

## Study of five years nitrite and nitrate content trends of Zanjan groundwater resources using GIS from 2006 to 2010

Akbar Eslami<sup>1</sup>, Mehdi Ghadimi<sup>2\*</sup>

1- Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- MSc Student in Environmental Health Engineering, School of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

### ABSTRACT

**Background and Aims:** Nitrite and nitrate ions are considered part of the natural cycle of nitrogen. Concentrations over the standards endanger human health, therefore determination of groundwater nitrite and nitrate contamination, using a new technology is necessary. The purpose of this study was to compile, map, and evaluate patterns of nitrite and nitrate occurrence in Zanjan groundwater during 2006 to 2010.

**Materials and Methods:** This cross-sectional study was investigated on Zanjan drinking water wells. Groundwater samples were taken directly from 72 wells. Nitrite and nitrate content of samples identified. Geographic information systems, ArcGIS and IDRISI, were used to map and evaluate the data and also analysis the nitrite and nitrate content trends.

**Results:** The results of this study showed that only a well had nitrate concentration above the standard and other wells were acceptable in nitrite and nitrate concentrations. The data showed falling and rising trend in nitrite and nitrate concentrations, respectively.

**Conclusion:** Whereas the sewer system and wastewater treatment plant in Zanjan is not yet fully implemented, and traditional method of wastewater disposal is using absorption wells, hence, it can be contamination sources in the water.

**Key words:** Nitrite, Nitrate, Groundwater, GIS, Zanjan

### \*Corresponding Author:

School of health Shahid Beheshti University of medical sciences, Tehran, Iran

**Tel:** +982122432040-41

**Email:** ghadimi566@yahoo.com

**Received:** 7 Jan. 2013

**Accepted:** 17 Apr. 2013

## بررسی روند تغییرات پنج ساله غلظت نیتریت و نیترات منابع آب زیرزمینی شهر زنجان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹

اکبر اسلامی<sup>۱</sup>، مهدی قدیمی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی  
<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

### چکیده

**زمینه و اهداف:** یون‌های نیتریت و نیترات بخشی از چرخه طبیعی نیتروژن محسوب می‌شوند. غلظت بیش از استاندارد آنها سلامتی انسانها را به خطر انداخته و تعیین روند آلودگی آبهای زیرزمینی به نیتریت و نیترات با بهره‌گیری از فن‌آوری جدید را ایجاب می‌نماید. هدف از این تحقیق تفسیر، پهنه‌بندی و ارزیابی الگوهای ایجاد شده نیتریت و نیترات در آب زیرزمینی شهر زنجان از سال ۸۵ تا ۸۹ می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** این تحقیق به روش توصیفی-مقطعی بر روی چاه‌های آب آشامیدنی شهر زنجان صورت گرفت. نمونه‌های آب زیرزمینی مستقیماً از ۷۲ چاه برداشت شد. غلظت نیتریت و نیترات نمونه‌ها تعیین شد. از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، ArcGIS و IDRISI، برای پهنه‌بندی، ارزیابی داده‌ها و آنالیز روند تغییرات در غلظت نیتریت و نیترات استفاده شد.  
**یافته‌ها:** نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که فقط یکی از چاه‌ها غلظت نیترات فراتر از استاندارد داشته و در بقیه چاه‌ها غلظت نیتریت و نیترات در حد مجاز بودند. داده‌ها به ترتیب روند تغییرات کاهشی و افزایشی در غلظت نیتریت و نیترات نشان دادند.  
**نتیجه‌گیری:** با توجه به اینکه شبکه جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه‌خانه فاضلاب شهر زنجان بطور کامل بهره‌برداری نمی‌شود و هنوز دفع فاضلاب به صورت سنتی و در قالب دفع به چاه‌های جذبی می‌باشد، از این رو می‌تواند منبع آلودگی منابع آب زیرزمینی شهر زنجان باشد.

**کلید واژه‌ها:** نیتریت، نیترات، آب زیرزمینی، GIS، زنجان

\*آدرس نویسنده مسئول:

تهران - بزرگراه چمران - ولنجک - خیابان تابناک - بلوار دانشجو - دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی دانشکده بهداشت - تلفن: ۰۲۱-۲۲۴۳۲۰۴۰

Email: ghadimi566@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۱۰/۱۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱/۲۸

**مقدمه:**

لوالئیس و همکاران، آلودگی آب زیرزمینی از طریق نترات در ارتباط با کشت سیب زمینی در کبک کانادا را بررسی کرده‌اند [۸]. تجزیه و تحلیل داده‌ها با ترکیب سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های آماری انجام شده است. استرل و همکاران و فراید مروری بر آلودگی نترات آب زیرزمینی در اروپا داشته‌اند [۹، ۱۰].

داده‌های آنها یک روند افزایشی در غلظت نترات در طول زمان نشان داد. غلظت‌های بالای نترات در زیر زمین‌های کشاورزی و مناطق تغذیه آب زیرزمینی گزارش شده است. بالاترین غلظت نترات، بالای ۵۰ mg/L، در زیر خاک‌های شنی با مدیریت قوی محصولات و چراگاهها ایجاد شده است. منطقه مورد مطالعه، شهر زنجان، در طول جغرافیایی ۲۹° ۴۸' عرض جغرافیایی ۴۰° ۳۶'، ارتفاع ۱۶۵۰ متری و با جمعیت تقریبی ۴۰۰۰۰۰ نفر می‌باشد [۱۱]. در شکل (۱) موقعیت شهر زنجان و منطقه مورد مطالعه نشان داده می‌شود.



شکل ۱- موقعیت شهر زنجان و منطقه مورد مطالعه

**مواد و روش‌ها:**

این تحقیق به روش توصیفی-مقطعی روی چاه‌های آب آشامیدنی شهر زنجان صورت گرفت. نمونه‌های آب زیرزمینی مستقیماً از ۷۲ چاه برداشت شد. عمق چاه‌ها در دامنه ۸۰ تا ۲۳۶ متر و آبدهی آنها بین ۴ تا ۷۰ لیتر در ثانیه می‌باشد. غلظت نیتريت و نترات نمونه‌ها تعیین گردید. موقعیت و شماره چاه‌ها در شکل (۲) نشان داده شده است. اطلاعات مکانی مورد نیاز برای پهنه بندی چاه‌ها از شرکت آب و فاضلاب زنجان اخذ شد. اطلاعات مربوط به آنالیز نیتريت و نترات در سالهای ۸۵ تا ۸۸ از آزمایشگاه آب مرکز بهداشت استان زنجان تهیه گردید. و در سال ۸۹ از ۳۵ چاه نمونه برداری و سپس

آب زیرزمینی یک منبع مهم آب آشامیدنی برای بسیاری از مردم جهان می‌باشد. آب زیرزمینی از طریق منابع طبیعی یا فعالیت‌های انسانی متعددی می‌تواند آلوده شوند [۱]. نیتريت و نترات یون‌هایی هستند که به عنوان بخشی از چرخه طبیعی نیتروژن وجود دارند. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که آلودگی منابع آب زیرزمینی به نترات در بسیاری از کشورهای دنیا بصورت یک مشکل جدی مطرح است. تخلیه پساب تصفیه خانه‌هایی که نیتريفیکاسیون و دنیتريفیکاسیون روی آن انجام نشده باعث آلودگی آب زیرزمینی به نترات می‌شود [۲].

وقتی نترات در آب آشامیدنی کمتر از ۱۰ میلی گرم در لیتر باشد منبع اصلی ورود نترات به بدن سبزیجات می‌باشند، ولی وقتی که مقادیر آن بالاتر از ۵۰ میلی گرم در لیتر شود، منبع اصلی ورود نترات به بدن آب آشامیدنی می‌باشد [۳]. نترات شایع‌ترین آلاینده آب زیرزمینی است. آلودگی آب زیرزمینی توسط نترات با توجه به رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای مواد غذایی، یک مشکل جهانی می‌باشد. اثرات بهداشتی نامطلوب در اثر غلظت‌های بالای نترات در آب آشامیدنی گزارش شده است که از شناخته شده‌ترین آنها متهموگلوبینمیا (Methemoglobinemia)، سرطان معده و لنفوم غیرهوچکین (Non-Hodgkin's lymphoma) می‌باشند [۴].

حداکثر غلظت قابل قبول براساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی و استاندارد ملی ایران (ISIRI) برای نترات و نیتريت به ترتیب ۵۰ و ۳ میلی گرم در لیتر می‌باشد. درخصوص حضور توأم نترات و نیتريت باید رابطه:

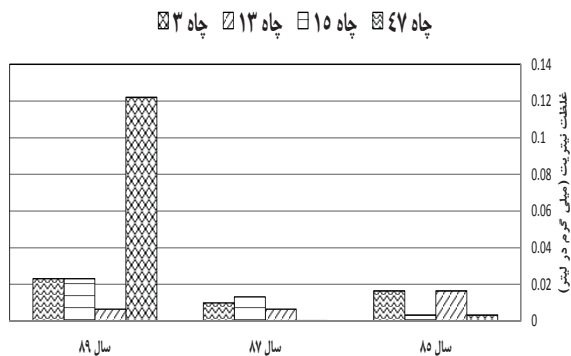
$$\frac{C_{\text{Nitrite}}}{G_{\text{vNitrite}}} + \frac{C_{\text{Nitrate}}}{G_{\text{vNitrate}}} \leq 1$$

برقرار باشد [۵-۷].

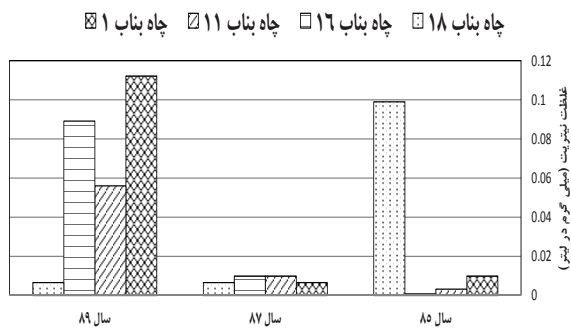
سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) اخیراً به عنوان ابزاری قدرتمند برای مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات مکانی زیست محیطی مخصوصاً بررسی آلودگی آب زیرزمینی و ایجاد ارتباط مکانی با منابع آلودگی به رسمیت شناخته شده است. سیستم اطلاعات جغرافیایی برای جمع‌آوری داده‌های متنوع مکانی برای نشان دادن پدیده‌های مکانی متغیر، استفاده از یک سری تجزیه و تحلیل همپوشانی لایه‌های داده‌ها که ثبت مکانی شده اند، یعنی آنهایی که به درستی در موقعیت، همپوشانی دارند، طراحی شده است [۴].

در آزمایشگاه براساس روش ۴۵۰۰ استاندارد متد اندازه‌گیری شد [۱۲].

شهری می‌باشند که غلظت نیترات در آنها بین ۰/۱۳ تا ۴۵/۳۲ میلی گرم در لیتر متغیر بود.

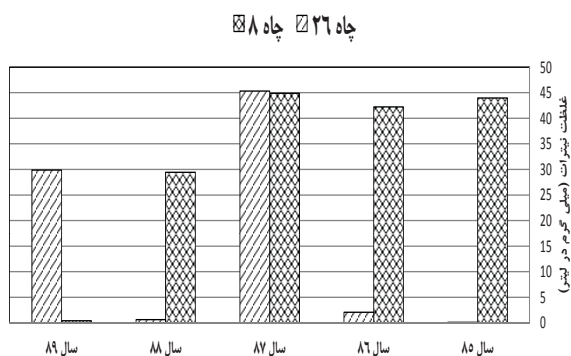


شکل ۳- غلظت نیترات در چاه‌های درون شهری با تغییرات غلظت بالا، در سالهای ۸۹-۸۷-۱۳۸۵

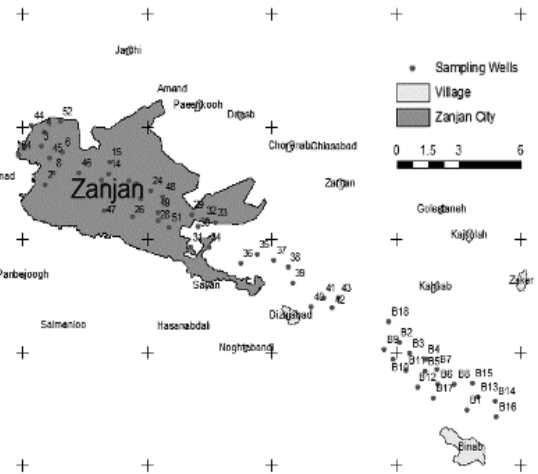


شکل ۴- غلظت نیترات در چاه‌های برون شهری (ذاکر- بناب) با تغییرات غلظت بالا، در سالهای ۸۹-۸۷-۱۳۸۵

مطابق شکل (۵) غلظت نیترات در چاه شماره ۲۶ در سال ۸۷ بیشترین غلظت (۴۵/۳۲ میلی گرم در لیتر) را داشته است.



شکل ۵- غلظت نیترات در چاه‌های درون شهری با تغییرات غلظت بالا، در سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹



شکل ۲: موقعیت و شماره چاه‌های نمونه برداری شده

یک سیستم اطلاعات جغرافیایی، ArcMap9.3، برای پهنه‌بندی و ارزیابی داده‌ها استفاده شد [۱۵-۱۳]. به منظور بررسی میزان و تنوع غلظت نیتریت و نیترات از آنالیز مکانی اینترپولاسیون استفاده شد [۴]. نقشه رستر خروجی از اینترپولاسیون حاوی تخمین نیتریت به سه دسته تقسیم شدند. سه آستانه با دامنه یکسان برای برش غلظت‌های نیتریت به «۰ تا ۰/۰۱»، «۰/۰۱ تا ۰/۱» و «بالاتر از ۰/۱» استفاده شد و نقشه رستر خروجی از اینترپولاسیون حاوی نیترات به سه دسته تقسیم شدند. سه آستانه با دامنه یکسان برای برش غلظت‌های نیترات به «۰ تا ۲۵»، «۲۵ تا ۵۰» و «بالاتر از ۵۰» استفاده شد. روند تغییرات در غلظت نیتریت و نیترات از سال ۸۵ تا ۸۹ با استفاده از برنامه IDRISI 15 مشخص گردید.

## یافته‌ها:

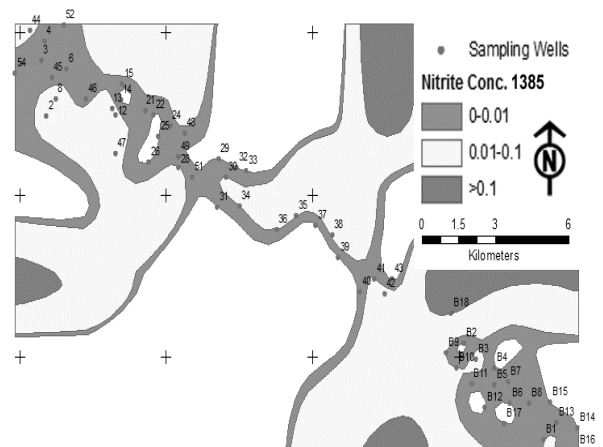
براساس بیشترین تغییرات غلظت نیتریت و نیترات، چاه‌های مورد آزمایش به چهار گروه تقسیم شدند. گروه اول، چاه‌های شماره ۳، ۱۳، ۱۵ و ۴۷ درون شهری می‌باشند که غلظت نیتریت در آنها بین ۰/۰۰۰۲ تا ۰/۱۲ میلی گرم در لیتر متغیر بود. مطابق شکل (۳) غلظت نیتریت در چاه شماره ۳ در سال ۸۹ بیشترین غلظت (۰/۱۲۲ میلی گرم در لیتر) را داشته است.

گروه دوم، چاه‌های شماره ۱، ۱۱، ۱۶ و ۱۸ برون شهری (ذاکر - بناب) می‌باشند که غلظت نیتریت در آنها بین ۰/۰۰۰۷ تا ۰/۱۱ میلی گرم در لیتر متغیر بود. مطابق شکل (۴) غلظت نیتریت در چاه شماره ۱ بناب در سال ۸۹ بیشترین غلظت (۰/۱۱۲ میلی گرم در لیتر) را داشته است. گروه سوم، چاه‌های شماره ۸ و ۲۶ درون

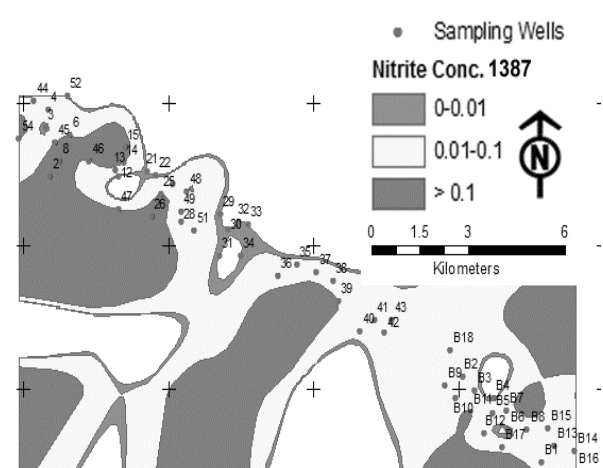
میانگین پنج ساله غلظت نیتريت و نیترات به ترتیب ۰/۰۱ و ۱۷/۴۷ میلی گرم در لیتر بوده که در فصل زمستان بیشترین غلظت نیتريت و در فصل تابستان بیشترین غلظت نیترات مشاهده می‌شود.

همانطور که در جدول (۱) نشان داده شده است روند تغییرات غلظت نیتريت و نیترات در چاه‌های آب آشامیدنی شهر زنجان در طی سال‌های ۸۵ تا ۸۹ به ترتیب روند کاهشی و افزایشی داشته است.

توزیع مکانی نیتريت و نیترات در منطقه مورد مطالعه در سیستم تصویر Universal Transverse Mercator (UTM) با استفاده از آنالیز مکانی در برنامه ArcMap 9.3 پهنه‌بندی شد (شکل‌های ۷ تا ۱۲).



شکل ۷- توزیع مکانی (پهنه بندی) غلظت نیتريت در سال ۱۳۸۵

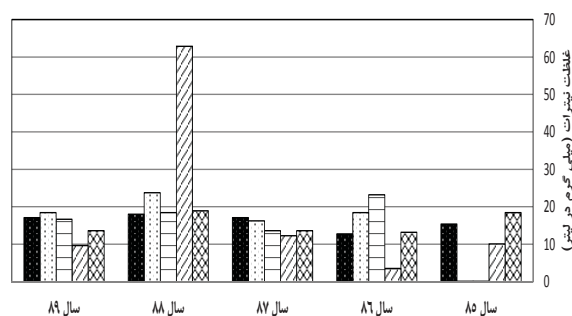


شکل ۸- توزیع مکانی (پهنه بندی) غلظت نیتريت در سال ۱۳۸۷

گروه چهارم، چاه‌های شماره ۳، ۵، ۱۲، ۱۶ و ۱۸ برون شهری (ذاکر - بناب) می‌باشند که غلظت نیترات در آنها بین ۰/۱۴ تا ۶۲/۹۲ میلی گرم در لیتر متغیر بود.

مطابق شکل (۶) غلظت نیترات در چاه شماره ۵ بناب در سال ۸۸ بیشترین غلظت (۶۲/۹۲ میلی گرم در لیتر) را داشته است.

چاه بناب ۱۸ ■ چاه بناب ۱۶ □ چاه بناب ۱۲ □ چاه بناب ۵ ▨ چاه بناب ۳ ▨



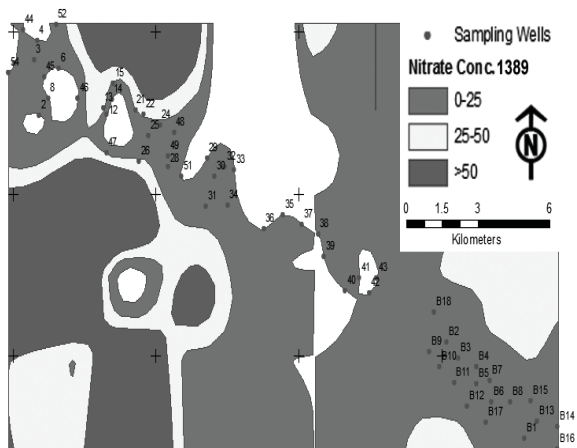
شکل ۶- غلظت نیترات در چاه‌های برون شهری (ذاکر - بناب) با تغییرات غلظت بالا، در سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹

### بحث:

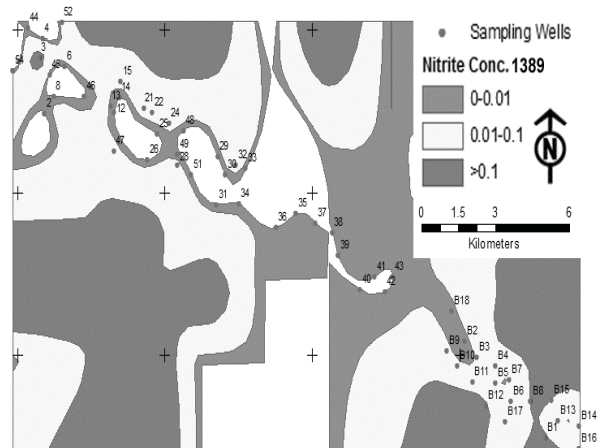
نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که فقط چاه شماره ۵ بناب، غلظت نیترات فراتر از استاندارد (۶۲/۹۲ mg/L) داشته و در بقیه چاه‌ها غلظت نیتريت و نیترات در حد مجاز بودند. همچنین شاخص سازمان بهداشت جهانی (مجموع نسبت غلظت نیترات و نیتريت نمونه به مقادیر استاندارد آنها) در چاه شماره ۵ بناب در سال ۸۸ (۱/۲۵ واحد) بیش از ۱ واحد بود.

جدول ۱- روند تغییرات غلظت نیتريت و نیترات در طی سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹ براساس مساحت تحت تأثیر منطقه

غلظت (mg/L)	۸۷ تا ۸۹	۸۵ تا ۸۷	تغییرات:
نیتريت:			
۰	کاهش	کاهش	۰
۰-۰/۰۱	افزایش	کاهش	۰-۰/۰۱
۰/۰۱-۰/۱	کاهش	کاهش	۰/۰۱-۰/۱
بیشتر از ۰/۱	کاهش	افزایش	بیشتر از ۰/۱
نیترات:			
۰	کاهش	کاهش	۰
۰-۲۵	افزایش	افزایش	۰-۲۵
۲۵-۵۰	افزایش	افزایش	۲۵-۵۰
بیشتر از ۵۰	افزایش	افزایش	بیشتر از ۵۰



شکل ۱۲- توزیع مکانی (پهنه بندی) غلظت نترات در سال ۱۳۸۹



شکل ۹- توزیع مکانی (پهنه بندی) غلظت نیتريت در سال ۱۳۸۹

جعفری ملک‌آبادی و همکاران نشان دادند که غلظت نترات روند افزایشی داشته و بیشترین غلظت مربوط به اسفند و فروردین می‌باشد [۱۶].

نانبخش با بهره‌گیری از روش توصیفی-مقطعی غلظت نترات را در آب زیرزمینی شهر ارومیه بررسی کرد و نتایج نشان داد که میانگین غلظت نترات در فصل زمستان بیشتر از فصول دیگر می‌باشد [۲].

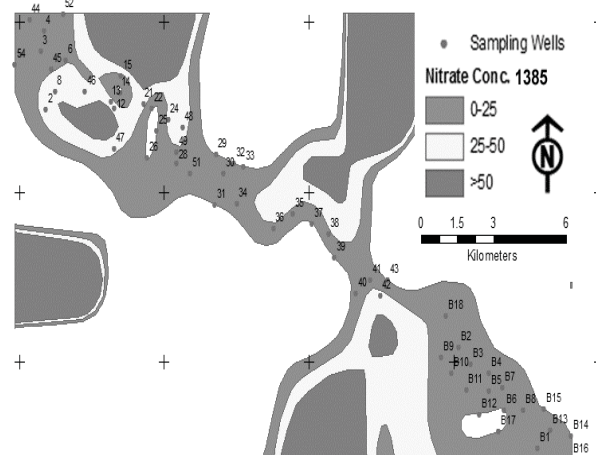
احتشامی و شریفی نشان دادند که وجود شبکه جمع‌آوری فاضلاب می‌تواند تا ۳۰ درصد غلظت نترات را کاهش دهد [۱۷]. در مطالعه وایت بر روی آبخوان هوکو مسیلا بولسون، نشان داده شده است که روند مثبتی بین غلظت نترات و عمق چاه وجود دارد [۱۸].

### نتیجه‌گیری:

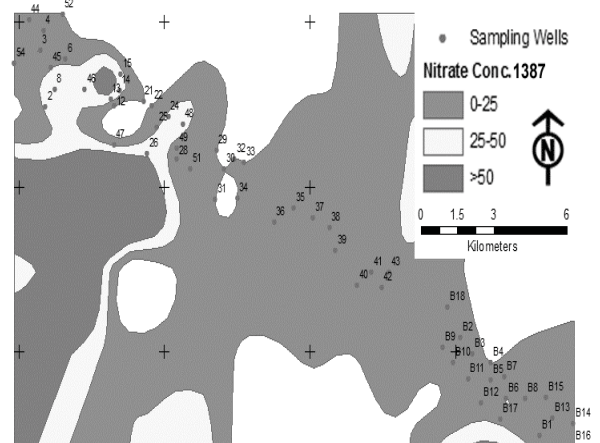
با توجه به اینکه شبکه جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه‌خانه فاضلاب شهر زنجان بطور کامل بهره‌برداری نمی‌شود و هنوز دفع فاضلاب به صورت سنتی و در قالب دفع به چاه‌های جذبی می‌باشد، از این رو می‌توان آلودگی در منابع آب را به آن نسبت داد.

احتمالاً آلودگی یکی از چاه‌های منطقه برون‌شهری زنجان می‌تواند وجود صنایع و زمین‌های کشاورزی اطراف آن باشد. مسئله نترات و نیتريت در شهر زنجان باید بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد چونکه گسترش شهر و افزایش بار آلودگی به زمین، وجود دارد.

با توجه به نتایج مطالعه، تسریع در بهره‌برداری کامل از شبکه جمع‌آوری و تصفیه‌خانه فاضلاب توصیه می‌شود.



شکل ۱۰- توزیع مکانی (پهنه بندی) غلظت نترات در سال ۱۳۸۵



شکل ۱۱- توزیع مکانی (پهنه بندی) غلظت نترات در سال ۱۳۸۷



خطا و عدم قطعیت وجود دارد. با این حال بیشتر محصولات سیستم اطلاعات جغرافیایی در ارزیابی و مدیریت مسائل زیست محیطی راهگشا می‌باشند.

هرچند سیستم اطلاعات جغرافیایی اخیراً به عنوان ابزاری قدرتمند در مطالعات زیست محیطی و مدل سازی شناخته شده است، اما در هر مرحله از تولید اطلاعات مکانی و پردازش، از جمع‌آوری داده تا اینترپولاسیون نتایج، احتمال

### تشکر و قدردانی:

این مقاله حاصل پروژه کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشجو مهدی قدیمی به راهنمایی دکتر اسلامی در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی می‌باشد. نویسندگان از آقای جلیل نصیری مسئول آزمایشگاه آب مرکز بهداشت استان زنجان که در انجام این تحقیق به نحو موثری همکاری نموده‌اند قدردانی می‌نمایند.

### REFERENCES

1. Nas B, Berktaay A. Groundwater quality mapping in urban groundwater using GIS. Environmental Monitoring Assessment 2010;160:215–227.
2. Nanbakhsh H. Study of nitrate and nitrite in Urmia drinking water wells in years 2001. Urmia Medical Journal 2003; 14(2):98-103. (In Persian)
3. Lalezari R, Tabatabaee H, Yarali N. Study of monthly nitrate changes in Shahrkord and zoning with GIS. Journal of Iran water research 2009; 3(4): 9-17. (In Persian)
4. Babiker I.S, Mohamed M.A.A, Terao H, Kato K, Ohta K. Assessment of groundwater contamination by nitrate leaching from intensive vegetable cultivation using geographical information system. Environment International 2004; 29:1009– 1017.
5. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Drinking water-Physical and chemical specifications. ISIRI: 1053. 5th revision 2009; P:7.
6. World Health Organization (WHO). Guidelines for Drinking Water Quality. 3rd ed. Geneva: World Health Organization 2004; P:417-18.
7. Nabizadeh R, Faezi D. Guidelines for drinking water quality. 2nd ed. Tehran: Nas press 1996; P: 61-62. (In Persian)
8. Levallois P, Thériault M, Rouffignat J, Tessier S, Landry R, Ayotte P, et al. Groundwater contamination by nitrates associated with intensive potato culture in Québec. The Science of the Total Environment 1998; 217: 91–101.
9. Strebel O, Duynisveld W.H.M, Bottcher J. Nitrate pollution of groundwater in Western Europe. Agriculture, Ecosystems and Environment 1989; 26:189–214.
10. Fried J.J. Nitrates and their control in the EEC aquatic environment. NATO ASI Serial G: Ecological Sciences 1991; 30:3–11.
11. Mohammadian M, Sadeghi G. Study of Zanjan drinking water supply resources pollution during 2000-2001. Journal of Zanjan University of medical sciences 2003; 43:49-54. (In Persian)
12. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th ed. 1999; P: 4/120-4/121.
13. ESRI (Environmental Systems Research Institute). Using ArcGIS Spatial Analyst. McCoy 2002; P:135-148.
14. Motiei H. Knowing ArcView-GIS and extensions Tehran: University of water and power industry press 2008; P: 16, 313.
15. Shamsi U.M. GIS application for water, wastewater and stormwater systems. CRC press 2005; P:140, 164.

16. Jafari molkabadi A, Afyouni M, Mousavi F, Khosravi A. Study of nitrate in Isfahan province groundwater. Journal of science and technology of agriculture and natural resources 2004;8(3):69-82. (In Persian)
17. Ehteshami M, Sharifi A. Modeling and assessment of Rey's groundwater quality. Journal of Environmental Sciences and Technology 2006;8(4):1-10.(In Persian)
18. White D.E... Summary of hydrologic information of the El Paso, Texas area, with emphasis on ground-water studies, 1903-80. Texas Water Development Board Report 1987; 300:1-75.
19. Hashemi S. GIS Spatial analysis with ArcGIS Spatial analyst. Mashhad: Payame movaffaghiat press 2007; P: 70-77. (In Persian)
20. Maanavi M, Maaghol N, Shirzadi K. Precedent and prediction of changes trend Isfahan using GIS. Journal of water and environment 2005; 62:27-34. (In Persian)
21. Makhdoum M, Darvishsefat A.A, Jafarzadeh H, Makhdoum A.R. Environmental evaluation and planning by Geographic Information System. Tehran: University of Tehran press 2009; P:74-83. (In Persian)
22. Sanjari S, Saadatyar O. Applied projects of GIS. Tehran: Abed press 2009; P: 77-83. (In Persian)