فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست

سال دهم، شماره ۳۷، زمستان ۱۳۹۵

ارزیابی ریسک سلامت فلوئور و نیترات در آبخوان لار

معصومه نیک بخت[۱]، محسن رضایی[۲]، عطا شاکری[۳]

[۱]دانش آموخته کارشناسی ارشد آبشناسی، گروه زمین شناسی کاربردی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی تهران Nikbakht.ms@gmail.com

[۲]دانشیار گروه زمین شناسی کاربردی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمیتهران

[۳]دانشیار گروه زمین شناسی کاربردی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی تهران

چکیده:

کاهش کیفیت آب زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک نواحی جنوبی ایران، اغلب از نوع آلودگی‌های زمین‌زاد و بشرزاد می‌باشد. در میان بسیاری از آلاینده‌های مضر، آلودگی‌های نیترات و فلوراید گسترش بیشتری دارند. در این تحقیق به منظور بررسی غلظت فلوئور و نیترات و مقایسه نتایج آن با استانداردهای ملی و جهانی، ارزیابی ریسک سلامت در بیمارهای غیر سرطان زایی در آبخوان لار صورت گرفته است. در این پژوهش از ۱۷ حلقه چاه در دو فصل تر (خرداد ۹۳) و فصل خشک (شهریور ۹۳) نمونه‌برداری گردید. چاه‌های انتخاب شده عمدتاً برای کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مقادیر آنیون‌های HCO_3 ,NO_3Cl , SO_4 وکاتیون‌های Ca K, Na, Mg با استفاده از روش APHA در آزمایشگاه مورد آنالیز قرار گرفت. همچنین ارزیابی ریسک سلامت انسانها با استفاده از شاخص آژانس حفاظت محیط زیست (EPA) مورد سنجش قرار گرفت.میانگین غلظت فلوئور و نیترات در فصل تر F=2.9 و NO3=19.7 و در فصل خشک F=1.8 و NO3=16.3 میلی گرم بر لیتر بدست آمد. ضریب خطر (HQ) و CR_{lim} (بیشترین حد مجاز آب) برای عناصر فلوئور و نیترات محاسبه شد. نتایج نشان می دهد میزان غلظت اندازه گیری شده برای عناصر نیترات و فلوراید در برخی از نمونه‌های برداشت شده بیش از حد مجاز تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) برای آب شرب بوده و از این رو استفاده از آب این آبخوان برای مصارف خانگی برای افراد بویژه از نظر مقادیر فلوئور برای کودکان خطرناک گزارش می‌گردد.

واژه های کلیدی: ارزیابی ریسک، فلوئور، نیترات، آبخوان لار، آلودگی آب

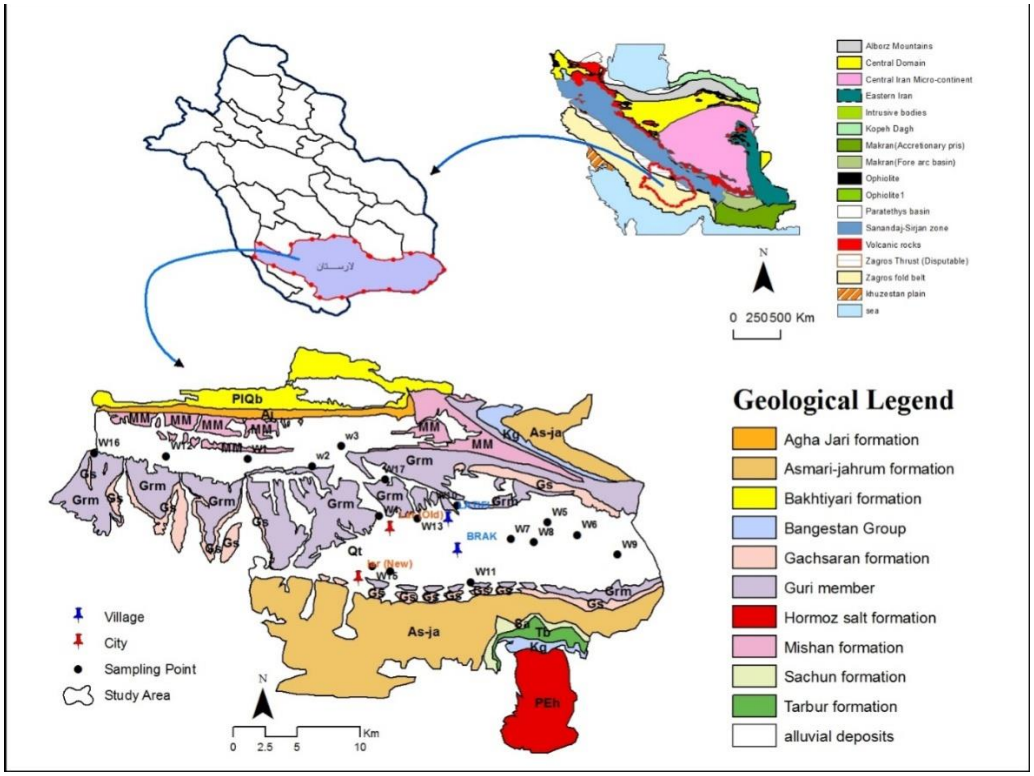
مقدمه

آب زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک جنوب ایران، بیشتر اوقات تنها منبع برای تأمین مصارف شرب و کشاورزی است. با توجه به خشکسالی های اخیر و علاوه بر کاهش سطح آب زیرزمینی، کاهش کیفیت این منابع موجب نگرانی‌های بزرگی شده است. در آبخوان لار در جنوب استان فارس میزان بالای فلوئور و نیترات گزارش شده است. بعضی از امراض ناشی از فلوئور در میان افراد ساکن در منطقه دیده شده است.فلوئور یک عنصر ریز مغزی ضروری در رژیم غذایی انسان است و کمبود و زیادی غلظت آن منجر به آسیب های دندانی و استخوانی می شود (Edmunds and Smedley,2004). غلظت مجاز یون فلوراید در آب آشامیدنی بر اساس استاندارد شرب سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (US.EPA) ۲ میلی گرم بر لیتر و سازمان بهداشت جهانی (WHO) ۱/۵ میلی گرم بر لیتر است که بر اساس شرایط آب و هوایی متغیر است. نیترات یکی از دیگر آلاینده های متداول آب زیر زمینی است. غلظت نیترات بطور طبیعی در آب زیرزمینی پایین است اما توسط منابع آلاینده انسانزاد می-

تواند به غلظت های بالا برسد(BGS,2004). آلودگی نیترات باعث نگرانی درباره اثرات آن بر روی آبخوان‌های مهم کشور شده است(Jalali, 2011). نیترات باعث بروز بیماری متموگلوبینیما و سندروم در انسان؛ به ویژه در کودکان می‌شود. مطالعات زیادی بر روی غلظت فلوئور و نیترات در آبهای زیرزینی انجام شده است که از جمله می توان به تحقیقات ابراهیمی و همکاران در سال ۱۳۹۲ که منطقه لامرد و علامرودشت را برای آلودگی فلوئور و نیترات مورد مطالعه قرار دادند که در این تحقیق غلظت یون‌های اصلی، همراه با آلودگی و تعیین منشا زمین زاد و انسان زاد یون‌های فلوئور و نیترات در آب زیر زمینی دشت‌های لامرد و علامرودشت مورد مطالعه قرار گرفته است. میانگین غلظت فلوئور برای نمونه‌های آب زیر زمینی نشان داد که غلظت این یون بیشتر از مقادیر استاندارد سازمان بهداشت جهانی و حفاظت محیط زیست امریکاست. نتایج تحلیل مولفه های اصلی نشان می دهد که غلظت نیترات در دشت‌های لامرد و علامرودشت بیشتر تحت تاثیر فعالیت‌های انسانزاد است. استواری و همکاران در سال ۱۳۹۱ منطقه لردگان در استان چهارمحال بختیاری را برای پهنه بندی آلودگی به نیترات مورد مطالعه قرار دادند که هدف از این پژوهش، بررسی تغییرات مکانی تهیه نقشه های پهنه بندی و بررسی تغییر در الگوی مکانی و پهنه بندی نیترات در آبخوان دشت لردگان می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که میانگین غلظت نیترات زیر حد مجاز و استاندارد WHO است. داوری و همکاران در سال ۱۳۸۳ در منطقه هرمزگان در جنوب ایران بررسی میزان شیوع فلوئوروزیس دندانی در دانش آموزان را مورد بررسی قرار داد که در این تحقیق در بررسی تعیین شیوع فلوئوروزیس و رابطه آن با فلوئوراید آب مصرفی در دانش آموزان ۱۲-۱۵ ساله مدارس راهنمایی بخش بستک و حومه از توابع شهرستان بندر لنگه واقع در استان هرمزگان انجام گرفت تحلیل یافته‌های حاصل از مطالعه نشان می‌دهد که ارتباط معنی داری بین شیوع فلوئوروزیس با جنس و سن و هم چنین فک بالا و پایین وجود ندارد. بنابراین آب های آشامیدنی آلوده یکی از منابع مورد انتظار خطر سلامتی انسان است. آلودگی آب‌های زیر زمینی به نیترات و فلوئور سلامت و امنیت بشریت را تهدید می‌کند بنابراین ضروری است که ارزیابی ریسک سلامت آب های زیر زمینی آلوده به نیترات و فلوئور توسعه داده شود و یک مرجع برای مدیریت آب های زیر زمینی و جلوگیری از آلودگی آن تعیین شود. در دهه‌ای اخیر آگاهی از مخاطرات سلامتی ناشی از وجود مواد شیمیایی در محیط افزایش یافته است. از این رو محققان تکنیک های ارزیابی خطر را مورد بازنگری قرار دادند.ارزیابی خطر سلامت در آنالیزهای کیفیت محیط زیستی شامل چهار مرحله اساسی می باشد. ۱- شناسایی خطر، ۲- ارزیابی و تعیین در معرض گذاری ۳- ارزیابی رابطه دوز واکنش ٤- توصیف ویژگی های خطر. در حال حاضر روش های بررسی فقط شامل آنالیزهای شیمیایی و فیزیکی نمی باشد بلکه حداکثر غلظت مجاز و طبقه بندی خطرات مواد شیمیایی، حداکثر دوز و سطح مجاز نیز بررسی خواهد شد (Rodenbeck and Crellin, 2008). تحقیق حاضر به دلیل اهمیت زیست محیطی و بهداشتی موضوع به بررسی غلظت فلوئور و نیترات منابع آب زیرزمینی آبخوان لار و مقایسه آن با استانداردهای ملی و بین اللملی پرداخته است. همچنین ارزیابی خطر سلامت فلوئور و نیترات در بیماری های غیر سرطان زایی، از دیگر اهداف این تحقیق بوده است.

مواد و روش ها

معرفی منطقه مورد مطالعه: محدوده مطالعاتی لار و کاسه دار با کد ۲۷۰۸ بخشی از حوضه آبریز رودخانه کل می‌باشد، که در جنوب استان فارس، بین طول‌های جغرافیایی ''٤٦ '٢٤ °٥٤ تا ''٤٢ '٥١ °٥٤شرقی و عرض جغرافیایی ''٢٤ '٢٩ °٢٧تا ''٣١ '٤٤ °٢٧شمالی واقع شده است (شکل ۱). این محدوده مطالعاتی دارای وسعتی معادل۳ /٦٨٠ کیلومترمربع با حداقل ارتفاع ٧٤٩ متر و حداکثر ارتفاع ٢٠٦٤ متر از سطح آب‌های آزاد می‌باشد. از نظر زمین شناسی محدوده مطالعاتی لار قسمتی از چین خوردگی زاگرس است که از روند کلی آن یعنی شمال غرب - جنوب شرق تبعیت می نماید. قدیمی ترین تشکیلات منطقه سازند هرمز می باشد که به صورت گنبدهای نمکی در جنوب دشت لار رخنمون دارد.



شکل ۱: موقعیت کشوری و استانی آبخوان لار همراه با نقاط نمونه برداری

نمونه برداری از منابع آب: نمونـه بـرداری در منطقـه مـورد مطالعه از ۱۵ حلقه چاه در فصـل تـر (خـرداد ۱۳۹۳) و ۱۷ حلقه چاه در فصل خشک (شهریور ۱۳۹۳) صورت گرفـت. چاه‌های انتخاب شده عمدتاً برای کشاورزی مـورد اسـتفاده قرار می‌گیرند. نقاط نمونه‌برداری در **Error! Reference source not found.** نشان داده شده است. در محل نمونه برداری، پس از دوبار شستشوی بطری پلی اتیلنی بـا نمونـه، حدود ۱/۵ لیتر آب برای تجزیه کاتیونی و آنیـونی برداشـت گردید. پارامتر های EC و pH بـرای تمـامی نمونـه هـا در محل اندازه گیری شد و موقعیّت نقاط نمونه برداری بوسیله ی دستگاه GPS ثبت گردید. آنالیز شیمیایی کامل نمونه هـا نیز توسط آزمایشگاه شرکت زاگرس آبشناس فارس صورت گرفت. به منظور جلوگیری از تبخیر نمونه ها و ایجـاد خطـا در نتایج، نمونه ها در جعبه پر از یخ قرار داده شد و نمونـه هـا بـرای آنـالیز یـون هـای اصـلی، نیتـرات و فلوئـور بـه آزمایشگاه انتقال داده شـدند(EPA, 1998). بـرای تعیـین غلظـت نیتـرات و فلوئـور از دسـتگاه کروماـتوگرافی یـونی استفاده شد. در پایـان بعـد از بدسـت آوردن نتـایج غاظـت فلوئور و نیترات، ارزیابی ریسک سـلامت بـر طبـق آژانـس حفاظت از محیط زیست (EPA) محاسبه شده است.

نتایج

توصیف آماری یون های اصلی، نیتـرات، فلوئـور همـراه بـا pHوEC نمونـه‌هـای آب در جـدول ۱ ارائـه شـده اسـت. غلظت کاتیون های اندازه گیری شده در نمونـه هـای آب از روند $Na+ > Ca2+ > Mg2^{+}$ و غلظت آنیون ها از روند $Cl- > SO42^{-} > HCO3- > NO3- > F-$ تبعیت می کند. بیشینه و کمینه غلظت نیترات در فصل تر به ترتیـب ۷۰/۷ و ۳/۸ و در فصل خشـک ٦٧/٩ و ۱/۵ میلـی گـرم بـر لیتـر و میانگین آن در فصل تر ۱۹/۷و در فصل خشـک ۱٦/۳ میلـی گرم بر لیتر است. نیترات برای ٤٧درصـد چاههـای انتخـابی

غلظت بالاتر از استاندارد EPAدارد. غلظت میانگین فلوئور در نمونه های آب زیرزمینی در فصل تر ۲/۹ و در فصل خشک ۱/۸ میلی گرم بر لیتر، کمینه آن در فصل تر ۱/۸ و در فصل خشک ۰/۵۹ و بیشینه غلظت در فصل تر ۳/۹۲ و در فصل خشک ۳/۲ میلی گرم بر لیتر است. میانگین غلظت فلوئور در آبخوان بیشتر از استاندارد مجاز توصیه شده توسط WHO و EPA می باشد(جدول ۱).

فلوئور برای ۷۶ درصد نمونه ها غلظت بالاتر از استاندارد WHO دارد. بعد از بدست آوردن نتایج غلظت فلوئور و نیترات ارزیابی ریسک سلامت (ریسک غیرسرطان زایی) فلوئور و نیترات، بر طبق آژانس حفاظت از محیط زیست (EPA) محاسبه شده که در جداول ۲و ۳ نشان داده شده است.

جدول ۱: خلاصه آماری پارامترهای هیدروژئوشیمیایی (میلی گرم بر لیتر)

پارامتر	EC	TDS	PH	Ca2+	Mg2+	Na+	K+	HCO3-	Cl^-	SO42-	NO3	F
					فصل تر							
میانگین	۸۷۹۳/۸	۵۵۷۸/۳	۸/۰۳	۵۷۱/۳	۳۰۷/۶	۸۹۷/۱	۲۳/٤	۲۷۷/۷	۲۳۰۵	۱۱٤۷	۱۹/۷	۲/۹
حداکثر	۱۳۳٤۵	۸۸۸۰	۸/۹۹	۹۰۰	۵۷۰	۱۸۹٤	۵۰/۷	۳۹٦/۵	۵۰٤۱	۲۰۵۷/۳	۷۰/۷	۳/۹۲
حداقل	۳٦۱۱	۲٦٤۳	۷/٦۹	۲۵۰	۱۱٤	٤۲٤/۳	۷/٤	۱۷۰/۸	۵۳۲/۵	۲٤۹/٦	۳/۸	۱/۸
میانه	۷٦۵۳	٤۸۱۰/٤	۷/۹	۵۵۰	۳۰۰	۸۰۸/۹	۱۷/۵	۲۷٤/۵	۱۸٤٦	۱۰۰۸	۱۰/۱	۲/۸
انحراف معیار	۳۱۰۱/٤	۱۹۹۰/۷	۰/۳٤	۱۹۸/۷	۱٤۹/۳	٤۲۰/۹	۱۳/۳	۷٦/۳	۱۲۹۱	۵۵۱/۲	۱۸/۸	۰/٦۲
					فصل خشک							
میانگین	۹٦۲۱/٦	٦۰۷۹/۳	۷/٦	۵۱۹/٤	۳۷۹/۷	۱۰۰۱/۷	۲۰/۵	۲۷۰/۹	۲۳۵۵	۱۵۲۹	۱٦/۳	۱/۸
حداکثر	۱۲٦٤۰	۸۰۸٤	۸/۲	۸٤۰	٦۲٤	۱٤۱٤/۳	۲۸/۱	٤۲۷	۳۵۵۰	۲۳٦۰	٦۷/۹	۳/۲
حداقل	٤۳۱۸	۲۸۳۳	٦/۸	۲۳۰	۱۵۰	۵۰٦/۲	۱۰/۱	۱۵۲/۵	۸۸۷/۵	٦۰۵/۳	۱/۵	۰/۵۹
میانه	۹۰۲۸	۵۷۵۲/۵	۷/٦	۵۰۰	۳۰۰	۱۰۷۲/۷	۲۱/٤	۲٤٤	۲۳۰۷	۱۵۰۳/۳	۷/۷	۲/۰٤
انحراف معیار	۲٦۰۰/۲	۱۷۱۳	۰/۳٦	۱۵۷	۱۵۰/۸	۳۰۰/۹	۵/۱	۸۳/٤	۷٤٦	۵۹۰	۱۸/۹	۰/۷٦
استاندارد ملی		۱۵۰۰	۹-٦	۲۵۰	۵۰	۲۰۰			٤۰۰	٦۰۰-٤۰۰	۵۰	
استانداردWHO	۱۵۰۰	۵۰۰	۸-٦/۵	۷۵	۵۰	۲۰۰		۱۵۰	۲۰۰	۲۰۰	٤۵	۱/۵
استانداردEPA			۸/۵-٦/۵			٦۰-۳۰			۲۵۰	٤۰۰	۱۰	۲

جدول ۲: ارزیابی ریسک نیترات در منطقه مورد مطالعه

Sample	CNO3	RFD	CDI			HQ			CR_{lim}		
			مردان	زنان	کودکان	مردان	زنان	کودکان	مردان	زنان	کودکان
			فصل خشک								
W1	۲/۲۲	۱/٦	۰/۰٦۵	۰/۰٦	۰/۱۵	۰/۰٤	۰/۰٤۳	۰/۱	۵٦/۲	٤٦/۸	۱۰/٤
W2	۷/۷۵	۱/٦	۰/۲	۰/۲٤	۰/۵۳	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۳۳	۱٦/۱	۱۳/٤	۲/۹
W3	۸/٦۷	۱/٦	۰/۲۲	۰/۰۲۷	۰/٦	۰/۱٤	۰/۱۷	۰/٤	۱٤/٤	۱۱/۹	۲/٦
W17	۳۷/۷	۱/٦	۰/۹۷	۱/۱٦	۲/٦	۰/٦	۰/۷۲	۱/٦۳	۳/۳۱	۲/۷	۰/٦
W4	۳/۲۸	۱/٦	۰/۰۸٤	۰/۱	۰/۲۳	۰/۰۵	۰/۰٦	۰/۱٤	۳۸	۳۱/۷	۷
W5	۱۸/۸۳	۱/٦	۰/٤۸	۰/۵۸	۱/۳	۰/۳	۰/۳٦	۰/۸	٦/٦۲	۵/۵	۱/۲
W6	۳٦/۸٦	۱/٦	۰/۹٤	۱/۱۳	۲/۵٤	۰/٦	۰/۷۱	۱/٦	۳/٤	۲/۸	۰/٦
W7	۳/۵۲	۱/٦	۰/۰۹	۰/۱	۰/۲٤	۰/۰٦	۰/۰۷	۰/۱۵	۳۵/٤	۲۹/۵	٦/٦
W8	٦۷/۹	۱/٦	۱/۷٤	۲/۰۸	٤/٦۸	۱/۱	۱/۳	۲/۹۲	۱/۸	۱/۵	۰/۳
W9	۲۷/۷	۱/٦	۰/۷۱	۰/۸۵	۱/۹	۰/٤٤	۰/۵۳	۱/۲	٤/۵	۳/۷	۰/۸
W10	۵/۵۵	۱/٦	۰/۱٤	۰/۱۷	۰/۳۸	۰/۱	۰/۱۱	۰/۲٤	۲۲/۵	۱۸/۷	٤/۱
W11	۱/٤۷	۱/٦	۰/۰۳	۰/۰٤	۰/۱	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰٦	۸٤/۹	۷۰/۷	۱۵/۷
W12	۵/۱۸	۱/٦	۰/۱۳	۰/۱٦	۰/۳٦	۰/٦	۰/۷۲	۰/۲۲	۲٤	۲۰	٤/٤
W13	۱/۵۷	۱/٦	۰/۰٤	۰/۰۵	۰/۱	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۷	۷۹/٤	٦٦/۲	۱٤/۷
W14	۳۷/۸٦	۱/٦	۰/۹۷	۱/۱٦	۲/٦	۰/٦	۰/۷۲	۱/٦۳	۳/۳	۲/۷٤	۰/٦

W15	۱/۸٤	۱/٦	۰/۰٤	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰٤	٦۷/۸	٥٦/٥	۱۲/٦
W16	۱۰/۰۲	۱/٦	۰/۲۵	۰/۳	۰/۷	۰/۱٦	۰/۲	۱۲/٤	۱۰/۳	۲/۳
					فصل تر					
W1	٤/۹۹	۱/٦	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۳٤	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۲۱	۲۵	۲۰/۸	٤/٦
W2	۸	۱/٦	۰/۲	۰/۲۵	۰/۵۵	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۳٤	۱۵/٦	۱۳	۲/۹
W3	۱۰/۱۱	۱/٦	۰/۲٦	۰/۳۱	۰/۷	۰/۱٦	۰/۲	۰/٤۳	۱۲/۳	۱۰/۳	۲/۳
W17	۳٤/۷۹	۱/٦	۰/۹	۱/۰۷	۲/٤	۰/۵٦	۰/٦۷	۱/۵	۳/٦	۳	۰/٦
W4	٤/۳۳	۱/٦	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۳	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۱۸	۲۸/۸	۲٤	۵/۳
W5	۱۲/٦۵	۱/٦	۰/۳۲	۰/٤	۰/۸۷	۰/۲	۰/۲٤	۰/۵٤	۹/۸	۸/۲۲	۱/۸
W6	۲۱/۸۱	۱/٦	۰/۵٦	۰/٦۷	۱/۵	۰/۳۵	۰/٤۲	۰/۹٤	۵/۷	٤/۷	۱/۰٦
W8	۷۰/٦٦	۱/٦	۱/۸۱	۲/۱۷	٤/۸۷	۱/۱۳	۱/۳۵	۳/۰٤	۱/۷	۱/۵	۰/۳۲
W9	۲٦/۲۹	۱/٦	۰/٦۷	۰/۸	۱/۸۱	۰/٤۲	۰/۵	۱/۱۳	٤/۷	۳/۹	۰/۸
W10	۱۰	۱/٦	۰/۲۵	۰/۳	۰/٦۸	۰/۱٦	۰/۲	۰/٤۳	۱۲/۵	۱۰/٤	۲/۳
W12	۵/۰۹	۱/٦	۰/۱۳	۰/۱٦	۰/۳۵	۰/۸۱	۰/۱	۰/۲۲	۲٤/۵	۲۰/٤	٤/۵
W14	۳٦/۹۷	۱/٦	۰/۹۵	۱/۱۳	۲/۵٤	۰/٦	۰/۷۱	۱/٦	۳/٤	۲/۸	۰/٦
W15	۳/۷۷	۱/٦	۰/۱	۰/۱۲	۰/۲٦	۰/۰٦	۰/۰۷	۰/۱٦	۳۳/۱	۲۷/٦	٦/۱
W16	۷/۷۹	۱/٦	۰/۲	۰/۲٤	۰/۵٤	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۳۳	۱٦	۱۳/۳	۲/۹

جدول ۳: ارزیابی ریسک فلوئور در منطقه مورد مطالعه

Sample	C_F	RFD	CDI			HQ			CR_{lim}		
			مردان	زنان	کودکان	مردان	زنان	کودکان	مردان	زنان	کودکان
فصل خشک											
W1	۲/۰٤	۰/۰٦	۰/۰٥	۰/۰٦	۰/۱٤	۰/۸۷	۱/۰٤	۲/۳٤	۲/۳	۱/۹	۰/٤
W2	۲/۰۳	۰/۰٦	۰/۰٥	۰/۰۷	۰/۱٦	۰/۸٦	۱/۰٤	۲/۳۳	۲/۳	۱/۹	۰/٤
W3	۲/۳٦	۰/۰٦	۰/۰۳	۰/۰٤	۰/۰۹	۱	۱/۲۱	۲/۷۱	۱/۹	۱/٦	۰/۳
W17	۱/۳۸	۰/۰٦	۰/۰۳	۰/۰٤	۰/۰۹	۰/۵۹	۰/۷	۱/۵۸	۳/۳	۲/۸	۰/٦
W4	۲/۰۲	۰/۰٦	۰/۰٥	۰/۰٦	۰/۱٤	۰/۸٦	۱/۰۳	۲/۳۲	۲/۳	۱/۹	۰/٤
W5	۲/۱۲	۰/۰٦	۰/۰٥	۰/۰٦	۰/۱٥	۰/۹	۱/۰۸	۲/٤۳	۲/۲	۱/۸	۰/٤
W6	۲/۹٥	۰/۰٦	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۲	۱/۲٦	۱/۵۱	۳/٤	۱/٦	۱/۳	۰/۳
W7	۲/٤۸	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰۷	۰/۱۷	۱/۰٥	۱/۲۷	۲/۸٥	۱/۸	۱/٥	۰/۳
W8	۳/۱۸	۰/۰٦	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۲۱	۱/۳٥	۱/٦۳	۳/٦٥	۱/٥	۱/۲	۰/۲
W9	۲/۲۷	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰۷	۰/۱٥	۰/۹۷	۱/۱٦	۲/٦	۲	۱/۷	۰/٤
W10	۲/۱٤	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰۷	۰/۱٥	۰/۹۱	۱/۰۹	۲/٤٥	۲/۲	۱/۸	۰/٤
W11	۲/۱۱	۰/۰٦	۰/۰٥	۰/۰٦	۰/۱٤	۰/۹	۱/۰۸	۲/٤۲	۲/۲	۱/۸	۰/٤
W12	۰/٥۹	۰/۰٦	۰/۰۱٥	۰/۰۲	۰/۰٤	۰/۲٥	۰/۳	۰/٦۷	۷/۹	٦/٦	۱/٤
W13	۱/۱۳	۰/۰٦	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/٤۸	۰/٥۸	۱/۳	٤/۱	۳/٤	۰/۷
W14	۰/٦٤	۰/۰٦	۰/۰۱٦	۰/۰۲	۰/۰٥	۰/۲۷	۰/۳۲	۰/۷۳	۷/۳	٦	۱/۳
W15	۰/۹٦	۰/۰٦	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/٤۱	۰/٥	۱/۱	٤/۸	٤	۰/۹
W16	۱/۱۲	۰/۰٦	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/٤۷	۰/٥۷	۱/۲۸	٤/۱	۳/٤	۰/۷
فصل تر											
W1	۲/٦	۰/۰٦	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۱۸	۱/۱	۱/۳۳	۱/۹۸	۱/۸	۱/٥	۰/۳

W2	۲/٤۹	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰۷	۰/۱۷	۱/۰٦	۱/۲۷	۲/۸٦	۱/۸	۱/۵	۰/۳
W3	۳/۱	۰/۰٦	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۲۱	۱/۳۲	۱/۵۸	۳/۵٦	۱/۵	۱/۲	۰/۲
W17	۱/۹۳	۰/۰٦	۰/۰۵	۰/۰٦	۰/۱۳	۰/۸۲	۰/۹۸	۲/۲۱	۲/٤	۲	۰/٤
W4	۲/۸۲	۰/۰٦	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۱۹	۱/۲	۱/٤٤	۳/۲۳	۱/٦	۱/۳	۰/۳
W5	۲/٦۵	۰/۰٦	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۱۸	۱/۱۳	۱/۳۵	۳/۰٤	۱/۷	۱/٤	۰/۳
W6	۳/٤۱	۰/۰٦	۰/۰۸	۰/۱	۰/۲۳	۱/٤۵	۱/۷٤	۳/۹۱	۱/۳	۱/۱٤	۰/۲
W8	۳/۷٦	۰/۰٦	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۲۵	۱/٦	۱/۹۲	٤/۳۲	۱/۲	۱	۰/۲
W9	۳/۱۸	۰/۰٦	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۲۱	۱/۳۵	۱/٦	۳/٦۵	۱/٤	۱/۲	۰/۲
W10	۲/۸۱	۰/۰٦	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۱۹	۱/۲	۱/٤٤	۳/۲۳	۱/٦	۱/۳	۰/۳
W12	۱/۷۵	۰/۰٦	۰/۰٤	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۷٤	۰/۸۹	۲/۰۱	۲/٦	۲/۲	۰/۵
W13	۲/۵	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰۷	۰/۱۷	۱/۰٦	۱/۳	۲/۸۷	۱/۸	۱/۵	۰/۳
W14	۲/۷۵	۰/۰٦	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۱۹	۱/۱۷	۱/٤۱	۳/۱٦	۱/۷	۱/٤	۰/۳
W15	۳/۹۲	۰/۰٦	۰/۱	۰/۱۲	۰/۱۲	۱/٦۷	۲/۰۱	٤/۵	۱/۲	۰/۹	۰/۲
W16	۳/٦۲	۰/۰٦	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۲۵	۱/۵٤	۱/۸۵	٤/۱٦	۱/۲	۱	۰/۲

بحث

نتایج فلوئور و نیترات آب زیرزمینی در دو فصل تر و خشک در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج میزان غلظت فلوئور و نیترات با استانداردهای آب آشامیدنی مقایسه گردید و نشان داد در برخی از چاهها غلظت فلوئور و نیترات بالاتر از حد استاندارد است. مطالعاتی که خدایی و همکاران در منطقه دزفول- اندیمشک انجام داده اند نشان داده است که غظت نیترات فراتر از حد استاندارد بوده است. تحقیقات عمر و همکاران در سال ۲۰۱٤ میلادی در عربستان سعودی نشان داده است که در منطقه مورد مطالعه غلظت نیترات و فلوئور بالاتر از حد استاندارد بوده و منشأ نیترات از کودهای نیتروژن دار و منشأ اصلی فلوئور زمین زاد است. نتایج مطالعه حاضر در خصوص غلظت فلوئور و نیترات مبین آن است که مقدار اندازه گیری شده فلوئور در ۷۵درصد چاهها و نیترات در ٤۵ درصد چاهها بالاتر از حد جهانی بوده است و منشا نیترات از کودهای کشاورزی و منشا فلوئور زمین زاد است.

ارزیابی ریسک سلامت: بر طبق آژانس حفاظت از محیط زیست (EPA) برای ارزیابی ریسک سلامت تکنیک هایی وجود دارد که می توانیم تحت شرایط زیر از آنها استفاده کنیم. این ارزیابی ریسک تحت شرایط مصرف آب در هر روز، می تواند در تمام طول عمر انسان یا برای یک دوره

مشخص محاسبه گردد.به علت اینکه نیترات و فلوئور جز گروه D مواد سرطان زا تقسیم بندی شد، ما در محاسبات از روش مخاطرات مواد غیر سرطانی به روش زیر استفاده می کنیم(USEPA).مدل ارزیابی مواد غیر سرطان‌زا برای نیترات و فلوئور به صورترابطه ۱ می-باشد:

$$HQ=CDI/RFD \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این فرمولHQ ریسک خطر مواد غیر سرطان زا،CDI میانگین دوز روزانه (mg/kg-d) وRfD دوز مرجع (mg/kg-d) است.

دوز مرجع برای نیتراتmg/kg-d ۱/٦ (IRIS, 1991) و برای فلوئورmg/kg-d ۰/۰٦است(IRIS,1989).

میانگین دوز روزانه از رابطه ۲ محاسبه می‌شود.

$$CDI = C_W \times WI \times F \times D/(BW \times T) \quad \text{رابطه(۲)}$$

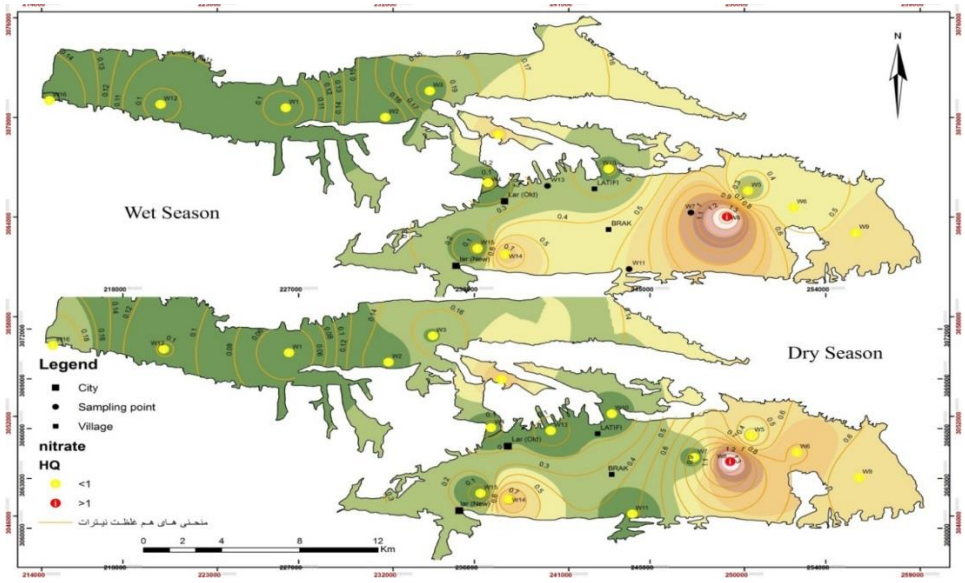
که در این رابطه غلظت نیترات و فلوئور در آب (Cw) متوسط مقدار در طول زمان مواجهه که معمولا برای تعیین مقدار مواد شیمیایی آب هنگام ارزیابی خطر سلامت، استفاده می شود.مقدار آب آشامیدنی (WI) که آب جذب شده مستقیما به درجه مواجهه فرد پذیرنده مواد آلوده کننده مرتبط است. در اینجا تعداد داده های مناسب برای انجام آنالیزهای آماری منطقه مورد مطالعه کافی نیست. بنابراین ما از اطلاعات USEPA برای آب آشامیدنی استفاده می کنیم که برای بزرگسالان دو لیتر و برای کودکان ۱ لیتر در روز می باشد. تناوب مواجهه (F) و مدت مواجهه (D) که تناوب مواجهه ، تناوب قرار گرفتن فرد پذیرنده در معرض مواد سمی می باشد. بخاطر اینکه نیترات و فلوئور از طریق آب آشامیدنی وارد بدن می شود برای این مطالعهd/a ۳٦٥ انتخاب شد. مدت مواجهه، مدت زمانی است که فرد پذیرنده در معرض مواد آلوده کننده قرار گرفته است. با در نظر گرفتن مهاجرت جمعیت،EPA برای بزرگسالان و کودکان مقادیر مرجعa/life time ٤٠ وa/life time ٦ را به ترتیب پیشنهاد داده است. وزن (BW) که میانگین وزن ۷۸ کیلوگرم را برای مردان و ٦٥ کیلوگرم را برای زنان و ١٤/٥ کیلوگرم برای کودکان انتخاب کردیم.

زمان متوسط (T) که برای مواد غیر سرطان زا، EPA اساسا مقدار زمان مواجه ×d/a ٣٦٥ را به عنوان زمان متوسط مواجهه استفاده می‌کند.

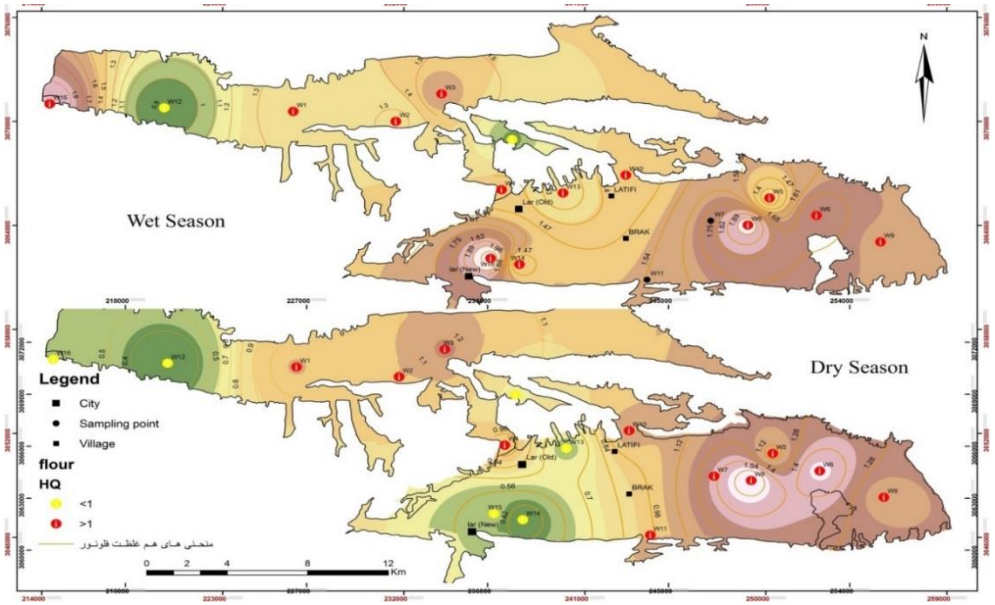
توصیف شخصیت خطرکه بر اساس تمامی اطلاعات فوق الذکر ما شاخص مخاطرات سلامت HQ که سطح خطر سلامت را برای مواد غیر سرطان زا بیان می کند تأیین کردیم. HQ<1 شرایط امن را نشان می دهد. جدول ۲ و ۳ نتایج ارزیابی ریسک نیترات و فلوئور را به ترتیب در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.

شکل ۲ و ۳ نقشه توزیع ارزیابی ریسک سلامت نیترات و فلوئور را برای افراد بالغ در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد و شکل ٤ و ٥ نقشه ارزیابی ریسک سلامت نیترات و فلوئور را برای کودکان در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهدکه نقاط قرمز رنگ HQ>1 را نشان می-دهد که منطقه خطر و نقاط زردرنگ، HQ<1 و شرایط امن را از لحاظ فلوئور و نیترات مشخص می کند. شیائوسی و همکاران در تحقیقی که بر روی ارزیابی ریسک سلامت نیترات در شمال چین انجام دادند ارزیابی ریسک سلامت بزرگسالان را کمتر از کودکان بدست آوردند(Xiaosi et al, 2013). ارزیابی ریسک سلامت در منطقه مورد مطالعه در طول دوره تحقیق نشان می دهد که ریسک خطر مواد غیر سرطانزا (HQ) برا کودکان بیشتر از یک است و کودکان نسبت به بزرگسالان بیشتر در معرض خطر هستند.

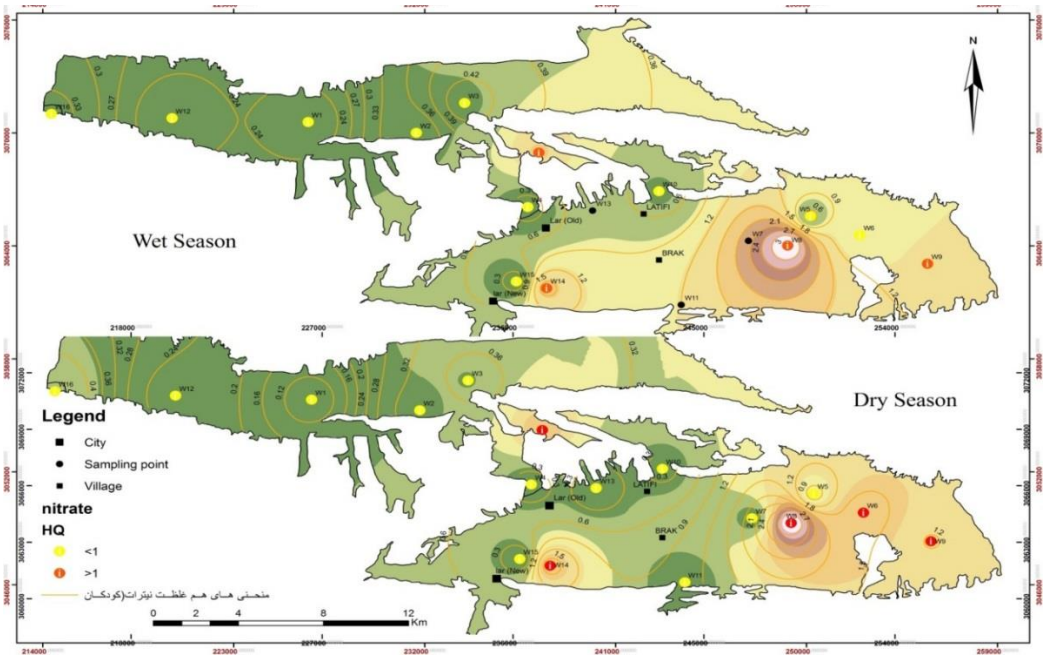
مقایسه نتایج ارزیابی ریسک دو مطالعه نشان می دهد که در دو منطقه ارزیابی ریسک برای کودکان بیشتر از بزرگسالان است.



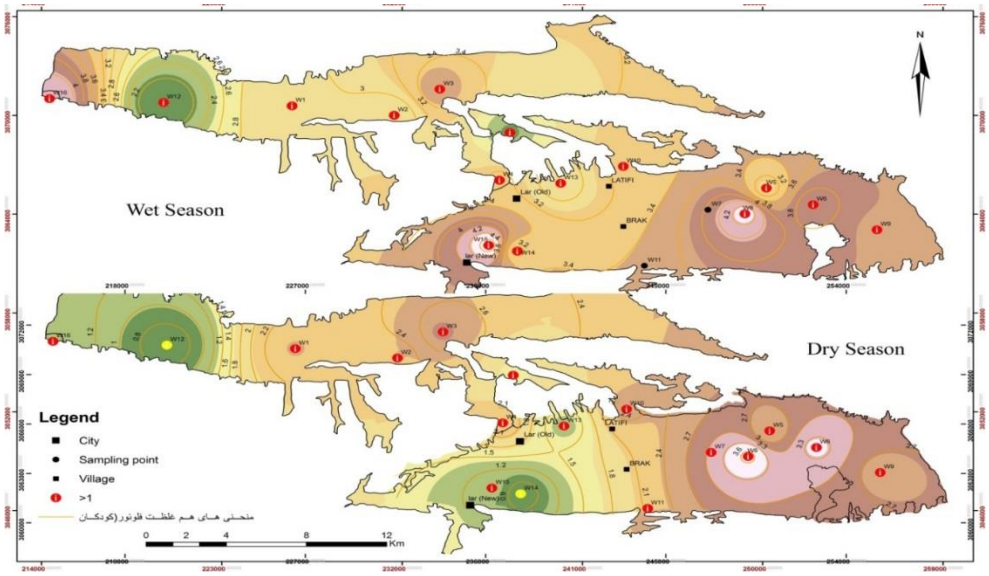
شکل ۲:توریع ارزیابی ریسک سلامت نیترات (افراد بالغ) در منطقه مورد مطالعه



شکل ۳: توریع ارزیابی ریسک سلامت فلوئور (افراد بالغ) در منطقه مورد مطالعه



شکل ٤: توریع ارزیابی ریسک سلامت نیترات (کودکان) در منطقه مورد مطالعه



شکل ٥: توریع ارزیابی ریسک سلامت فلوئور (کودکان) در منطقه مورد مطالعه

٥. نتیجه گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می دهد که میانگین غلظت فلوئور و نیترات در نمونه های آب زیرزمینی منطقه لار بیش از حد مجاز این دو یون در آبهای آشامیدنی است. مطالعات صورت گرفته در نقاط مختلف دنیا بر روی اثرات مزمن غلظت بالای فلوئور و نیترات در منابع آب آشامیدنی بر سلامت انسان نشان می دهد که غلظت بالای فلوئور می تواند باعث ایجاد بیماری هایی مانند فلوروسیس دندانی و استخوانی و غلظت بالای نیترات باعث بیماری هایی مانند متموگلوبینمیا شود. احتمال خطر نیترات آب های زیرمینی منطقه مورد مطالعه نزدیک کانال های فاضلاب کشاورزی و

مناطق کشاورزی بلاتر است در حالیکه احتمال خطر در مناطق شهری پایین است. بعلاوه به خطر افتادن سلامت بزرگسالان کمتر از کودکان است. در تحقیق حاضر به دلیل محدودیت های مالی پارامترهایی مورد استفاده در ارزیابی ریسک خطر عمدتا از سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) بدست آمد، از این رو مطالعات بیشتر نیازمند بدست آوردن اطلاعات ویژه از منطقه مورد مطالعه است.

منابع

- **ابراهیمی، ر.، شاکری، ع.، تقوی، ا.، فرهانی، ن.، (۱۳۹۲)،** "ژئوشیمی زیست محیطی فلوئور و نیترات در منابع آب زیرزمینی دشت های لامرد و علامرودشت"، سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره بین المللی تخصصی علوم زمین.
- **استواری، ی.، بیگی هرچگانی، ح.، داودیان، ع.، (۱۳۹۱)،**"بررسی تغییرات مکانی نیترات در آب زیرزمینی دشت لردگان"، مدیریت آب و آبیاری، دوره۲، شماره ۱، ص ۶۷-۵۵.
- **خدایی، ک.، محمدزاده، ح.، ناصری، ح.، شهسواری، ع.، (۱۳۹۱)،** "بررسی الودگی نیترات آب زیرزمینی دشت دزفول- اندیمشک و تعیین منشا آلودگی به کمک ایزوتوپ های ^{15}N و ^{18}O"، فصلنامه زمین شناسی ایران، شماره ۳۲، ص ۹۳-۱۱۱.
- **داوری، ع.، دانش کاظمی، ع.، محمدی، ح.،عبداللهی علی بیک، ف.، (۱۳۸۳)،** "بررسی میزان شیوع فلوئوروزیس دندانی در دانش آموزان ۱۲ تا ۱۵ ساله بخش بستک استان هرمزگان در جنوب ایران"، مجله دندان پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شیراز، سال پنجم، شماره ۱و۲، ص ۳۶-۴۳.
- **Edmunds and smedley., (2004),** "Groundwater quality: focus on the fluoride problem in India", Current science, 73, pp743-746.
- **British Geological Survey (BGS)., (2004),** water quality fact sheet on nitrate.
- **Jalali, M., (2011),** "Nitrate pollutrion of groundwater in Toyserkan, Western Iran". Enviiron Earth Sci, v. 62(5), pp907-913.
- **Rodenbeck, SE., Crellin, JR., (2008),** "Public Health Assessment, Agency for Toxic Substances and Disease Registry", Publications of Mississippi,pp96.
- **EPA, (1998),** "National environmental methods index", EPA methods 340.1, 340.2, and 340.3.U.S. Environmental Protection Agency.
- **Oumar, A Loni ., Faisal, K Zaidi., Mansour, S Alhumimidi., Obaid, A Alharbi., Mohammed, T Hussein., Muawia, Dafalla., Khaled, A AlYousef., Osama M. K. Kassem (2014),** "Evaluation of groundwater quality in an evaporation dominant arid environment, a case study from Al Asyah area in Saudi Arabia", Arab J Geosci.
- **IRIS., (1991),** Nitrate. Integrated Risk information System. U.S. Environmental Protection Agency. http://www.epa.gov/iris/subst/0076.htm. Accessed September 23, 2013.
- **IRIS., (1989),** Fluorine (soluble fluoride). Integrated risk Information System. U.S. Environmental Protection Agency.
- **US EPA., (1999),** A risk assessment- Multiway exposure Spreadsheet calculation tool. Washington, DC: united States Environmental Protection Agency.
- **Xiaosi, Su., Huang, W., Yuling, Z., (2013),** "Health risk assessment of nitrate contamination in groundwater, A case study of an agricultural area in Northeast china", water resour manage27, pp3025-3034.

Journal of Environmental Geology

Nov. 10, No.37, Winter 2017

Health risk assessment of fluoride and nitrate in Lar area, south Iran

Masume nikbakht[1*], Mohsen Rezaei[2], Ata Shakeri[3]

[1]M.Sc. Student of geology, Department of applied geology, Faculty of Earth Sciences, Kharazmi university, Tehran, Iran

[2]Associate professor, Department of applied geology, Faculty of Earth Sciences, Kharazmi university, Tehran, Iran

[3]Associate professor, Department of applied geology, Faculty of Earth Sciences, Kharazmi university, Tehran, Iran

[*]corresponding author (Nikbakht.ms@gmail.com)

Abstract

Reducing the quality of ground water in arid and semi-arid southern regions of Iran, most of the pollution is geogenic source and human source. Among the many harmful contaminants, nitrate and fluoride contamination are more spread. In this study, in order to evaluate fluoride and nitrate concentrations and compare the results with national and international standards, health risk assessment was conducted in non-cancer diseases in the aquifer of Lar. In this study, more than 17 wells in two wet seasons (May) and the dry season (September) were sampled. Selected wells used primarily for agriculture. Anions values, Cl, and Cations Ca, K, Na, Mg, using APHA were analyzed in the laboratory. The human health risk assessment using indicators Environmental Protection Agency (EPA) was measured. The average concentration of fluoride and nitrate in the wet season F=2.9 NO3=19.7 and the dry season F=1.8 and NO3 = 16.3ppm, respectively. Risk factor (HQ) and CRlim (maximum water) was calculated for the elements fluorine and nitrate. The results show that the measured concentration for nitrate and fluoride elements in some samples taken over the limit set by the World Health Organization (WHO) for drinking water and hence the aquifer for domestic water use for people and especially the reported amounts of fluorine is dangerous for children.

Key words: risk assessment, fluoride, nitrate, aquifer Lar, pollution water