محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره ۷۲، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸
صفحات ۳۵۳ تا ۳۶۴

ارتباط کاربری اراضی و کیفیت منابع آب زیرزمینی استان چهارمحال‌وبختیاری

رسول زمانی احمد محمودی[۱]*؛ زینب علیمیرزایی[۲]؛ نسرین قرهی[۳] و مریم نجفی[۴]

۱- *استادیار گروه شیلات و محیط زیست دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد*
۲- *دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد*
۳- *استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد*
۴- *کارشناس شرکت آب و فاضلاب شهری استان چهارمحال و بختیاری*

(تاریخ دریافت ۹۷/۱۰/۰۱ - تاریخ پذیرش ۹۷/۱۱/۲۴)

چکیده:

آب زیرزمینی اصلی‌ترین منبع آب شرب در اکثر شهرها و روستاهای ایران می‌باشد و نیترات و فسفات به‌عنوان یکی از شایع‌ترین آلودگی‌های آب زیرزمینی در ایران سلامت مردم را تهدید می‌کند. این تحقیق با هدف تأثیر کاربری اراضی بر کیفیت آب شرب استان چهارمحال‌وبختیاری انجام شد. به این منظور تعداد ۱۳۲ نمونه آب از ۱۳۲ حلقه چاه در نقاط مختلف استان که برای تأمین آب آشامیدنی استفاده می‌شود تهیه شد و غلظت نیترات و فسفات در نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد. نتایج نشان داد غلظت یون‌های نیترات در ۹۲/۴۲ درصد نمونه‌ها پایین‌تر از حد مجاز بوده و در ۷/۵۸ درصد نمونه‌ها بالاتر از حد استاندارد است. غلظت فسفات در ۱۰۰ درصد نمونه‌ها پایین‌تر از حد استاندارد جهانی و ایران می‌باشد. همچنین بین غلظت نیترات و فسفات در سطح ۰/۰۰۱ ارتباط معنی‌داری وجود دارد (r= ۰/۲۹). طبق نتایج به‌دست‌آمده میزان نیترات در مناطق مسکونی اختلاف معنی داری با میزان نیترات در کاربری های مرتع، جنگل و باغ دارد (p<۰/۰۵). همچنین میزان فسفات در کاربری های مسکونی، کشاورزی، مرتع و باغ اختلاف معنی داری با میزان فسفات در کاربری جنگل دارد (p<۰/۰۵). در حال حاضر کیفیت آب منطقه مورد مطالعه از نظر غلظت نیترات در اکثر نقاط استان و از نظر غلظت فسفات در تمام استان از وضعیت خوبی برخوردار می‌باشد هرچند در غرب استان غلظت نیترات در ۱۰ نقطه بالاتر از حد مجاز می‌باشد. ازاین‌رو پایش، تصفیه و دفع بهداشتی فاضلاب‌های تولیدی و مصرف کمتر کودهای نیتروژن دار بایستی مورد توجه قرار گیرد.

کلید واژگان: نیترات، فسفات، کاربری اراضی، آب زیرزمینی، استان چهارمحال‌وبختیاری

* نویسنده مسئول؛ تلفن: ۰۳۸۳۲۳۲۴۴۲۳ ایمیل: rasoolzamani@yahoo.com

۱. مقدمه

آب‌های زیرزمینی یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی در سطح جهان هستند. در ایران، آب‌های زیرزمینی بخش زیادی از آب‌های عمومی کشور را تأمین می‌کنند، از اقتصادهای کشاورزی و صنعتی حمایت می‌کنند و جریان آب رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و تالاب‌ها را تأمین می‌کنند. امروزه سفره‌های زیرزمینی، منبع اصلی تأمین آب شرب بیش از ۱/۵ میلیارد نفر در سراسر جهان است (Dolati, 2012). بر اساس آماربرداری‌های انجام‌شده در کشور ۶۳ درصد آب شرب آحاد جامعه از طریق آب‌های زیرزمینی و ۳۰ درصد از آب‌های سطحی تأمین می‌شود. برخلاف رودخانه‌ها، آلودگی منابع و سفره‌های زیرزمینی عمدتاً غیرقابل بازگشت است، چراکه نوسازی آب در اعماق زمین در مقایسه با آب‌های سطحی، بسیار کند صورت می‌گیرد. همچنین درحالی‌که بیشتر رودخانه‌ها نهایتاً به آب‌های آزاد ختم می‌شوند، اما منابع زیرزمینی با گذشت زمان، صرفاً به ذخایر آلوده آب تبدیل می‌شوند (Dolati, 2012). در سال‌های اخیر به علت تغییرات اقلیمی استفاده از آب‌های زیرزمینی در کشاورزی و شرب، بسیار بیشتر شده است در نتیجه باید در مدیریت این آب‌ها نهایت دقت صورت گیرد. یکی از راه‌های استفاده‌ی مؤثر از این آب‌ها شناخت کیفیت این آب‌ها در رابطه با شرب و کشاورزی است و برای مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح و دقیق منابع آب نیاز به اطلاعات دقیق در این زمینه می‌باشد (Adeli, 2010). ازآنجاکه نوع استفاده از زمین می‌تواند به دو صورت مثبت و منفی بر کیفیت آب تأثیرگذار باشد، ازاین‌رو مشخص کردن میزان تأثیر و سهم مشارکت هر یک از انواع مختلف کاربری اراضی، به‌ویژه در مناطقی که آب برای مصارف شرب و خانگی از منابع آب سطحی و زیرزمینی تأمین می‌شود، ضروری است. نیترات و فسفات دو آلاینده عمده آب‌های زیرزمینی هستند که منشأ اصلی آن‌ها فاضلاب شهری و فعالیت‌های کشاورزی می‌باشند (Datta *et al*., 1997). در چند دهه اخیر در بیشتر موارد وقوع آلودگی نیترات در آب‌های زیرزمینی با فاضلاب‌های کشاورزی و استفاده از کودهای نیتروژنه مرتبط بوده است (Thorburn *et al*., 2003; Lerner & Papatolios, 1993).

نیتروژن و فسفر اگر بیش از مقدار مورد نیاز گیاه در خاک مصرف شود، مقدار مازاد آن توسط آبشویی به آب‌های زیرزمینی پیوسته و یا توسط رواناب وارد آب‌های سطحی خواهد شد. اگر مقدار این مواد بیش از حد استاندارد باشد باعث پدیده یوتریفیکاسیون شده که این پدیده رشد جلبک‌ها و سایر گیاهان آبزی و درنتیجه کاهش اکسیژن محلول آب، کاهش شفافیت آب و افزایش تقاضای بیوشیمیایی اکسیژن آب را به‌همراه خواهد داشت. باتوجه به اهمیت کیفیت آب زیرزمینی در این زمینه مطالعات بسیاری انجام شده است (Rebolledo *et al.,* 2016; Matiatos, 2016; Kihumba *et al.,* 2016; Kawagoshi *et al.,* 2019; Salman *et al.,* 2019).

Alighadri و همکاران (۲۰۱۳)، غلظت نیترات را در منابع تأمین‌کننده و شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر اردبیل مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد که غلظت نیترات در تمام نمونه‌ها (به‌استثنای یک منطقه از شبکه توزیع آب آشامیدنی) کمتر از مقدار مجاز تعیین‌شده (توسط استاندارد ایران) برای این ترکیب شیمیایی در آب آشامیدنی بود. Fathi & Beigi (۲۰۱۳) به‌منظور بررسی تغییرات در غلظت و الگوهای مکانی توزیع نیترات و فسفات آبخوان

شهرکرد در طی یک دوره پنج‌ساله از ۱۰۰ حلقه چاه کشاورزی در طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۵ نمونه‌برداری کردند. نتایج حاکی از افزایش میزان غلظت نیترات و فسفات به ترتیب از ۱۸ به ۲۷ میلی‌گرم و ۰/۰۵ به ۰/۱۵ میلی‌گرم بر لیتر بوده است. Amarlooei و همکاران (۲۰۱۴) با هدف ارزیابی میزان نیترات و نیتریت در آب‌های زیرزمینی شهر ایلام از ۶۰ حلقه چاه نمونه‌برداری نمودند. نتایج نشان داد که غلظت یون‌های نیترات در ۹۸/۳۳ درصد نمونه‌ها پایین‌تر از حد استاندارد و در ۱/۶۷ درصد نمونه‌ها بالاتر از حد استاندارد بوده است. Sajadi & Mozafarizadeh (۲۰۱۴) به‌منظور بررسی آلودگی شیمیایی آب زیرزمینی دشت برازجان از ۱۲ چاه در ماه‌های فروردین و مرداد سال ۱۳۹۱ نمونه‌برداری نمودند. براساس نتایج حاصله، آلودگی شدید نیترات (تا بیش از ۱۶۰ میلی‌گرم بر لیتر) آب‌های زیرزمینی به‌خصوص در بخش جنوبی دشت به‌وسیله فعالیت‌های کشاورزی و هم‌چنین چاه‌های جذبی و ورود آب آلوده از مرغداری‌ها رخ داده است. Hasani و همکاران (۲۰۱۵) برای بررسی اثرات کودهای شیمیایی بر منابع آب زیرزمینی روستاهای شهرستان شمیرانات، غلظت‌های نیترات، فسفات و پتاسیم ۵ حلقه چاه را در ۵ روستا به‌طور فصلی اندازه‌گیری نمودند. نتایج نشان می‌دهد غلظت‌های نیترات، فسفات و پتاسیم آب چاه‌های موردمطالعه به ترتیب در محدوده ۲۵-۵، ۰/۲۴-۰ و ۲۰-۲ میلی‌گرم بر لیتر قرار داشتند. Jeevanandam و همکاران (۲۰۰۷) هیدروژئوشیمی و کیفیت آب زیرزمینی بخش پایینی حوضه رودخانه در جنوب هندوستان را مورد ارزیابی قرار دادند؛ نتایج نشان‌دهنده غلظت بالای نیترات، کلر و فسفات در آب زیرزمینی و آلوده شدن منابع آب می‌باشد. Lawniczak و همکاران (2016) به‌منظور ارزیابی تأثیر کشاورزی و کاربری اراضی در آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی (جاری) به نیترات در مرکز و غرب لهستان ۱۵ حوزه و مناطق شاهد را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد حوزه‌های که تحت تأثیر کشاورزی (زراعت) قرار دارند، غلظت نیتروژن در آب‌های زیرزمینی در مقایسه با حوزه‌های جنگلی بالادست می‌باشد. Wang و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی به بررسی رابطه بین کاربری اراضی و منشأ نیترات در آب‌های زیرزمینی در شمال چین پرداختند. نتایج نشان داد که در مجموع ۸۰٪، ۴۹٪ و ۸۶٪ از نمونه‌های مناطق مسکونی، کشاورزی و جنگل به ترتیب از حد استاندارد WHO (WHO, 2004) (۵۰ میلی‌گرم بر لیتر نیترات) بالاتر بودند. استان چهارمحال‌وبختیاری در معرض افت و کاهش منابع آب زیرزمینی است. سهم غالب منابع آب زیرزمینی در تأمین نیازهای آبی استان که در بخش شرب و صنعت نزدیک به ۱۰۰ درصد و در بخش کشاورزی بیش از ۷۰ درصد برآورد شده است، این به معنای اهمیت حفظ و حراست از منابع آب زیرزمینی برای نیل به بهره‌برداری پایدار از منابع آب زیرزمینی است (موسوی و همکاران، ۱۳۹۲). باتوجه به اهمیت ترکیبات نیترات و فسفات در آب آشامیدنی و تأثیر آن‌ها بر سلامت انسان‌ها هدف از مطالعه حاضر بررسی غلظت این ترکیبات در آب‌های زیرزمینی استان چهارمحال‌وبختیاری و ارتباط آن با کاربری اراضی در سال ۱۳۹۵ می‌باشد. تاکنون مطالعات معدودی کیفیت منابع آب زیرزمینی را در مقیاس وسیع در کاربری‌های مختلف بررسی و مقایسه کرده‌اند. مطالعه حاضر سعی دارد علاوه بر بررسی کیفیت منابع آب زیرزمینی در کاربری‌های

مختلف، مناسب بودن منابع آب زیرزمینی بررسی شده را برای شرب نیز مورد مطالعه قرار دهد.

۲. مواد و روش‌ها

۱،۲. روش

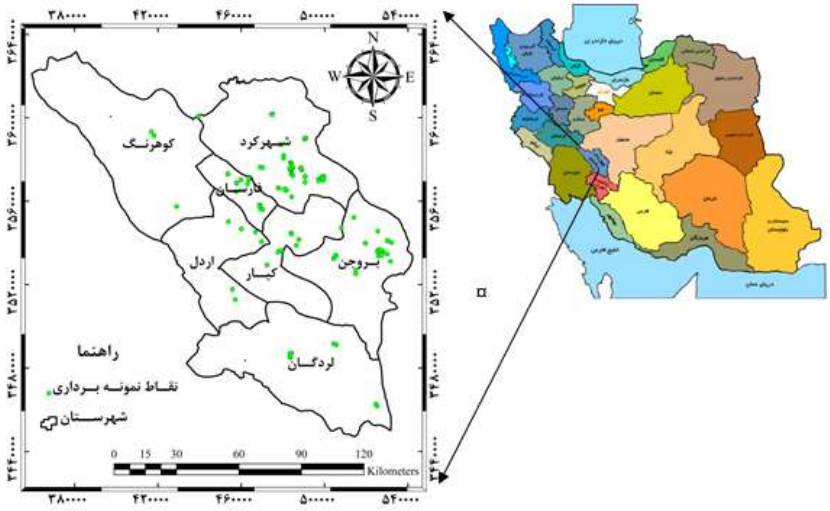
به‌منظور انجام این تحقیق از داده‌های مربوط به پارامترهای نیترات و فسفات ۱۳۲ نمونه آب زیرزمینی مربوط به سال ۱۳۹۵ که توسط شرکت آب و فاضلاب شهری استان چهارمحال‌وبختیاری تهیه شده، استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل نتایج حاصل از اندازه‌گیری نمونه‌ها توسط نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۴ انجام شد. به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌های نیترات و فسفات از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و برای بررسی همبستگی بین مقادیر نیترات و فسفات به دلیل نرمال نبودن داده ها از آزمون اسپیرمن استفاده شد. هم‌چنین به‌منظور مقایسه میزان نیترات و فسفات بین کاربری‌های مختلف از آزمون ANOVA و برای مقایسه چندگانه از آزمون دانکن استفاده شد. در ادامه مقادیر پارامترهای نیترات و فسفات با استانداردهای موجود مقایسه شد.

۲،۲. منطقه مورد مطالعه

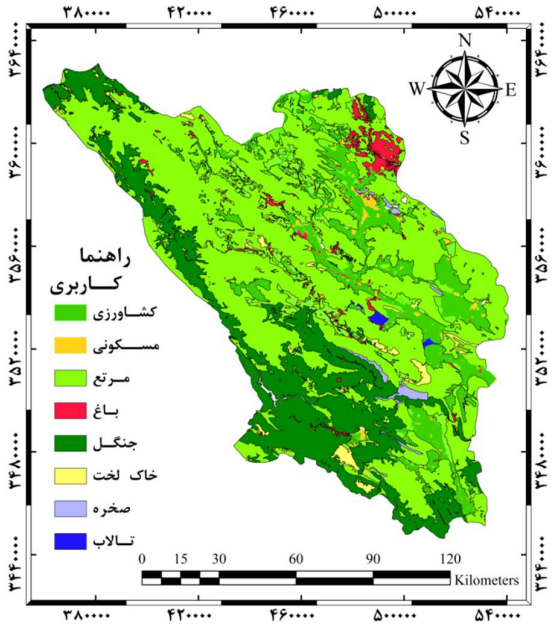
استان چهارمحال و بختیاری با مساحت ۱۶۳۲۸ کیلومترمربع و جمعیت برابر با ۹۴۷۷۶۳ بین عرض ۳۱ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و ۴۹ و طول ۲۸ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی قرار گرفته است. این استان در بخش مرکزی کوه‌های زاگرس واقع شده است. از شمال به استان اصفهان، از غرب به استان خوزستان و از جنوب به استان کهگیلویه و بویراحمد محدود است. در این پژوهش، به منظور بررسی اثر کاربری اراضی بر کیفیت آب شرب از داده‌های آب زیرزمینی ۱۳۲ حلقه چاه آب شرب در سال ۱۳۹۵، استفاده شد. موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه‌برداری شده در شکل ۱ و نقشه کاربری اراضی استان در شکل ۲ نمایش داده شده است. نقشه کاربری اراضی استان چهارمحال و بختیاری به روش تفسیر چشمی از روی تصاویر ماهواره لندست مربوط به سنجنده‌های TM و TIRS تهیه گردید (Rostami, 2017).

۳. نتایج

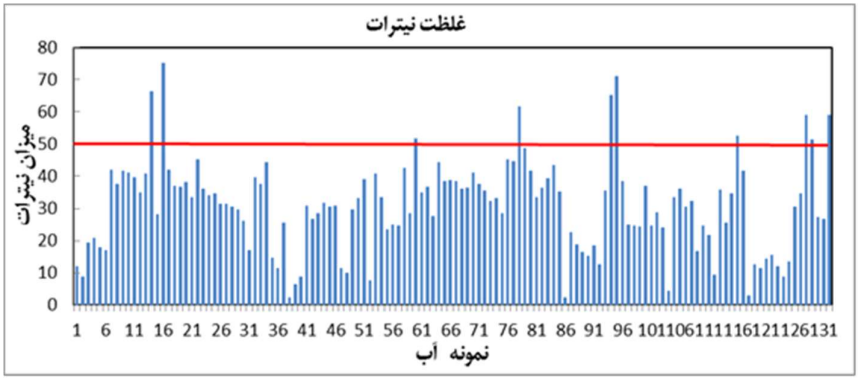
شکل‌های ۳ و ۴ تغییرات غلظت نیترات و فسفات در منابع آب زیرزمینی استان چهارمحال‌و بختیاری را در سال ۱۳۹۵ نشان می‌دهد. حد توصیه‌شده غلظت نیترات و فسفات توسط اداره حفاظت محیط‌زیست آمریکا و سازمان جهانی بهداشت به ترتیب ۵۰ و ۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد (U.S. EPA, 1995). به‌طوری‌که طبق جدول ۱ در سال ۱۳۹۵، غلظت نیترات در ۷/۵۸ درصد از نمونه‌ها، بیش از حد مجاز (۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) و ۹۲/۴۲ درصد نمونه‌ها پایین‌تر از مقدار استاندارد پیشنهادی بوده است. هم‌چنین غلظت فسفات در سال ۱۳۹۵، در ۱۰۰ درصد نمونه‌ها پایین‌تر از ۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر بوده است.



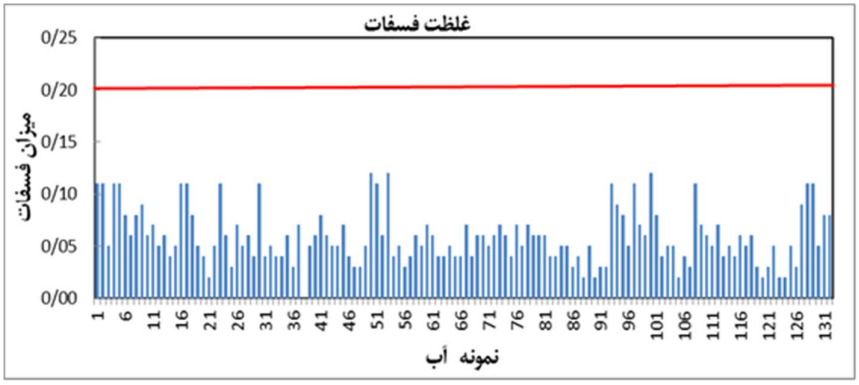
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه و نقاط نمونه‌برداری شده



شکل ۲- نقشه کاربری اراضی استان چهارمحال‌وبختیاری سال ۱۳۹۵



شکل ۳- تغییرات غلظت نیترات (میلی‌گرم بر لیتر) در ۱۳۲ نمونه آب زیرزمینی در استان چهارمحال‌وبختیاری در سال ۱۳۹۵



شکل ۴- تغییرات غلظت فسفات (میلی‌گرم بر لیتر) در ۱۳۲ نمونه آب زیرزمینی در استان چهارمحال‌وبختیاری در سال ۱۳۹۵

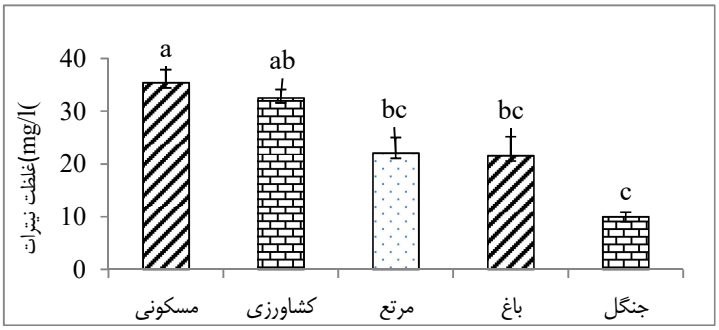
جدول ۱- توزیع فراوانی چاه‌های موردمطالعه از نظر آلوده بودن به نیترات و فسفات در سال ۱۳۹۵

پارامتر	وضعیت	فراوانی	درصد فراوانی
نیترات	سالم	۱۲۲	۹۲/۴۲
	آلوده	۱۰	۷/۵۸
	کل	۱۳۲	۱۰۰
فسفات	سالم	۱۳۲	۱۰۰
	آلوده	۰	۰
	کل	۱۳۲	۱۰۰

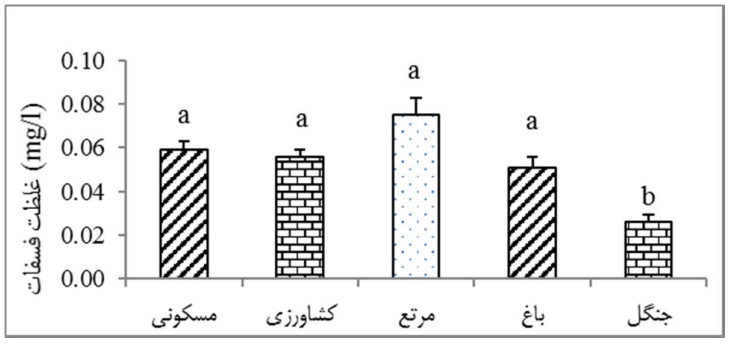
خلاصه آماری پارامترهای کیفی نیترات و فسفات آب‌های زیرزمینی استان چهارمحال‌و بختیاری به تفکیک کاربری‌ها در جدول ۲ ارائه‌شده است. نتایج حاکی از آن است که مقدار نیترات در استان با میانگین کل ۳۰/۷۴ و انحراف معیار ۱۴/۱۴ میلی‌گرم بر لیتر از حداکثر ۷۵ تا حداقل ۲/۱۲ میلی‌گرم بر لیتر و مقدار فسفات با میانگین ۰/۰۵۸ و انحراف معیار ۰/۰۲۶ از حداکثر ۰/۱۲ تا حداقل ۰ میلی‌گرم بر لیتر متغیر است. بالاترین میانگین نیترات مربوط به کاربری مسکونی (۳۵/۴۱ میلی‌گرم بر لیتر) و بالاترین میانگین یون فسفات مربوط به کاربری مرتع (۰/۰۷۵ میلی‌گرم بر لیتر) می‌باشد. بنابراین هنوز میانگین غلظت‌های نیترات و فسفات زیر حد توصیه شده می‌باشد، با این وجود در برخی نقاط در غرب استان چهارمحال‌و بختیاری غلظت بیشینه نیترات از این حد تعیین‌شده تجاوز می‌کند. بررسی هم بستگی بین غلظت نیترات و فسفات با استفاده از آزمون اسپیرمن در نرم‌افزار SPSS انجام شد. نتایج نشان داد بین غلظت نیترات و فسفات در سطح ۰/۰۰۱ ارتباط معنی‌دار بوده و میزان هم‌بستگی ۰/۲۹ می‌باشد. نتایج مقایسه میزان نیترات و فسفات بین کاربری‌های مختلف با استفاده از آزمون ANOVA نشان داد که بین میزان نیترات و فسفات در کاربری‌ها در سطح ۰/۰۱ اختلاف معنی دار وجود دارد. در ادامه به منظور بررسی اختلاف بین کاربری‌ها در میزان نیترات و فسفات از آزمون دانکن استفاده شد (شکل‌های ۵ و ۶).

جدول ۲- خلاصه آماری غلظت نیترات و فسفات (میلی‌گرم بر لیتر) منابع آب زیرزمینی استان چهارمحال‌وبختیاری در سال ۱۳۹۵

متغیر موردبررسی	کاربری	فراوانی	میانگین	انحراف معیار (SD)	حداقل	حداکثر	دامنه تغییرات
نیترات	کشاورزی	۷۰	۳۲/۵۲	۱۳/۱۱	۲/۱۲	۷۱	۶۸/۸۸
	مسکونی	۳۴	۳۵/۴۱	۱۴/۵۰	۲/۷۵	۷۵	۷۲/۲۵
	مرتع	۱۸	۲۲/۰۷	۱۲/۴۶	۲/۳۰	۴۱/۶۰	۳۹/۳
	باغ	۷	۲۱/۵۵	۹/۵۵	۸/۸۰	۳۰/۷۸	۲۱/۹۸
	جنگل	۳	۱۰/۰۲	۱/۴۵	۸/۶۰	۱۱/۵۰	۲/۹
	کل	۱۳۲	۳۰/۷۴	۱۴/۱۴	۲/۱۲	۷۵	۷۲/۸۸
فسفات	کشاورزی	۷۰	۰/۰۵۶	۰/۰۲۵	۰/۰۰	۰/۱۲	۰/۱۲
	مسکونی	۳۴	۰/۰۵۹	۰/۰۲۳	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۰۹
	مرتع	۱۸	۰/۰۷۵	۰/۰۳۲	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۱
	باغ	۷	۰/۰۵۱	۰/۰۱۳	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۴
	جنگل	۳	۰/۰۲۶	۰/۰۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۱
	کل	۱۳۲	۰/۰۵۸	۰/۰۲۶	۰/۰۰	۰/۱۲	۰/۱۲



شکل ۵- مقایسه میزان نیترات (میانگین ± خطای استاندارد) در کاربری‌های مورد بررسی (ANOVA، p<0.05). عدم وجود حروف مشابه بین دو ستون به معنی اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

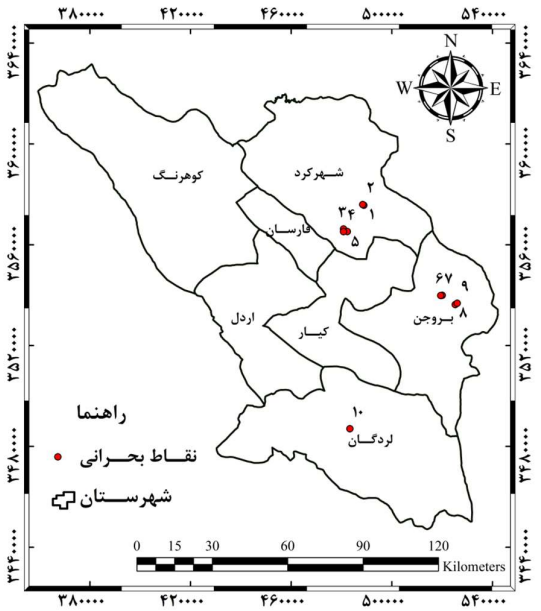


شکل ۶- مقایسه میزان فسفات (میانگین ± خطای استاندارد) در کاربری‌های مورد بررسی (ANOVA ، p<0.05). عدم وجود حروف مشابه بین دو ستون به معنی اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

بالاترین و پایین‌ترین غلظت ثبت‌شده برای یون نیترات مربوط به کاربری مسکونی و کشاورزی با غلظت ۷۵ میلی‌گرم بر لیتر در منطقه بروجن و ۲/۱۲ میلی‌گرم بر لیتر در منطقه چلگرد می‌باشد. همچنین بالاترین غلظت فسفات ۱۲/ ۰ میلی‌گرم بر لیتر در مناطق سفیددشت با کاربری مرتع، سورشجان و فرخشهر با کاربری کشاورزی و پایین‌ترین غلظت ثبت‌شده برای فسفات صفر میلی‌گرم بر لیتر در منطقه چلگرد است. لازم به ذکر است که چشمه خط انتقال در منطقه چلگرد دارای کمترین میزان نیترات و فسفات در استان چهارمحال‌وبختیاری می‌باشد. بیشترین غلظت نیترات در منطقه بروجن – فرادنبه و هفشجان مشاهده می‌شود؛ که غلظت نیترات در این مناطق بیش از حد مجاز شرب (۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) است (جدول ۳، شکل ۷).

جدول ۳-آمار چاه‌های با نیترات بیش‌از حد مجاز در استان چهارمحال و بختیاری سال ۱۳۹۵

ردیف	منطقه	کاربری	غلظت نیترات (میلی‌گرم بر لیتر)
۱	بروجن	مسکونی	۷۵
۲	بروجن	کشاورزی	۶۶/۳
۳	فرادنبه	کشاورزی	۷۱
۴	فرادنبه	کشاورزی	۶۵
۵	شهرکرد	کشاورزی	۵۱/۵
۶	شهرکرد	کشاورزی	۶۱/۵
۷	لردگان	مسکونی	۵۲/۴
۸	هفشجان	کشاورزی	۵۱/۳۴
۹	هفشجان	مسکونی	۵۸/۸
۱۰	هفشجان	مسکونی	۵۸/۸



شکل ۷- موقعیت چاه‌های با نیترات بیش‌ازحد مجاز در استان چهارمحال‌وبختیاری سال ۱۳۹۵

۴. بحث و نتیجه‌گیری

امروزه با توسعه اقتصادی جوامع و رشد روزافزون جمعیت همواره بشر به منابع غذایی بیشتری برای ادامه حیات نیازمند می‌باشد. در این راستا بشر نسبت به توسعه کشاورزی و استفاده از کودهای شیمیایی در مزارع اقدام می‌کند. طبق آمار و اطلاعات در استان چهارمحال‌و بختیاری در سال‌های اخیر به دلایل مختلف از جمله وقوع خشکسالی‌های شدید و افزایش جمعیت، نیاز روزافزون به مواد غذایی و استفاده از آب زیرزمینی برای کشاورزی، شرب و صنعت افزایش یافته است که این افزایش موجب به استفاده از کودهای شیمیایی، گسترش فاضلاب‌های شهری و صنعتی و دامداری‌ها شده است. به‌طورکلی می‌توان گفت که علت افزایش آلاینده‌ها در آب زیرزمینی استان چهارمحال بختیاری را می‌توان به افزایش جمعیت استان در طی سال‌های اخیر، افزایش تولیدات کشاورزی، افزایش تولید فاضلاب نسبت داد. کنترل غلظت نیترات و فسفات در آب‌های آشامیدنی بهترین روش جهت پیش‌گیری از بیماری‌ها و عوارض ناشی از آن‌ها می‌باشد. مقادیر یون نیترات در ۱۰ حلقه چاه در قسمت‌های شرقی استان از حد استاندارد جهانی (۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بیشتر می‌باشد، باتوجه به نقشه کاربری استان در سال ۱۳۹۵ بررسی حاکی از آن است که نقاط با آلودگی بیشتر در کاربری‌های مسکونی و کشاورزی قرار دارد. ذکر این نکته حائز اهمیت است که نمونه آب با بیشترین غلظت نیترات در منطقه بروجن با کاربری مسکونی در مجاورت منطقه کشاورزی و گلخانه قرار دارد. به‌طورکلی می‌توان آلودگی چاه‌های آب شربی که در مناطق کشاورزی و در مجاورت مناطق شهری قرار دارند به مصرف بیش‌ازحد کودهای نیتروژن‌دار و آبشویی نیترات خاک در اثر آبیاری در منطقه نسبت داد. درصد آلودگی نیترات در کاربری کشاورزی ۸/۵۷٪ و در کاربری مسکونی ۱۱/۷۶ درصد می‌باشد. با توجه به میانگین غلظت نیترات در کل استان (۳۰/۷۴ میلی‌گرم بر لیتر) در حال حاضر غلظت یون نیترات به‌عنوان یک مشکل حاد در کل استان نمی‌باشد. باتوجه به مطالعات مشابه در سایر مناطق ایران و همچنین در دشت‌های استان که نشان‌دهنده روند روبه‌رشد غلظت یون نیترات در منابع آب است در صورت عدم کنترل این مناطق و عدم اعمال مراقبت‌های لازم در آینده‌ای نه‌چندان دور شاهد بالاتر رفتن غلظت نیترات در کل منطقه خواهیم بود. نتایج مطالعه چاه‌های کشاورزی دشت شهرکرد توسط Beigi & Fathi (۲۰۱۳) نشان می‌دهد که از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۹۰ میزان نیترات از ۱۸ میلی‌گرم به ۲۷ میلی‌گرم رسیده است و این مقدار در سال ۱۳۹۵ با توجه به پژوهش انجام‌شده در دشت شهرکرد در ارتباط با چاه‌های آب شرب به ۶۱/۵ میلی‌گرم رسیده است که نشان‌دهنده روند افزایشی نیترات در دشت شهرکرد است (Mozafarizadeh & Sajadi, 2014)، آلودگی آب‌های زیرزمینی در بخش جنوبی دشت برازجان را ناشی از فعالیت‌های کشاورزی مطرح کرده است که با نتیجه مطالعه حاضر تطابق دارد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج Jeevanandam و همکاران (۲۰۰۷) که حاکی از افزایش غلظت نیترات می‌باشد و هم‌چنین با نتایج پژوهش Lawniczak و همکاران (۲۰۱۶) در لهستان که آلودگی آب زیرزمینی به نیترات را تحت تأثیر کشاورزی دانسته است، مطابقت دارد ولی با نتایج پژوهش Wang و همکاران (۲۰۱۷) که نشان می‌دهد غلظت نیترات به ترتیب در ۸۰٪ و ۴۹٪ مناطق

مسکونی و کشاورزی از حد استاندارد بالاتر بوده است هم‌خوانی ندارد و درصد آلودگی در استان بسیار کمتر می‌باشد. هم‌چنین با نتایج مطالعه Alighadri و همکاران (۲۰۱۳) در اردبیل و مطالعه Hasani و همکاران (۲۰۱۵) در شهرستان شمیرانات که حاکی از کمتر بودن غلظت نیترات در تمامی نمونه‌ها (به‌استثنای یک منطقه از شبکه توزیع آب آشامیدنی) در اردبیل است، هم‌خوانی ندارد.

Amarlooei و همکاران (۲۰۱۴)، در ارزیابی آب زیرزمینی ایلام به این نتیجه رسیدند که بالاترین غلظت ثبت‌شده نیترات ۱۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر مربوط به یکی از چاه‌های کشاورزی بوده است و بین نوع منطقه با غلظت نیترات در آب زیرزمینی ارتباط معنی‌داری وجود نداشت که در تقابل با نتیجه پژوهش حاضر می باشد. وجود ارتباط مثبت (۰/۲۹) و معنی دار ($p<۰/۰۰۱$) بین میزان نیترات و فسفات نشان‌دهنده حضور این دو آلاینده به‌طور هم‌زمان در منابع آب زیرزمینی می‌باشد و احتمالاً داری منشأ مشترک (غالباً کودهای کشاورزی و پساب های شهری) می‌باشند.

شکل ۵ مقایسه میزان نیترات در کاربری‌های مختلف را نشان می‌دهد. طبق نتایج به‌دست‌آمده میزان نیترات در کاربری‌های مسکونی دارای بیشترین مقدار می‌باشد. میزان نیترات در مناطق مسکونی اختلاف معنی‌داری با میزان نیترات در کاربری‌های مرتع، جنگل و باغ دارد. احتمالاً دلیل این اختلاف معنی‌دار مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژن‌دار در زمین‌های کشاورزی و نفوذ تدریجی ترکیبات نیتروژن‌دار از مزارع و پساب‌های خانگی به سفره‌های آب زیرزمینی می‌باشد. شکل ۶ مقایسه میزان فسفات را در کاربری‌های مختلف نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان فسفات در کاربری‌های مسکونی، کشاورزی، مرتع و باغ اختلاف معنی‌داری با میزان فسفات در کاربری جنگل دارد ($p<۰/۰۵$). احتمالاً دلیل این اختلاف معنی دار مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته در مزارع کشاورزی، باغات، مراتع و نفوذ فسفات از پساب‌های شهری به منابع آب زیرزمینی می‌باشد. نکته جالب‌توجه این‌که در مراتع کودهای ازته و فسفاته به‌منظور اصلاح خاک استفاده می شود. کمبودهای خاک باعث کاهش تولید علوفه، تغییر ترکیب گیاهی و کاهش مواد غذایی علوفه می‌گردد.

تحلیل نتایج مربوط به غلظت فسفات نشان‌دهنده مناسب بودن کیفیت آب شرب از نظر فسفات در تمامی کاربری‌ها می‌باشد زیرا غلظت فسفات در تمامی ۱۳۲ نمونه اندازه‌گیری شده زیر حد استاندارد (۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر) بوده است که می‌تواند حاکی از استفاده مناسب و بهینه از کودهای شیمیایی فسفاته در کاربری کشاورزی بوده است. نتایج غلظت فسفات با نتایج مطالعه Beigi & Fathi (۲۰۱۳) در دشت شهرکرد و مطالعه Hasani و همکاران (۲۰۱۵) در شهرستان شمیرانات که حاکی از پایین بودن غلظت نیترات در آب زیرزمینی بوده است هم‌خوانی دارد.

۱،۴. نتیجه‌گیری

به‌طورکلی به‌منظور کنترل و جلوگیری از افزایش روند آلودگی نیترات در آب‌های شرب استان نظارت و کنترل بر استفاده از کودهای شیمیایی به‌ویژه نیترات در زمین‌های کشاورزی، برنامه‌ریزی جهت تصفیه فاضلاب‌های شهری، صنعتی و گسترش شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب در استان و حاشیه آن از مهم‌ترین راهکارهای عملی جهت کنترل غلظت یون نیترات در

منابع تأمین‌کننده آب آشامیدنی می‌باشد. هم‌چنین به‌منظور جلوگیری از آلودگی بیشتر در نقاط بحرانی توصیه می‌شود نمونه‌برداری‌های مستمر صورت گرفته و در صورت افزایش آلودگی غلظت نیترات کنترل و در صورت عدم کنترل نسبت به خارج ساختن این حلقه چاه از شبکه تأمین آب شرب استان اقدام نمایند. بدین منظور علاوه بر ارائه برنامه‌های عملی باید تمهیدات مؤثری در کنترل آلودگی آب شرب منطقه تحت مطالعه در درازمدت، تعامل با ارگان‌ها و سازمان‌های مربوط در امر حفاظت و بهبود کیفیت آب، کنترل برداشت از آب‌های زیرزمینی و هم‌چنین تلاش در جهت تدوین برنامه‌های منظم و مدرن جهت بررسی روند تغییرات اتخاذ شود.

۵.تقدیر و تشکر

این مقاله با حمایت مالی دانشگاه شهرکرد انجام شده است.

References:

Adeli, M. 2010. Analysis of water resources quality of Gorgan county using with GIS, National conference of geomantic. Cartographic Center, May 2010. in Persian.

Alighadri, M., Hazrati, S., Sakhaiezadeh, A. 2013. Measurement of nitrate doncentrations in drinking water supply Sources and distribution detwork of Ardabil city. 2(2), 69-75. in Persian

Amarlooei, A., Nazeri, M., Nourmoradi, H., Sayehmiri, K., Khodarahmi, F. 2014. Investigation on the noncentration of nitrate and nitrite in Ilam ground waters. Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences 22(4), 33-41. in Persian

Datta, P. S.; Deb, D. L. and Tyagi, S.K. 1997. Assessment of groundwater contamination from fertilizers in Delhi area based on 18O, NO3- and K+ composition. Journal of Contaminant Hydrology 27 (3-4), 249- 262 .

Dolati, S. 2012. Dispersion process of phosphorous in groundwater resources (Case study: rice field of north of Iran). M.Sc. Thesis in Civil engineering-Environment, Khajeh Nasir Toosi University of Technology, Faculty of Civil engineering. in Persian.

Fathi Hafshejani, E., Beigi Harchegani, H. 2013. Spatial variability and mapping of Nitrate and Phosphate in Shahrekord groundwater over a Period of Five Years. Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources). 17 (65), 63-75. in Persian

Hasani, A., Eskandari, M., Sayadi, M. 2015. Investigation of chemical fertilizers effects on groundwater quality of Shemiran villages. Sustainability, Development & Environment 2(4), 1-15. in Persian

Jeevanandam, M., Kannan, R.; Srinivasalu, S. and Rammohan, V. 2007. Hydrogeochemistry and groundwater quality assessment of lower part of the Ponnaiyar River Basin, Cuddalore district, South India. Environmental monitoring and assessment 132 (1-3), 74-263 .

Kawagoshi, Y., Suenaga, Y., Chi, N. L., Hama, T., Ito, H. and Van Duc, L. 2019. Understanding nitrate contamination based on the relationship between changes in groundwater levels and changes in water quality with precipitation fluctuations. Science of The Total Environment 657, 146-153.

Kihumba, A.M., Longo, J.N. and Vanclooster, M. 2016. Modelling nitrate pollution pressure using a multivariate statistical approach: the case of Kinshasa groundwater body, Democratic Republic of Congo. Hydrogeology journal 24(2), 425-437.

Lawniczak, A.E., Zbierska, J., Nowak, B.,

Achtenberg, K., Grześkowiak, A. and Kanas, K. 2016. Impact of agriculture and land use on nitrate contaminatio in groundwater and running waters in central-west Poland. Environmental Monitoring and Assessment 188(3), 172 .

Lerner, D.N. and Papatolios, K.T., 1993. A simple analytical approach for predicting nitrates concentrations in pumped ground water. Groundwater 31(3), 370-376 .

Matiatos, I., 2016. Nitrate source identification in groundwater of multiple land-use areas by combining isotopes and multivariate statistical analysis: a case study of Asopos basin (Central Greece). Science of the Total Environment 541, 802-814.

Mosavi, S.A., Samadi Borogeni, H., Noori Emamzadee, S.M. 2013. Challenge's of providing agricultural water in Chaharmahal & Bakhtiari Province, The First national conference of water and aqriculture, Iranian Association Of Irrigation and Drainage, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch. in Persian

Mozafarizadeh, M., Sajadi, Z. 2014. 2Survey of groundwater chemical pollution in the Borazjan plain. Iranian South Medical Journal, 17(5), 927-937. in Persian

Rebolledo, B., Gil, A., Flotats, X. and Sánchez, J.Á. 2016. Assessment of groundwater vulnerability to nitrates from agricultural sources using a GIS-compatible logic multicriteria model. Journal of environmental management 171, 70-80.

Rostami, A.A. 2017. Evaluation of surface temperature in relation to land use/cover using remote sensing data (case study: Chaharmahal & Bakhtiari Province). MSc Thesis in Natural resources, Shahrekord University, Faculty of Natural Resource and Earth Science. in Persian.

Salman, S.A., Arauzo, M. and Elnazer, A.A. 2019. Groundwater quality and vulnerability assessment in west Luxor Governorate, Egypt. Groundwater for Sustainable Development 8, 271-280.

Thorburn, P.J. Biggs, J.S. Weier, K.L. and Keating, B.A. 2003. Nitrate in groundwater of intensive agricultural areas in coastal Northeastern Australia. Agriculture, ecosystems & environment 94(1), 49-58 .

U. S. EPA, 1995. Quality criteria for water. EPA 001-86-5/440. USEPA. Washington.

Wang, S., Zheng, W., Currell, M., Yang, Y., Zhao, H. and Lv, M. 2017. Relationship between land-use and sources and fate of nitrate in groundwater in a typical recharge area of the North China Plain. Science of the Total Environment 609, 607-620 .

WHO, 2004. Hardness in drinking-water: background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality. World Health Organization.