

## بررسی آلودگی منابع تامین آب آشامیدنی شهر زنجان طی سال های ۸۰-۷۹

مهران محمدیان فضلی<sup>۱</sup>، غلامرضا صادقی<sup>۱</sup>

### خلاصه

**سابقه و هدف:** شهر زنجان با جمعیتی بالغ بر سی صد هزار نفر در حال حاضر از منابع آب زیرزمینی جهت شرب استفاده نموده و هم اینک به دلیل دفع غیراصولی فاضلاب شهری و نیز کاهش نزولات جوی طی دهه‌ی گذشته در معرض خطر کمبود جدی و آلودگی آب می باشد. از این رو به دلیل اهمیت موضوع بهداشت آب، این تحقیق جهت تعیین برخی خصوصیات مهم شیمیایی و میکروبی منابع آب آشامیدنی شهر زنجان طی سال های ۷۹-۸۰ صورت گرفت.

**مواد و روش ها:** تحقیق از نوع توصیفی بوده و طی آن از کلیه‌ی چاه های تامین کننده آب آشامیدنی شهری طی چهار فصل نمونه های متعدد در مجموع به تعداد ۲۸۰ نمونه جهت بررسی شیمیایی و میکروبی اخذ شد. مقادیر مربوط به نیترات، نیتريت، کلرید، کل کلی فرم ها و کلی فرم های مدفوعی با روش اسپکتروفتومتری، تیتراسیون آرژانتومتری و تخمیر چند لوله ای کلی فرم ها اندازه گیری شد. برای تحلیل آماری از آزمون کروسکال والیس استفاده شد.

**یافته ها:** در این تحقیق ۳۶ حلقه چاه آب آشامیدنی، بر اساس موقعیت محلی و احتمال خطر آلودگی، به دو دسته‌ی درون شهری (۲۲ حلقه) و برون شهری (۱۴ حلقه) تقسیم شدند. میانگین غلظت نیترات، نیتريت و کلرور چاه های درون و برون شهری اختلاف معنی دار نشان داد ( $P < 0.0003$ ,  $P < 0.003$ ,  $P < 0.0003$ ). نیترات در برخی چاه های درون شهری بالاتر از استاندارد ولی نیتريت و کلرور کلیه‌ی چاه ها کمتر از حد استاندارد بودند. مجموع نسبت غلظت واقعی نیترات و نیتريت به مقدار استاندارد آن ها (شاخص سازمان جهانی بهداشت) نیز محاسبه و مشخص شد در ۴ حلقه چاه فراتر از یک (بیش از حد مجاز) بود. در خصوص نتایج میکروبی نیز هیچ چاه درون یا برون شهری آلودگی به کلی فرم ها و کلی فرم های مدفوعی نداشت.

**نتیجه گیری و توصیه ها:** این تحقیق نشان داد که برخی از چاه های آب شرب شهر از نظر غلظت نیترات و نیتريت در شرایط نامطلوبی بوده و برخی نیز در معرض خطر آلودگی می باشند. توصیه می شود با توجه به مشخصات هیدرولیکی، شبکه‌ی توزیع آب آشامیدنی شهر از نظر نیترات و نیتريت مورد بررسی قرار گرفته و در صورت نیاز راه کارهای مناسب اتخاذ شود.

**واژگان کلیدی:** آب آشامیدنی، نیترات، نیتريت، کلرید، کلی فرم ها

### مقدمه

شهر زنجان با جمعیتی بالغ بر سی صد هزار نفر در فاصله‌ی ۳۳۰ کیلومتری غرب شهر تهران در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۹ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه در ارتفاع ۱۶۵۰ متری از سطح دریا واقع شده است. این شهر در منطقه‌ی معتدل مدیترانه ای و در حوزه‌ی آب ریز سفیدرود، زیر حوزه‌ی زنجان رود-قرل اوزن قرار گرفته است. وسعت محدوده‌ی شهر در سال ۷۹ در حدود ۴۲/۶ کیلومتر مربع بوده است که با توجه به آن متوسط تراکم جمعیت در کل شهر

تقریباً ۶۶/۵ نفر در هکتار به دست می آید (۲،۱).

در حال حاضر آب آشامیدنی شهر زنجان از ۳۷ حلقه چاه فعال تامین می شود که عمق سطح آب زیرزمینی در محل چاه ها ۲۲ تا ۱۰۷ متر از سطح زمین اعلام شده است و مجموع آب دهی چاه های در دست بهره برداری حدود ۳۷۰۰ مترمکعب در ساعت برآورد می شود (۳).

شهر زنجان طی دهه اخیر با ازدیاد شدید جمعیت و مهاجرت روستاییان به شهر مواجه بوده است که توسعه‌ی شهرنشینی و تبدیل زمین های زراعی به مسکونی از نتایج مهم آن می باشد.

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد بهداشت محیط، مربی دانشگاه علوم پزشکی زنجان

اسپکتروفتومتر مورد تایید سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا انجام شد. یون کلرور به روش تیتراسیون آرژانتمتری و کلی فرم ها نیز به روش تخمیر چند لوله‌ای (طی مراحل احتمالی، تاییدی و تکمیلی کلی فرم های مدفوعی) صورت گرفت (۱۲،۱۱). در خصوص نمونه برداری میکروبی، برای جلوگیری از اثر کلر باقی مانده در زمان انتقال نمونه، کلرزن‌ها قبل از نمونه‌گیری قطع می‌شدند.

### یافته‌ها

در این تحقیق ابتدا بر اساس موقعیت چاه‌ها و احتمال خطر آلودگی منابع آب، چاه‌ها به دو دسته‌ی درون و برون شهری تقسیم و سپس بر اساس نتایج آزمایش‌ها میانگین سالانه‌ی غلظت شاخص‌های شیمیایی با مقادیر استاندارد مقایسه شد. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که ۴ حلقه از چاه‌های درون شهری (۱۱ درصد از کل منابع شهر) غلظت نترات فراتر از استاندارد داشتند در حالی که هیچ‌یک از چاه‌ها غلظت نیتريت و کلرید بیش از حد استاندارد را نشان ندادند. هم‌چنین شاخص سازمان جهانی بهداشت (مجموع نسبت غلظت نترات و نیتريت نمونه به مقادیر استاندارد آن‌ها) در خصوص ۴ حلقه از چاه‌های درون شهری بیش از مقدار یک واحد بود. جداول (۱) و (۲) غلظت نترات و نیتريت منابع را نشان می‌دهند.

میانگین غلظت نترات در آب چاه‌های درون شهری  $14/5 \pm 34/5$  میلی گرم در لیتر بود که نسبت به میانگین آن در آب چاه‌های برون شهری با میانگین  $4/1 \pm 20/9$  میلی گرم در لیتر معنی داری بالاتر بود ( $P < 0/0005$ ). میانگین غلظت نیتريت در آب منابع درون شهری  $0/23 \pm 0/21$  میلی گرم در لیتر بود که به طور معنی داری بالاتر از سطح نیتريت در منابع چاه آب برون شهری با میانگین  $0/08 \pm 0/12$  میلی گرم در لیتر بود ( $P < 0/05$ ). هم‌چنین میزان کلرید در آب چاه‌های درون شهری  $59/7 \pm 62/4$  میلی گرم در لیتر بود که به طور معنی داری بالاتر از کلر در آب چاه‌های برون شهری با

نظر به این که زنجان در حال حاضر فاقد شبکه‌ی جمع آوری فاضلاب بوده و دفع فاضلاب آن به صورت سنتی و در قالب دفع به چاه‌های جذبی می‌باشد، از این رو خطر بالقوه آلودگی منابع آب زیرزمینی وجود دارد. شرایط موجود در حالی است که کاهش نزولات جوی نیز از مقدار آب قابل دسترس کاسته است (۲،۱).

نظر به نقش تعیین کننده‌ی آب سالم در سلامت مردم و نیز توسعه و رفاه جامعه، مطالعه‌ی حاضر جهت بررسی شرایط بهداشتی منابع آب زیرزمینی با استفاده از برخی شاخص‌های مهم کیفی در سال ۱۳۷۹-۸۰ طراحی شد.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق به روش توصیفی مقطعی روی چاه‌های آب آشامیدنی شهر زنجان صورت گرفت. جهت بررسی وجود یا عدم وجود آلودگی، بر اساس مراجع معتبر از جمله سازمان جهانی بهداشت و سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا برخی شاخص‌های مهم آلودگی منابع آب آشامیدنی با فاضلاب شهری شامل نترات، نیتريت، کلرید و کلی فرم‌ها شامل کل کلی فرم‌ها و کلی فرم‌های مدفوعی (مقاوم به حرارت) انتخاب شدند (۷-۴). مقدار قابل قبول این شاخص‌ها در آب آشامیدنی بر اساس معیارهای سازمان جهانی بهداشت و استانداردهای ملی به ترتیب برای نترات ۵۰ میلی گرم در لیتر، نیتريت ۳ میلی گرم در لیتر و برای کلرید ۴۰۰ میلی گرم در لیتر در نظر گرفته شده است. در خصوص حضور توام نترات و نیتريت باید رابطه  $1 \leq \frac{\text{نیتريت}}{\text{استاندارد}} + \frac{\text{نترات}}{\text{استاندارد}}$  نیز برقرار باشد. از نظر باکتریایی نیز نباید هیچ کلی فرمی در آب آشامیدنی مشاهده شود (۱۰-۸).

در این تحقیق نمونه‌گیری به روش سرشماری بود و از تمامی ۳۶ حلقه چاه آب آشامیدنی که در مدار بهره برداری بودند در مجموع ۲۸۰ نمونه‌ی لحظه‌ای به صورت جداگانه در چهار فصل برداشت شد. روی کلیه‌ی نمونه‌ها آزمایش‌های شیمیایی نترات و نیتريت به ترتیب به روش احیای کادمیوم و دی آزوتیزاسیون با استفاده از دستگاه

جدول ۲ - مقایسه‌ی میانگین نیترات و نیتريت و مجموع نسبت مقادير واقعي به مقادير استاندارد آن‌ها (شاخص سازمان جهاني بهداشت) در چاه‌هاي تامين آب آشاميدني برون شهري زنجان، ۱۳۷۹

شماره‌ی چاه	میانگین نیترات ( میلی گرم در لیتر )	میانگین نیتريت ( میلی گرم در لیتر )	شاخص WHO
۱	۲۱/۰	۰/۰۲۱	۰/۴۳
۲	۲۲/۲	۰/۰۰۹	۰/۴۵
۳	۲۳/۵	۰/۰۳۹	۰/۴۸
۴	۱۳/۰	۰/۰۰۹	۰/۲۶
۵	۲۳/۶	۰/۰۰۹	۰/۴۷
۶	۱۷/۷	۰/۰۰۹	۰/۳۶
۷	۱۹/۹	۰/۰۱۰	۰/۴۰
۸	۱۵/۰	۰/۰۰۹	۰/۳۰
۹	۲۶/۶	۰/۰۱۰	۰/۵۴
۱۰	۲۳/۸	۰/۰۰۹	۰/۴۸
۱۱	۱۷/۷	۰/۰۰۹	۰/۳۶
۱۲	۲۲/۹	۰/۰۰۸	۰/۴۶
۱۳	۲۷/۰	۰/۰۰۹	۰/۵۴
۱۴	۱۷/۰	۰/۰۱۴	۰/۴۰

جدول ۳ - فراوانی موارد مثبت آزمایش بررسی کلی فرم‌ها در مراحل مختلف احتمالی، تاییدی و تکمیلی در منابع تامین آب آشامیدنی درون شهري زنجان، ۱۳۷۹

مختل ترین تعداد فراوانی موارد مثبت			مختل ترین تعداد
مرحله‌ی احتمالی	مرحله‌ی تاییدی	مرحله‌ی تکمیلی	کلی فرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب
۸۰(۱۰۰)	۸۰(۱۰۰)	۸۰(۱۰۰)	*۲/۲ <
.	.	۶(۷/۵)	۲/۲
.	.	۷(۸/۸)	۵/۱
.	.	۳(۳/۸)	۹/۲
.	.	.	۱۶
.	.	۲(۲/۵)	۱۶ >

\* مقادير کمتر از ۲/۲ نشان‌گر مطلوب بودن شرایط بهداشتی آب از نظر میکروبی است.

\*\* مقادير داخل پرانتز بیان‌گر درصد است.

میانگین  $5/4 \pm 20/7$  میلی گرم در لیتر بود ( $P < 0/0005$ ). در خصوص آزمون باکتریایی چاه‌های تامین آب آشامیدنی درون و برون شهري چنان چه در جداول (۳) و (۴) مشاهده می‌شود برخی از چاه‌ها در مرحله‌ی احتمالی نتایج مثبت نشان دادند اما در مراحل تاییدی و تکمیلی در کلیه‌ی نمونه‌ها و چاه‌ها، آبی بدون حضور کلی فرم‌ها (کل و مدفوعی) را مشاهده شد.

جدول ۱ - مقایسه‌ی میانگین نیترات و نیتريت و مجموع نسبت مقادير واقعي به مقادير استاندارد آن‌ها ( شاخص سازمان جهاني بهداشت) در چاه‌هاي تامين آب آشاميدني درون شهري زنجان، ۱۳۷۹

شماره‌ی چاه	میانگین نیترات ( میلی گرم در لیتر )	میانگین نیتريت ( میلی گرم در لیتر )	شاخص WHO**
۱	۴۵/۲	۰/۰۱۱	۰/۹
۲	۲۰/۳	۰/۰۱۱	۰/۴
۳	۲۲/۸	۰/۰۱۴	۰/۵
۴	۲۷/۵	۰/۰۱۹	۰/۶
۵	*۵۳/۹	۰/۰۱۰	۱/۱
۶	*۶۸/۶	۰/۰۱۶	۱/۴
۷	*۶۵/۴	۰/۰۱۰	۱/۳
۸	۳۰/۵	۰/۰۸۴	۰/۶
۹	۲۵/۲	۰/۰۱۶	۰/۵
۱۰	۲۲/۰	۰/۰۷۶	۰/۵
۱۱	۳۸/۲	۰/۰۱۸	۰/۸
۱۲	۲۵/۶	۰/۰۷۳	۰/۵
۱۳	۲۳/۴	۰/۰۱۰	۰/۵
۱۴	۴۳/۱	۰/۰۱۴	۰/۹
۱۵	۲۳/۵	۰/۰۰۹	۰/۵
۱۶	۲۰/۶	۰/۰۰۹	۰/۴
۱۷	۲۸/۰	۰/۰۱۰	۰/۵
۱۸	۵۱/۴	۰/۰۱۰	۱/۰۳
۱۹	۴۱/۴	۰/۰۰۷	۰/۸۳
۲۰	۲۷/۹	۰/۰۱۹	۰/۵۷
۲۱	۳۳/۰	۰/۰۱۰	۰/۶۶
۲۲	۲۳/۱	۰/۰۰۷	۰/۴۶

\* نشان‌گر نیترات بالاتر از حد طبیعی در چاه‌های آب می‌باشد.

$$\leq \frac{\text{نیتريت}}{\text{مختلترین}} + \frac{\text{نیتريت}}{\text{مختلترین}} **$$

جدول ۴ - فراوانی موارد مثبت آزمایش بررسی کلی فرمها در مراحل مختلف احتمالی، تاییدی و تکمیلی در منابع تامین آب آشامیدنی برون شهری زنجان، ۱۳۷۹

فراوانی موارد مثبت		محتمل ترین تعداد کلی فرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب	
مرحله تکمیلی	مرحله تاییدی	مرحله احتمالی	
۵۶ (۱۰۰)	۵۶ (۱۰۰)	**۴۱ (۷۳/۲)	* ۲/۲ <
.	.	۱۳ (۲۳/۲)	۲/۲
.	.	۱ (۱/۸)	۵/۱
.	.	.	۹/۲
.	.	۱ (۱/۸)	۱۶
.	.	.	۱۶ >

\* مقادیر کمتر از ۲/۲ نشانگر نامطلوب بودن شرایط بهداشتی آب از نظر میکروبی است.

\*\* مقادیر داخل پرانتز بیانگر درصد است.

## بحث

درصد چاهها در محدوده ۴۵-۲۰، ۲ درصد بیش از ۴۵ و ۸۰ درصد بقیه کمتر از ۲۰ میلی گرم در لیتر نیترات داشتند. در این تحقیق درخصوص علت آلودگی منابع، دلیلی ارایه نشده است (۱۳).

در خصوص نیترات و نیتريت آب آشامیدنی شهر همدان نیز تحقیقات انجام شده اختلاف معنی داری را بین میانگین نیترات در فصل تابستان نسبت به سایر فصول مشخص کرده است. علت این اختلاف، کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژنه در فصل تابستان بیان شده است (۱۴). در تابستان ۱۹۹۲ در شهر اونتاریو کانادا نیز ۱۳۰۰ منبع آب زیرزمینی از نظر نیترات و کلی فرمها بررسی شد. تحقیق نشان داد که ۷ درصد منابع، نیترات و کلی فرم بیش از مقدار قابل قبول داشتند و ۸ درصد دیگر تنها از نظر نیترات دارای آلودگی بودند ولی علت آلودگی ارایه نشد (۱۵).

نتایج آزمایش کلی فرم های چاههای با نیترات بالای زنجان، به خصوص در مراحل تاییدی و تکمیلی که ارزش تفسیری دارند، موبد عدم آلودگی میکروبی منابع آب بود. این امر از آن جهت قابل توجه است که تشکیلات زمین شناسی مانع موثری در مقابل حرکت اجزای نامحلول آب می باشد در حالی که اجزای محلول آب در شرایط مساعد می توانند مدت طولانی و مسافت زیادی را با آب طی کنند (۱۶).

این تحقیق نشان داد که ۱۱ درصد از منابع آب آشامیدنی شهر زنجان دارای نیترات بیش از حد استاندارد بوده و مجموع نسبت نیترات و نیتريت به مقدار استاندارد آنها نیز بیش از یک است.

گرچه هدف اصلی تحقیق یافتن منشا آلودگی نبود ولی تقسیم بندی منابع به دو دسته ی درون و برون شهری و تفاوت معنی دار میانگین نیترات، نیتريت و کلرید منابع آب، اطلاعات مفیدی در این زمینه نشان داد. نظر به این که مهم ترین منبع آلودگی عمومی سفره ی آب زیرزمینی در شهر زنجان دفع غیر بهداشتی فاضلاب شهری بوده، می توان آلودگی در منابع آلوده را نیز به آن نسبت داد. در عین حال مشاهدات محلی اطراف چاههای با نیتروژن بالا و نسبت کلرید به نیترات برای هر یک از آنها، حاکی از آن بود که احتمالاً استفاده از کود برای باروری خاک فضای سبز اطراف دو مورد از چاههای فوق در افزایش نیترات چاه موثر بوده است.

تحقیقات مشابه در ایران و سایر کشورها نیز در بسیاری موارد آلودگی منابع آب را تایید کرده اند به طور نمونه بر اساس تحقیقی مشابه در خصوص نیترات منابع آب شهر دامغان و روستاهای اطراف آن، مشخص شد هیچ چاهی در شهر دارای نیترات بیش از حد مجاز نبوده است ولی در روستاهای ۱۸

نیتريت به غلظت استانداردشان ۱-۰/۷۵ بوده و غلظت کلرور آن‌ها در گستره‌ی ۸۰-۴۱ میلی گرم بر لیتر قرار داشت. گروه سوم چاه‌هایی که در زمان تحقیق ایمنی بیشتری نسبت به آلودگی داشته و فرصت لازم برای پیش‌گیری از آلودگی به نیتريت و نیتريت آن‌ها وجود داشت. با توجه به نتایج مطالعه تعیین حریم بهداشتی منابع آب شرب، بررسی دقیق غلظت نیتريت و نیتريت در شبکه‌ی توزیع آب آشامیدنی شهر زنجان، تسریع در اجرا و بهره‌برداری از شبکه‌ی جمع‌آوری و تصفیه‌ی فاضلاب شهری و برنامه‌ریزی کنترل کیفی مستمر چاه‌ها به خصوص مواردی که در معرض آلودگی می‌باشند توصیه می‌شود.

### تشکر و قدردانی

این تحقیق طرح مصوب مشترک دانشگاه علوم پزشکی زنجان و شرکت آب و فاضلاب استان زنجان بوده است که بدین وسیله از حمایت‌های مالی و اجرایی ایشان تشکر و قدردانی می‌شود.

در مجموع بررسی انجام شده نشان داد که مطالعه‌ی شاخص‌های این تحقیق به خصوص نیتريت و کلی‌فرم‌ها در سایر نقاط ایران و جهان مورد توجه بوده است. در شهر زنجان مسئله نیتريت و نیتريت باید بیش از گذشته تحت کنترل باشد چراکه توسعه‌ی شهری و افزایش بار آلودگی به زمین هم‌چنان وجود دارد. مطابق اطلاعات به دست آمده از تحقیق و بر اساس اهمیت اجرایی موضوع، می‌توان وضعیت بهداشتی منابع آب آشامیدنی شهر زنجان را به صورت زیر طبقه‌بندی نمود: گروه اول چاه‌هایی که نیاز به بررسی سریع داشته و در صورت لزوم باید فوری برای اصلاح یا عدم استفاده از آن‌ها تصمیم‌گیری کرد. این گروه چاه‌هایی بودند که مجموع نسبت نیتريت و نیتريت نمونه‌ها به استاندارد آن‌ها بیش از یک بوده و غلظت کلرید آن‌ها در گستره‌ی ۱۹۲-۶۲ میلی گرم بر لیتر بود.

گروه دوم چاه‌هایی که در معرض خطر بودند و برای جلوگیری از آلودگی آن‌ها باید هر چه سریع‌تر تمهیداتی را به کار گرفت. در این چاه‌ها مجموع نسبت غلظت نیتريت و

### منابع

- ۱ - مهندسین مشاور جاماب. طرح جامع آب کشور، شناسنامه‌ی آب شهرهای استان زنجان در سال ۱۳۶۵. تهران: گزارش شماره ۴۴/۲۱، صفحات ۳-۴.
- ۲ - سازمان برنامه و بودجه‌ی استان زنجان. آمارنامه‌ی استان زنجان ۱۳۷۵. تهران: مرکز آمار ایران، ۱۳۷۶، صفحه ۳۲.
- ۳ - محمدیان فضلی مهران، صادقی غلامرضا. بررسی میزان آلودگی و تغییرات آن در منابع تامین آب آشامیدنی شهر زنجان. طرح پژوهشی، زنجان: دانشگاه علوم پزشکی زنجان و شرکت آب و فاضلاب زنجان، ۱۳۸۰، صفحه ۴.
- 4 - Chapman D. *Water Quality Assessment*. London: E&FN Spon; 1996: 113.
- 5- Sawyer CN, Mc Carty PL, Parkin GF. *Chemistry for Environmental Engineering*. Singapore: Mc Graw Hill Co; 1994: 510,555.
- ۶- خادمی سیدمحمد. بررسی میزان نیتريت و نیتريت در آب‌های زیرزمینی شهر گرگان. لوح فشرده مجموعه مقالات دومین کنفرانس مدیریت آب و فاضلاب در کشور های آسیایی، ۱۳۸۰.
- ۷- شریعت پناهی محمد. اصول کیفیت و تصفیه‌ی آب و فاضلاب. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷، صفحات ۲۹، ۳۱، ۵۲.
- ۸- نبی زاده رامین، فائزی رازی دادمهر. رهنمودهای کیفیت آب آشامیدنی. تهران: موسسه علمی فرهنگی نص، ۱۳۷۵، صفحات ۱۹۷، ۱۹۸، ۱۶۱.
- ۹- موسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی. تهران: نشریه شماره ۱۳۷۶، ۱۰۵۳، صفحه ۶.
- ۱۰- موسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ویژگی‌های میکروبیولوژی آب. تهران، نشریه شماره ۱۳۷۷، ۱۰۱۱، صفحه ۶.

11- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* 20th ed. Washington DC: APHA, AWWA, WEF; 1998: 4: 112-7, 9: 47-53.

۱۲- امتیازی گیتی، اعتمادی فر زهرا. *آزمایش های میکروبی آب و پساب*. اصفهان: انتشارات امانی، ۱۳۷۵، صفحات ۴۴، ۴۸.

۱۳- نوری سپهر محمد. تعیین مقدار نیتروژن نترات موجود در منابع آب آشامیدنی شهرستان دامغان در سال ۱۳۷۲. *سمنان: چکیده‌ی طرح های تحقیقاتی دانشگاه علوم پزشکی سمنان*. جلد اول، ۱۳۷۹، صفحات ۳-۴.

۱۴- صدی غلام حسین، کریم‌پور مسلم. *بررسی نیتريت و نترات در شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر همدان در سال ۱۳۷۷*. تهران: مجموعه‌ی مقالات دومین سمینار کشوری بهداشت محیط، ۱۳۷۸، صفحات ۷۸-۵۷۰.

15- Environement Canada. *Nitrate Level in the Abbotsford Aquifer*. Available from: URL: <http://www.encoinfo.org/env-ind/region/nitrate.htm> 2000.

۱۶- محوی امیرحسین، عیسی لو منصور. *مهندسی بهداشت محیط در مناطق گرمسیری*. تهران: جهاد دانشگاهی دانشگاه علوم پزشکی تهران: ۱۳۷۱، صفحه ۱۳۵.