۲۶ چاه مشاهداتی در استان همدان طی سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲و ۱۹ ایستگاه نمونه-برداری طی سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در محدوده شهرستان

ملایربوده که توسط شرکت آب منطقه ای استان همدان مورد پایش قرار گرفته اند. جهت نمونه برداری از ظروف پلی اتیلنی استفاده شد. مقادیر چهارده پارامتر در آزمایشگاه مورد اندازه گیری قرار گرفتند. پی هاش و کل جامدات محلول توسط دستگاه پورتال در محل نمونه برداری ثبت شدند.کاتیون های عمده نظیر کلسیم ومنیزیم، سختی کل، بی کربنات، قلیائیت کل توسط روش رنگ سنجی(تیتراسیون) در حالی که نیتریت و نیترات بوسیله اسپکترفتومتری اندازه گیری شدند. کلر با استفاده از روش تیتراسیون توسط نیترات نقره، در حالی که پتاسیم و سدیم توسط فلیم فتومتری به ثبت رسیدند. کلیه آزمایشات در آزمایشگاه آب منطقه ای استان همدان انجام گرفت. به منظور بررسی روند تغییرات غلظت پارامترهای مورد بررسی طی سال های اخیر غلظت متغیرهای مورد بررسی در ۱۹ ایستگاه نمونه برداری با اطلاعات به ثبت رسیده طی سال-های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ توسط شرکت آب منطقه ای استان همدان با استفاده از آزمون t جفت شده مقایسه شدند. در ضمن قبل از انجام آزمون t از نرمال بودن پراکنش داده ها اطمینان به عمل آمد و در موارد ضروری تبدیلات لازم برروی هر یک از داده ها انجام شد. همچنین میزان همبستگی بین پارامترهای مورد بررسی با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن انجام گرفت. به منظور بررسی تغییرات ناحیه ای متغیر نیترات به عنوان مهم ترین پارامتر تاثیرگذار برروی خصوصیات بهداشتی آب جهت مصارف آشامیدنی از روش درون یابی Ordinary Kriging در محیط ArcGis9.3 استفاده گردید.

محاسبه شاخص کیفیت آب

محاسبه شاخص کیفیت آب در سه گام مختلف انجام شد. در مرحله اول به هریک از پارامترها وزنی(wi) که نشان دهنده اهمیت پارامتر مربوطه در کیفیت کلی آب جهت آشامیدن بود اختصاص داده شد. بیش ترین وزن ها به پارامترهای با بیش ترین تاثیر درسلامت مصرف کنندگان تخصیص داده شد در حالی که پارامترهای با حداقل تاثیر در این زمینه وزن پایین-تری دریافت نمودند. در گام بعدی وزن نسبی هر پارامتر با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$W_i = w_i / \sum_{i=1}^{n} w_i \quad (۱)$$

که در این رابطهWi وزن نسبی پارامتر مربوطه،wi وزن هر پارامترn تعداد پارامترهای اندازه گیری شده بود. در گام سوم یک مقیاس رتبه بندی کیفی (qi) برای هر پارامتراز طریق تقسیم غلظت پارامتر مربوطه در آب به استاندارد موجود برای آن محاسبه گردید:

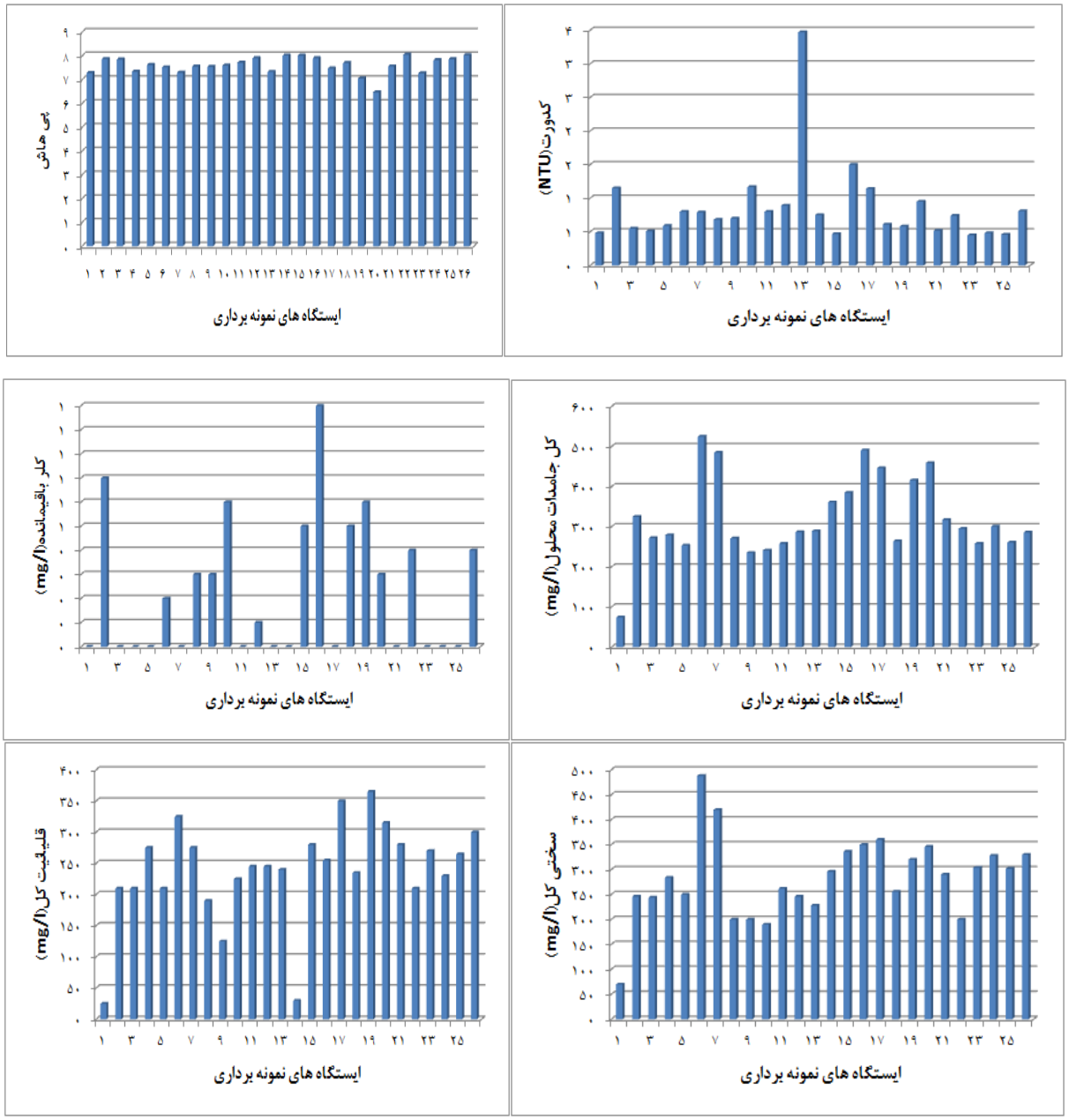
$$q_i = C_i / S_i \times 100 \quad (۲)$$

در رابطه فوقqi رتبه بندی کیفی،Ci غلظت پارامتر شیمیایی در نمونه آب،Si استاندارد کیفی آب می باشند. شاخص کیفیت آب نهایی از طریق حاصل ضرب Wi در qi محاسبه شد.

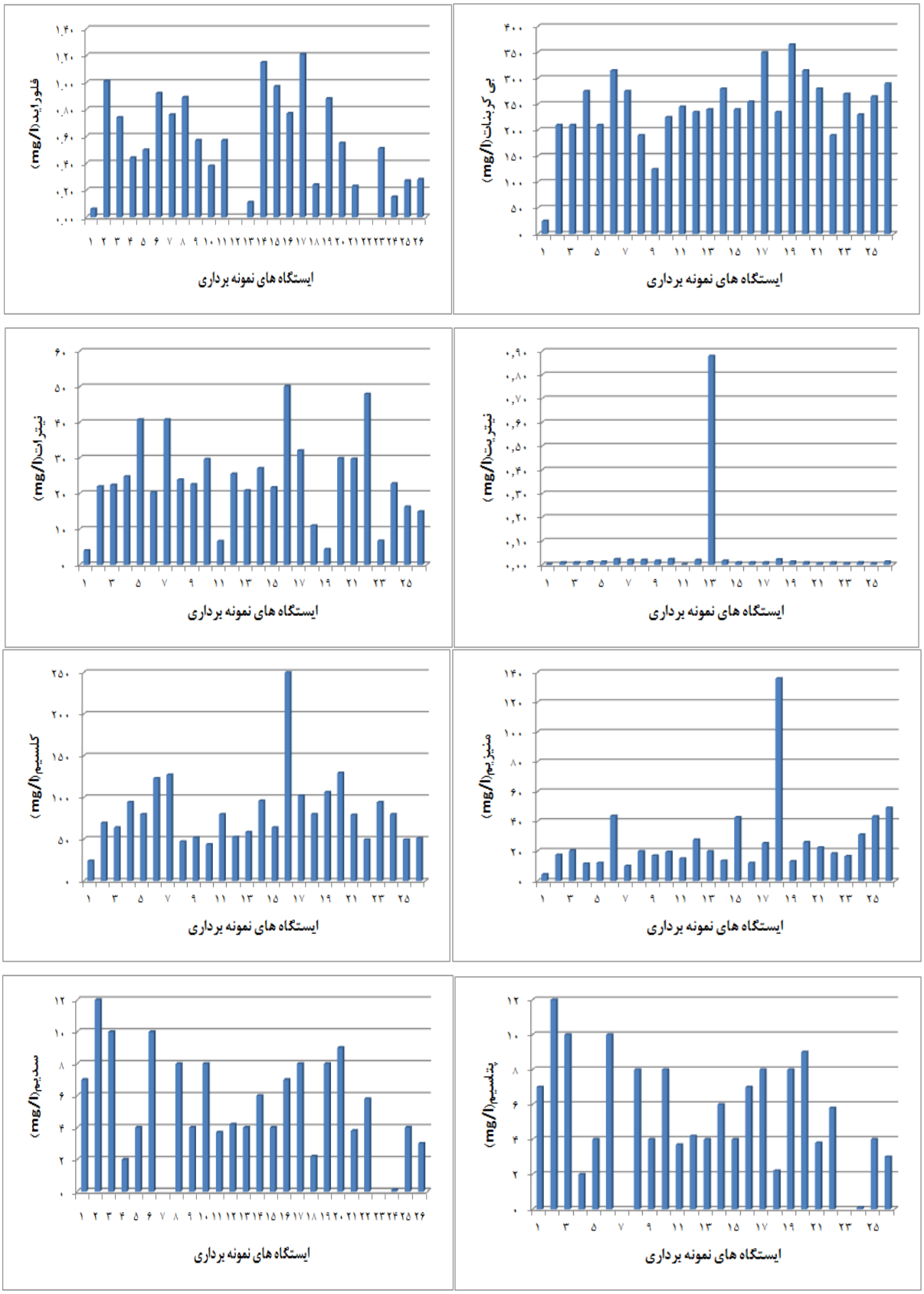
$$WQI = W_i \times q_i \quad (۳)$$

یافته ها

روند تغییرات مربوط به پارامترهای مورد بررسی در اشکال۱و۲به تصویر کشیده شده است.



شکل۱- روند تغییرات کدورت، پی هاش، باقی مانده کلر،کل جامدات محلول، سختی کل، قلیاییت کل در ایستگاه های مورد بررسی دراستان همدان شهرستان ملایر



شکل۲- روند تغییرات فلوراید، بی کربنات، نیتریت، نیترات،کلسیم، منیزیم، پتاسیم،سدیم، درایستگاه های مورد بررسی در استان همدان، شهرستان ملایر

با توجه به شکل۱در ارتباط با پارامترهای کدورت، پی هاش، کلر باقی مانده،کل جامدات محلول، سختی کل و قلیاییت کل می توان عنوان نمود که در ایستگاه شماره ۲۰(اسلام آباد) مقدار پی هاش به ثبت رسیده پایین تر از ۷ بوده و آب در شرایط اسیدی قرار دارد در حالی که در ارتباط با کلر باقی‌مانده در ۱۳ ایستگاه (۵۰درصد از کل ایستگاه ها) میزان کلر باقی-مانده در حد صفر بوده است. ازسوی دیگردر زمینه پارامترهای فلوراید، بی کربنات، نیتریت، نیترات، کلسیم، سدیم، پتاسیم، منیزیم (شکل۲) می توان عنوان نمود که پارامترهای فلوراید و نیترات در برخی از ایستگاه ها از میزان استانداردهای تعیین شده تجاوز نموده یا پایین تر از حد استاندارد مجاز بوده اند. به عنوان نمونه، در زمینه فلوراید حد مجاز تعیین شده بین ۰/۵ تا ۱/۵ میلی گرم در لیتر در آب آشامیدنی می باشد که پایین‌تر از این میزان احتمال بروز پوسیدگی دندان افزایش یافته و مقدار بالاتر از حد مجاز نیز ریسک بروز بیماری فلورزیس را افزایش می‌دهد(۱۲). در زمینه نیترات در آب زیرزمینی نیز مقادیر در چهار ایستگاه مانیزان، انوچ، مهرآباد و شهرجوکار بالاتر از حد استاندارد ۴۰ میلی گرم در لیتر پیشنهاد شده از طرف سازمان حفاظت محیط زیست کشور می باشند. همچنین طبق نظراکهارد واستکلبرگ(۱۳) چنان چه میزان غلظت نیترات در آب آشامیدنی از حد مجاز ۱۳ میلی گرم در لیتر فراتر رود به احتمال زیاد از منابع انسان انگیخته منشاء گرفته است. براساس این حد آستانه، میزان غلظت نیترات در ۲۱ چاه (۸۰/۷ درصد از کل ایستگاه ها) بالاتر از حد استاندارد بوده و از منابع انسانی ناشی شده است. از سوی دیگر، به منظور بررسی روند تغییرات کیفیت آب سال های اخیر، تغییرات پارامترهای مورد بررسی در ۱۹ چاه نمونه برداری که اطلاعات آن در سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۹ موجود بود با میانگین بدست آمده در مطالعه کنونی(۱۳۹۲-۱۳۹۱) با استفاده از آزمون t جفت شده مقایسه گردید که نتایج آن در جدول۱ارایه شده است. براساس این جدول روند تغییرات پارامترهای مورد نظر در طی این سال‌ها تغییرات ناچیزی را نشان می‌دهند هر چند این تغییرات در ارتباط با بیش تر پارامترهای مورد بررسی به لحاظ آماری معنی دار بوده است. همچنین، میزان همبستگی بین پارامترهای شیمیایی در جدول۲مشخص شده است.

جدول۱- مقایسه بین میانگین پارامترهای شیمیایی بین دودوره آماری با استفاده از آزمون t جفت شده

پارامتر شیمیایی	دوره آماری	
	۱۳۹۰-۱۳۸۹	۱۳۹۲-۱۳۹۱
کدورت(NTU)	*۱/۱۸	۱/۲۵
پی هاش	**۷/۸۰	۷/۶۱
کلر باقیمانده(mg/l)	۰/۵۷	۰/۶۱
کل جامدات محلول(mg/l)	**۳۴۴/۸۸	۳۴۰/۵۶
سختی کل(mg/l)	**۳۳۲/۷۹	۲۶۳/۱۶
قلیائیت کل(mg/l)	۲۵۹/۳۹	۲۴۳/۷۹
فلوراید(mg/l)	۰/۵۰	۰/۵۵
کلراید(mg/l)	**۶۰/۸۳	۳۲/۲۹
بی کربنات(mg/l)	**۲۳۵/۵۵	۲۳۰/۵۹
نیتریت(mg/l)	**۰/۲۸	۰/۳۳
نیترات(mg/l)	**۳۷/۸۵	۲۳/۷۸
کلسیم(mg/l)	۸۴/۸۶	۶۹/۲۶
منیزیم(mg/l)	**۲۹/۸۹	۳۰/۰۶
سدیم(mg/l)	**۴/۱۹	۵/۸۶
پتاسیم(mg/l)	۰/۰۴	۰/۰۵

**معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد

*معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد

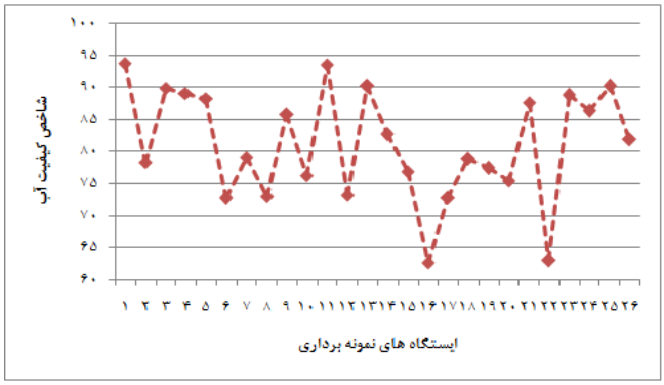
جدول۲- میزان همبستگی بین پارامترهای اندازه گیری شده در آب زیرزمینی منطقه ملایر

پارامترهای کیفیت آب	کدورت	پی هاش	باقی مانده کلر	کل جامدات محلول	سختی کل	قلیاییت کل	فلوراید	کلراید	بی کربنات	نیتریت	نیترات	کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم
کدورت	۱/۰۰	-۰/۰۷۵	۰/۴۸۹	۰/۱۷۳	-۰/۰۰۱	۰/۲۸۲	۰/۳۶۷	۰/۵۰۵*	۰/۲۸۴	۰/۴۶۶	۰/۲۶۴	۰/۱۱۰	۰/۱۰۵۷	۰/۴۲۱	۰/۱۹۶
پی هاش	-۰/۰۷۵	۱/۰۰	۰/۳۵۰	-۰/۲۶۹	-۰/۰۳۵	-۰/۱۲۶	۰/۱۷۴	-۰/۱۵۱	-۰/۱۹۰	-۰/۱۴۲	-۰/۱۱	-۰/۳۰۳	۰/۳۰۸	-۰/۱۰۸	۰/۱۲۹
باقی مانده کلر	۰/۴۸۹*	۰/۳۵۰	۱/۰۰	-۰/۱۳۵	-۰/۱۷۷	-۰/۱۲۱	۰/۲۷۰	۰/۱۶	-۰/۱۴۲	۰/۲۹۲	-۰/۰۰۹	-۰/۱۹۰	۰/۱۴۶	۰/۲۵۱	-۰/۲۱۰
کل جامدات محلول	۰/۱۷۳	-۰/۲۶۹	-۰/۱۳۵	۱/۰۰	۰/۳۳۰	۰/۳۱۰	۰/۱۵۸	۰/۶۶۵**	۰/۲۸۷	-۰/۳۳۸	-۰/۰۸۸	۰/۳۳۴	۰/۰۷۶	۰/۳۶۲	۰/۵۲۶*
سختی کل	-۰/۰۰۱	-۰/۰۳۵	-۰/۱۷۷	۰/۳۳۰	۱/۰۰	۰/۸۵۰**	۰/۱۷۱	۰/۲۹۰	۰/۸۵۸**	-۰/۰۹۰	-۰/۰۱۳	۰/۷۷۵**	۰/۶۲۸**	-۰/۰۹۸	۰/۰۷۵
قلیاییت کل	۰/۲۸۲	-۰/۱۲۶	-۰/۱۲۱	۰/۳۱۰	۰/۸۵۰**	۱/۰۰	۰/۱۱۱	۰/۳۶۷	۰/۹۹۱**	۰/۱۳۹	۰/۰۵۱	۰/۶۰۹**	۰/۶۰۹**	۰/۰۶۶	۰/۲۶۵
فلوراید	۰/۳۶۷	۰/۱۷۴	۰/۲۷۰	۰/۱۵۸	۰/۱۷۱	۰/۱۱۱	۱/۰۰	۰/۵۹۱**	۰/۰۶۹	۰/۰۲۰	۰/۳۷۱	-۰/۰۴۱	۰/۶۴۹**	۰/۶۸۷**	۰/۱۵۴
کلراید	۰/۵۰۵*	-۰/۱۵۱	۰/۱۶	۰/۶۶۵**	۰/۲۹۰	۰/۳۶۷	۰/۵۹۱**	۱/۰۰	۰/۳۵۰	۰/۰۷۵	۰/۳۲۵	۰/۱۰۴	۰/۶۸۷**	۰/۶۴۲**	-۰/۰۷۵
بی کربنات	۰/۲۸۴	-۰/۱۹۰	-۰/۱۴۲	۰/۲۸۷	۰/۸۵۸**	۰/۹۹۱**	۰/۰۶۹	۰/۳۵۰	۱/۰۰	۰/۱۵۱	۰/۰۰۵	۰/۶۰۳**	-۰/۰۶۴	-۰/۱۰۸	۰/۰۲۰۹
نیتریت	۰/۴۶۶	-۰/۱۴۲	۰/۲۹۲	-۰/۳۳۸	-۰/۰۹۰	۰/۱۳۹	۰/۰۲۰	۰/۰۷۵	۰/۱۵۱	۱/۰۰	-۰/۰۰۶	۰/۰۶۹	۰/۱۶۵	-۰/۱۰۸	-۰/۱۴۱
نیترات	۰/۲۶۴	۰/۰۱۱	-۰/۰۰۹	-۰/۰۸۸	-۰/۰۱۳	۰/۰۵۱	۰/۴۷۴*	۰/۱۱۹	۰/۰۰۵	-۰/۰۰۶	۱/۰۰	۰/۰۶۹	۰/۱۶۵	-۰/۱۰۸	-۰/۱۴۱
کلسیم	۰/۱۱۰	-۰/۳۰۳	-۰/۱۹۰	۰/۳۳۴	۰/۷۷۵**	۰/۶۰۹**	۰/۳۷۱	۰/۳۲۵	۰/۶۳۶**	۰/۰۶۹	۰/۱۶۵	۰/۶۰۳**	۰/۶۳۶**	-۰/۰۶۴	-۰/۲۰۹
منیزیم	۰/۱۰۵۷	۰/۳۰۸	۰/۱۴۶	۰/۰۷۶	۰/۶۲۸**	۰/۶۰۹**	-۰/۰۴۱	۰/۱۰۴	۰/۶۳۶**	۰/۰۶۹	۰/۱۶۵	۰/۶۰۳**	۰/۶۳۶**	-۰/۰۶۴	-۰/۲۰۹
سدیم	۰/۴۲۱	-۰/۱۰۸	۰/۲۵۱	۰/۳۶۲	-۰/۰۹۸	۰/۰۶۶	۰/۶۴۹**	۰/۶۸۷**	۰/۶۰۳**	-۰/۱۰۸	-۰/۱۴۱	-۰/۰۶۴	-۰/۲۰۹	۱/۰۰	۰/۲۰۹
پتاسیم	۰/۱۹۶	۰/۱۲۹	-۰/۲۱۰	۰/۵۲۶*	۰/۰۷۵	۰/۲۶۵	۰/۱۵۴	۰/۶۴۲**	۰/۲۰۹	-۰/۱۴۱	-۰/۱۴۱	-۰/۰۶۴	-۰/۲۰۹	۱/۰۰	۰/۲۰۹

* معنی‌دار درسطح احتمال ۵ درصد

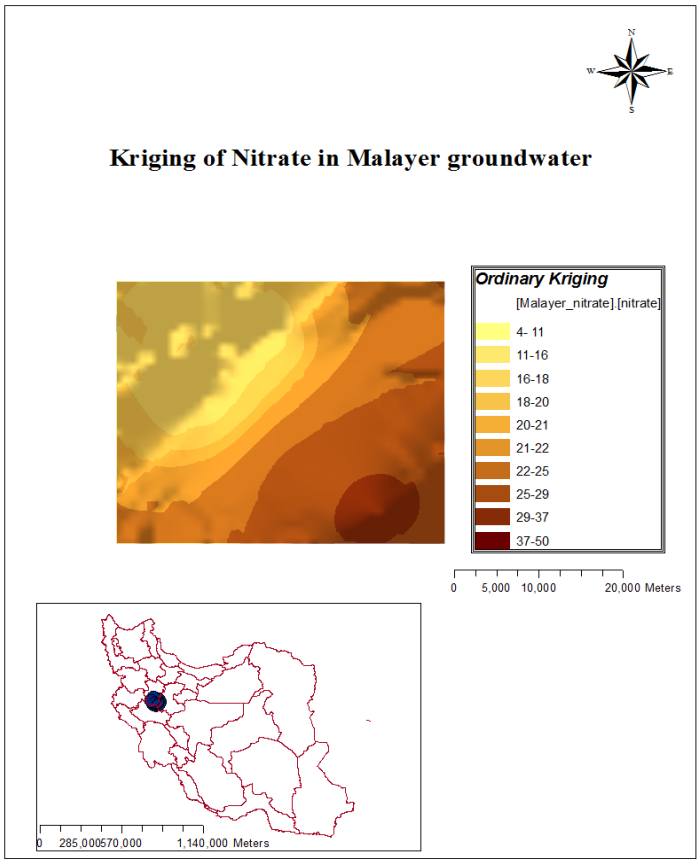
** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

از سوی دیگر، روند تغییرات شاخص کیفیت آب (شکل۳) که در واقع نشان دهنده کیفیت آب با در نظر گرفتن کلیه پارامترهای مورد بررسی در این مطالعه می باشد حاکی از این است که بجز یک ایستگاه (آبدر) که در آن شاخص کیفیت آب بالاتر از ۹۰ است و لذا کیفیت در حد مجاز است، قسمت عمده ایستگاه‌ها (۲۰ ایستگاه که شامل ۷۶/۹ درصد از کل نمونه ها است). در محدوده آلودگی متوسط تا آلودگی ناچیز قرار دارند (شاخص کیفیت آب بین ۵۰ تا ۸۰ می باشد).



شکل۳- روند تغییرات شاخص کیفیت آب در بین ایستگاه های نمونه برداری

نتایج حاصل از انجام روش درون یابی نیترات در آب زیرزمینی در محیط GIS(شکل۴) نشان می دهد که مقادیرمتغیر نیترات از سمت شمال غرب به جنوب شرق منطقه به تدریج افزایش داشته است به گونه ای که در قسمت منتهی الیه منطقه جنوب شرقی به بالاتر از حد استاندارد ۴۰ میلی گرم در لیتر رسیده است.



شکل۴- نتایج حاصل از درون یابی به روش Ordinary Kriging در ارتباط با پارامتر نیترات در محیط ArcGIS

بحث و نتیجه گیری

با توجه به این موضوع که بیش تر چاه های نمونه برداری شده دارای مصرف شرب بوده و از سویی با قی مانده کلر یکی از عوامل کاهش شیوع اسهال در بین مصرف کنندگان آب شرب می باشد لذا این امر یکی از عوامل تهدید کننده سلامت مصرف کنندگان به شمار می رود. در تحقیق به عمل آمده در زمینه رابطه کلر باقی مانده و شیوع بیماری اسهالی در بین مصرف کنندگان آب چشمه در یکی از روستاهای شهرستان اسفراین مشخص گردید که رابطه معنی دار معکوسی بین شیوع بیماری اسهالی و کلر باقی مانده در آب وجود دارد بطوری که در روزهای که کلر باقی مانده صفر بوده در روزهای بعد میزان بروز بیماری افزایش و در روزهای که میزان کلر باقی مانده در حد مطلوب بوده میزان این بیماری های کاهش چشمگیری داشته و یا به صفر رسیده است(۱۴). بر اساس روند تغییرات غلظت فلوراید، میزان غلظت در ۱۴ ایستگاه پایین تر از حد مجاز غلظت فلوراید در آب آشامیدنی می باشد با این وجود در هیچ یک از ایستگاه مقادیر از حد آستانه ۱/۵ میلی گرم در لیتر تجاوز ننموده است. در کنار عوامل طبیعی تاثیرگذار بر غلظت فلوراید در آب های زیرزمینی که عمدتا از هوازدگی سازندهای زمین شناسی نظیر گرانیت و پگماتیت منشاء می گیرند(۱۵)عوامل انسان انگیخته نیز در این ارتباط نقش چشمگیری ایفاء می نمایند. به عنوان مثال، کودهای کشاورزی فسفره مورد استفاده در اراضی کشاورزی حاوی فلوراید به عنوان ناخالصی بوده و نقش قابل توجهی در ورود فلور به آب زیرزمینی ایفاء می نمایند(۱۶). با توجه به گستردگی اراضی کشاورزی و کاربرد این کودها بخشی از فلوراید آب زیرزمینی می تواند ناشی از استفاده از این کودها باشد. نتایج حاصل از مطالعه کنونی در ارتباط با غلظت فلوراید نسبت به مطالعه مشابه صورت گرفته توسط رفعتی و همکاران(۱۱) در استان همدان مقادیر پایین تری را نشان می دهد. در مطالعه اخیر الذکر مقادیر فلوراید بین ۰ تا ۱/۷۸ میلی گرم در لیتر با میانگین۰/۵۷۴میلی گرم در لیتر به ثبت رسیده است.

کاربرد کودهای شیمیایی در اراضی شنی با غلظت پایین رس که از نفوذ پذیری بالایی برخوردار هستند منجر به تجمع نیترات در خاک و نفوذ متعاقب به آب زیرزمینی در اثر بارش های جوی می شود(۱۷). با توجه به غالبیت اراضی کشاورزی در منطقه، کاربرد کودهای شیمیایی به عنوان مهم ترین منبع نیترات در منطقه به شمار می رود. علاوه براین، با توجه به پراکنش اکثر چاه ها در مناطق روستایی اکسیداسیون آمونیوم در ناحیه غیر اشباع یکی دیگر از منابع انسان انگیخته نیترات در آب زیرزمینی به شمار می رود که عمدتا ناشی از استفاده از چاه های سپتیک در مناطق روستایی می باشد(۱۸). در مطالعات گذشته، رابطه مستقیمی بین غلظت بالای نیترات در آب آشامیدنی و افزایش بیماری مت هموگلوبین در نوزادان به ثبت رسیده است(۱۹). همچنین همبستگی بالایی بین افزایش احتمال شیوع سرطان معده و مقادیر بالای نیترات در آب آشامیدنی از یک سو و اثرات غلظت بالای کلسیم و منیزیم در محافظت از شیوع سرطان معده در مطالعات گذشته به اثبات رسیده است(۲۰). با این وجود، به دلیل همبستگی پایین بین کلسیم، منیزیم از یک سو و نیترات آب زیرزمینی در مطالعه کنونی اثرات حفاظتی این کاتیون ها در حال حاضر در منطقه وجود نداشته و ساکنان محلی در برخی از نواحی در معرض ریسک ناشی از مصرف آب آلوده به نیترات قرار دارند. نتایج حاصل از مطالعه کنونی در ارتباط با نیترات و نیتریت مقادیر بالاتری را نسبت به مطالعه مشابه صورت گرفته در آب زیرزمینی منطقه پل سفید در سوادکوه مازندران نشان می‌دهد جایی که مقادیر نیترات بین ۳/۳تا ۱۱/۳۳میلی گرم در لیتر و مقادیر نیتریت بین ۰/۰۱ تا ۰/۲ میلی گرم در لیتر به ثبت رسیده اند(۲۱). علاوه براین، میزان نیترات نسبت به میزان گزارش شده از شهرستان های مختلف استان کهکیلویه نیز بالاتر می باشد که در آن میانگین میزان نیترات در سال ۱۳۸۵ برابر ۱۸/۵ میلی گرم در لیتر و در سال ۱۳۸۹ برابر با ۲۰/۸۳ میلی گرم در لیتر گزارش شده است(۲۲). همچنین مقادیر بدست آمده در مطالعه کنونی در زمینه نیترات پایین تر از تحقیق انجام شده توسط جلالی و کلاهچی(۱۰) بود که در آن ۷۵ درصد از نمونه ها بالاتر از حد مجاز ۱۳ میلی گرم لیتر و ۱۲/۵ درصد بالاتر ازمیزان ۵۰ میلی گرم در لیتربدست آمدند.

با توجه به جدول همبستگی، رابطه همبستگی معنی دار بالایی بین مقادیر کلسیم، منیزیم از یک سو و سختی کل و قلیاییت کل از سوی دیگر بدست آمده است. با توجه به اینکه سختی آب عمدتا ناشی از اثرات یون های کلسیم و منیزیم می‌باشد لذا همبستگی بین این دوکاتیون با سختی کل آب تا حدودی طبیعی است. اهمیت سختی بالای آب از این نظر است که می تواند باعث ایجاد خوردگی در سیستم های انتقال آب و ایجاد گرفتگی در بویلرها و لوله های صنایع شود(۲۳). از سوی دیگر، اهمیت قلیاییت از این نظر است که موجبات مقاومت در مقابل تغییرات پی هاش را فراهم می آورد. در این ارتباط، بر خلاف سختی کل، قلیاییت کل عمدتا متاثر از اثرات ناشی از آنیون ها (بویژه کربنات و بی کربنات) می باشد با این وجود در این مطالعه همبستگی بالایی بین یون های کلسیم و منیزیم از یک سو و قلیاییت کل بدست آمده که نشان می دهد به احتمال فراوان قلیاییت آب ناشی از انحلال صخره های کربناته بویژه کربنات کلسیم و کربنات منیزیم است. با توجه به فرسایش پذیری بالای این صخره ها بویژه کربنات کلسیم، فرسایش پذیری آن ها منجر به آزاد شدن کلسیم و منیزیم از یک سو و از سوی دیگر کربنات در آب می شود که آنیون اخیر الذکر موجبات بالا رفتن میزان قلیاییت کل آب را فراهم می‌آورد(۲۴). همچنین همبستگی بالای معنی دار بین قلیائیت کل و بی-کربنات (جدول۲) به نقش بی کربنات ها در افزایش قلیاییت آب دلالت دارد. در این مطالعه همچنین همبستگی نسبتا بالای معنی داری بین فلوراید و نیترات بدست آمده که حاکی از این واقعیت است که به احتمال زیاد منشاء این دو آنیون یکسان بوده و ناشی از استفاده از کودهای شیمیایی در اراضی کشاورزی فراوان منطقه است. همچنین همبستگی بالای فلوراید و سدیم و کلر می تواند حاکی از استفاده از نمک در کودهای دامی در اراضی کشاورزی باشد. چنین نتیجه ای در تحلیل جلالی (۹)در منطقه مورد مطالعه نیز به اثبات رسیده است.

مقایسه نتایج مطالعه حاضر با استانداردهای بین المللی نشان می دهد که براساس نتایج، مقادیر نیترات در ۲۱ چاه(۸۰/۷درصد) بالاتر ازحد استاندارد آلودگی ناشی از منابع انسان انگیخته(۱۳ میلی گرم در لیتر) و در دو چاه بالاتر از استاندارد سازمان بهداشت جهانی جهت مصارف شرب (۴۰ میلی گرم در لیتر)بود. علاوه براین میزان فلوراید در ۱۴ ایستگاه پایین تر از حد آستانه ۰/۵ میلی گرم در لیتر قرار داشت.

نتایج حاصل از شاخص کیفیت آب در آب زیرزمینی در محدوده ملایر نسبت به مطالعه مشابه در آب زیرزمینی در منطقه شمالی تهران کیفیت پایین تری را نشان می دهد زیرا در مطالعه اخیر الذکر۶۷/۸ درصد از کل ۳۰ ایستگاه مورد بررسی در محدوده آلودگی متوسط تا ناچیز قرار گرفته و ۲۷/۸ درصد از ایستگاه کیفیت بسیار مناسب و تنها ۳/۵ درصد از ایستگاه دارای کیفیت پایین بوده اند(۲۵).

تشکر و قدردانی

انجام تحقیق حاضر با حمایت سازمان آب منطقه ای استان همدان صورت گرفته که از این بابت نهایت تقدیر و تشکر به عمل می آید.

منابع

1- United Nations Environment Program (UNEP). 2000. Global Environment Outlook, Earthscan, UK.
2- Jalali, M., 2006. Soil phosphorous buffer coefficient as influenced bytime and rate of P addition. Archives of Agronomy and Soil Science, Vol. 52(3), pp.269–279.
3- Jalali, M., 2009. Phosphorous concentration, solubility and species in the groundwater in a semi-arid basin, southern Malayer, western Iran. Environmental Geology, Vol. 57, pp.1011–1020.
4- Akkaraboyina, M.K., Raju, B.S.N., 2012.Assessment of water quality index of river Goodavari at Rajahmundry. Universal Journal of Environmental Research and Technology, Vol.2,pp.161-167.
5- Brown, R.M., McClelland, N.I., Deininger, R.A., Tozer, R.G., 1970. A

water quality index: Do we dare? Water and Sewage Works, Vol.117, pp. 339–343.

6- Stigter, T.Y., Ribeiro, L., Carvalho Dill, A.M.M.,2006.Application of a groundwater quality index as an assessment and communication tool in agroenvironmental policies–Two Portuguese case studies.Journal of Hydrology,Vol.327, pp.578–591.

7- Saeedi, M., Abessi, O., Sharifi, F., Meraji, H., 2010.Development of groundwater quality index. Environmental Monitoring and Assessment, Vol.163, pp.327–335.

8- Jalali, M., 2011. Nitrate pollution of groundwater in the Toyserkan, western Iran. Environmental Earth Sciences, Vol.62 (5), pp.907-913.

9- Jalali, M., 2007. Assessment of the chemical components ofFamenin groundwater, western Iran, Environmental Geochemistry andHealth, Vol.29, pp.357–374.

10- Jalali, M., Kolahchi, Z., 2008.Groundwater quality in an irrigated, agricultural area of northern Malayer, western Iran. Nutrient Cycling in Agroecosystems, Vol. 80, pp.95–105.

11- Rafati, L., Mokhtari, M., Fazelinia, F., Momtaz, S.M., Mahvi, A.H., 2013. Evaluation of ground water fluoride concentration in Hamadan Province west of IRAN (2012), Iranian Journal of Health Sciences,Vol.1(3),pp.71-76.

12- Dissanayake, C.B., 1991.The Fluoride Problem in the Groundwater of Sri Lanka-Environmental Management and Health. International journal of Environmental Studies, Vol. 38, pp.137-156.

13- Eckhardt, D.A.V., Stackelberg, P.E., 1995.Relation of groundwater quality to land use on Long Island, New York. Ground Water, Vol.33, 1019–1033.

14- Ekrami, A., Molazadeh, T.,2011.An investigation on the interrelationship between the chlorine residue and the outbreak of diarrhea in local people of Darparchin rural area,Esfarayein City in 2001.First international conference on the health care,Birjand.

15- Deshmukh, A.N., Valadaskar, P.M., Malpe, D.B., 1995. Fluoride inenvironment: a review. Gondwana Geological Magazine,Vol.9,pp.1–20

16- Saxena, V.K., Ahmed, S., 2003. Inferring the chemical parameters for the dissolution of fluoride ingroundwater.Environmental Geology, Vol. 43, pp.731–736.

17- Jalali, M., 2011. Hydrogeochemistry of Groundwater and its suitability for drinking and agricultural use in Nahavand, Western Iran. Natural Resources Research, Vol.20 (1), pp.65-73.

18- Jacks, G., Sefe, F., Carling, M., Hammar, M., Letsamao, P., 1999.Tentative nitrogen budget for pit latrines-eastern Botswana.Environmental Geology, Vol.38, pp.199–203.

19- Fewtrell, L., 2004. Drinking-water nitrate, methemoglobinemia, and global burden of disease: A discussion.Environmental Health Perspectives, Vol.112 (14), pp.1371-1374.

20- Yang, C.Y., Cheng, M.F., Tsai, S.S., Hsieh, Y.L., 1998.Calcium, magnesium, and nitrate in drinking water and gastric cancer mortality. Japanese Journl of Cancer Research, Vol. 89, pp. 124–130.

21- Dianati, R., Rasouli, Z., 2013.Reviewing the Chemical Quality

(Nitrate, Fluoride, Hardness, Electrical Conductivity) and Bacteriological Assessment of Drinking Water in Svadkooh, Iran, during 2010-2011. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, Vol.23 (104), pp.51-55.In Persian.

22- Zazouli, M.A., Barafrashteh Pour, M., BarafrashtehPour, Z., Ghalandar, V.,2014.Temporal and Spatial Variation of Nitrate and Nitrite Concentration in Drinking Water Resource in Kohgiluyeh County Using Geographic Information System. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, Vol.24 (109), pp.258-263.In Persian.

23- Zazouli, M.A., BarafrashtehPour, M., Sedaghat, F., Mahdavi, Y., 2013. Assessment of scale formation and corrosion of drinking water supplies in Yasuj (Iran) in 2012.Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, Vol.23, pp.29-35.In Persian.

24- Kaushal, S.S., Likens, G.E., Utz, R.M., Pace, M.L., Grese, M., Yepsen, M., 2013. Increased river alkalinization in the Eastern U.S. Environonmental Science and Technology, Vol.47 (18), pp.10302–10311.

25- Nourbakhsh, Z., Moharamnejad, N., Mehrdadi, N., Hassani, A.H., Yousefi, H., 2015. Proposing an Index to Evaluate the Groundwater Quality Using “Multi-Criteria Decision Making” Approach and Analyzing the Spatial Distribution of it in Tajan Plain, Northern Iran.Iranian Journal of Health Sciences,Vol.3(3),pp.37-47.