ارزیابی کیفیت آب شرب گاوهای شیری در گاوداری‌های صنعتی حومه مشهد از نظر وجود فلزات سنگین، نیترات و سولفات

امیر مقدم جعفری*
گروه سم شناسی، هیئت علمی دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد
Email: moghaddamjafari@gmail.com

اسما گلمکانی
گروه شیمی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی خراسان رضوی
Email: asmagolmakani@gmail.com

نسیم میربلوک
گروه سم شناسی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

عملکرد گاو شیری از نظر میزان مصرف غذا و رشد، تولیدمثل، تولید شیر با کیفیت مطلوب، بهداشت و سلامتی، رابطه مستقیمی با مصرف آب عاری از عوامل ضدکیفی دارد. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی کیفی آب شرب گاوداری‌های شیری حومه مشهد از نظر برخی از آلاینده‌های شیمیایی انجام شد. بدین منظور یک لیتر نمونه‌ی آب از منابع آب ۳۰ واحد گاوداری در شرایط استاندارد اخذ و مقادیر فلزات سنگین شامل: سرب، جیوه، آرسنیک، کادمیوم و یون‌های نیترات و سولفات توسط دستگاه اسپکترومتری نشری پلاسمایی جفت شده القایی (ICP-OES) اندازه‌گیری شدند. پس از محاسبه و ثبت شاخص‌های آماری توصیفی، آنالیز داده‌ها در قالب مقایسه میانگین‌ها با استانداردهای موجود برای هر یک از پارامترها، همچنین مقایسه میزان آلایندگی در مناطق جغراقیایی مختلف با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد. نتایج نشان داد که غلظت نیترات و سولفات در تمام گاوداری‌ها کمتر از مقادیر استاندارد بوده و غلظت آرسنیک، سرب و جیوه در تمام واحدها و مقادیر کادمیوم در ۱۰ گاوداری تحت بررسی بیش از حد مجاز بود. همچنین مشخص گردید که تفاوت معنی‌داری از نظر مقادیر فلزات سنگین بین چهار منطقه جغرافیایی مورد بررسی وجود ندارد در حالی که برای دو فاکتورِ نیترات و سولفات وجود داشت ($P < ۰/۰۵$). وجود شهرک‌های صنعتی، بزرگراه‌های پرترافیک و نیروگاه‌های حرارتی مستقر در اطراف مشهد که پتانسیل ورود گازهای آلاینده و فلزات سنگین به محیط زیست را دارند و نفوذ کودهای شیمیایی و فاضلاب‌های صنعتی و خانگی به آب‌های زیرزمینی از عوامل احتمالی آلودگی آب شرب دام به فلزات سنگین و آلاینده‌های شیمیایی می‌باشند.

کلمات کلیدی: آب شرب، حومه مشهد، فلزات سنگین، گاوداری شیری، آلاینده‌ها

مقدمه

آلودگی آب شرب دام به برخی عناصر و ترکیبات شیمیایی نه تنها از نظر وقوع مسمومیت در دام بلکه از حیث بهداشت عمومی نیز حائز اهمیت است. علیرغم میزان کم و حلالیت پائین فلزات سنگین (نظیر آرسنیک، سرب، کادمیوم و جیوه)، این عناصر توسط هوازدگی و فرسایش از پوسته‌ی زمین جدا شده و وارد اکوسیستم‌های آبی می‌گردند. رشد روزافزون جمعیت، توسعه صنایع گوناگون، افزایش سطح زیرکشت و استفاده گسترده از کودهای شیمیایی نیز موجب ورود حجم بالایی از آلاینده‌های شیمیایی از جمله فلزات سنگین و ترکیباتی نظیر نیترات و سولفات به محیط‌های آبی شده است. از مهم‌ترین مشکلات ناشی از ورود فلزات سنگین به بدن، متابولیزه نشدن و در نتیجه انباشته شدن آنها در بافت‌هایی نظیر چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل و بروز عوارض متعدد ناشی از درگیری اندام‌های مختلف می‌باشد. از وجود واکنش متقابل بین ترکیبات و عناصر موجود در آب با یکدیگر و با ترکیبات مشابه موجود در ساختار جیره، که بعضاً نقش هم افزایی یا آنتاگونیستی با یکدیگر داشته و موجب بروز مسمومیت یا بیماری‌های متابولیک در گاو می‌شوند، نیز نباید غافل بود. برخی از آلاینده‌ها، مثل سولفات‌ها نیز با تاثیر نامطلوب بر بو و طعم آب شرب دام، موجب کاهش مصرف آن و صدمه به تولیدات دامی می‌شوند. لذا، تعیین پارامترهای شیمیایی آب به رفع عوارض فوق کمک خواهد نمود. فاضلاب مراکز صنعتی، سوزاندن زغال سنگ یا زباله‌ها و آلودگی آب با برخی آفت‌کش‌ها یا علف‌کش‌ها از منابع مهم آلودگی با آرسنیک است. آرسنیک اثرات آنتاگونیست بر یُد، جیوه و سرب داشته و می‌تواند موجب کمبود سلنیوم و مس شود. آرسنیک یک سم عمومی برای اکثر بافت‌های بدن بوده و مصرف مزمن با آن با علائمی مثل کاهش وزن بدن و تولید شیر، زخم دهان و سقط یا مرده‌زایی همراه است (Beede 2006, Constable et al, 2017, Olkawski 2009). منابع اصلی سرب، فرآورده‌های نفتی، باطری‌های مستعمل، برخی آفت‌کش‌ها، رنگ‌های سرب‌دار و معادن سرب می‌باشند. سرب موجود در آب موثرتر از سرب داخل غذا جذبِ بدن می‌شود. کلسیم، فسفر و آهن اثرات آنتاگونیستی با سرب دارند. ورود سرب به زنجیره غذایی انسان (توسط شیر) موجب بروز نشانه‌های عصبی همچون اختلال در تمرکز و حافظه، خستگی و کم‌خونی می‌شود. جیوه از طریق فوران آتشفشان‌ها، آفت‌کش‌های حاوی جیوه، ضایعات بیمارستانی و فاضلاب صنعتی وارد محیط شده و مصرف آن می‌تواند باعث صدمه به سیستم عصبی و کلیوی دام شود. متیل جیوه بطور گسترده در محیط‌های آبی یافت شده و از سمیت زیاد و پتانسیل تجمع در بدن دام برخوردار است (Constable et al 2017, Klasing et al. 2005). کادمیوم به دنبال پاره‌ای از فعالیت‌های صنعتی، استخراج معادن سرب و روی، احتراق زغال سنگ، استفاده از لوله‌های آب کادمیوم‌دار و برخی قارچ‌کش‌ها وارد محیط زیست می‌شود. نیمه عمر این عنصر در بدن زیاد است (۱۰ تا ۲۵ سال در انسان) و با تجمع در بافت‌های کبد، کلیه، ریه، استخوان، بیضه، پوست و خون منجر به کاهش وزن و جراحات پوست، مو و سُم دام می‌شود (Constable et al, 2017, Ahmadizadeh fini et al. 2013) .

سولفات‌ها نیز از منابع متعدد از جمله پساب کارخانجات صنعتی، کودهای زراعی و آب باران حاوی دود معلق کارخانجات وارد منابع آب می‌گردند. نمک‌های سولفات مسهل بوده و رابطه مصرف آب و غذای حاوی سولفات زیاد با پولیوانسفالومالاسی در گوساله‌ها نیز اثبات شده است (Clark et al., 2001 , Yazdani et al. 2017) . مواد جامد زائد و فاضلاب انسانی، صنعتی و کشاورزی و کودهای زراعی از متداول‌ترین منابع نیترات می‌باشند. نیترات بالا در آب می‌تواند منجر به افزایش میزان آن در گیاهان محلی و بروز اثر هم افزایی آنها می‌شود. کاهش ظرفیت اکسیژن رسانی به بافت‌ها و سقط از مهم‌ترین عوارض مصرف مواد حاوی این آلاینده در نشخوارکنندگان است(Amouei et al. 2014, Olkawski 2009).

طبق منابع قابل دسترس، مطالعات بسیار محدودی در خصوص شناسایی عوامل ضدکیفی آب شرب گاوهای شیری در ایران انجام شده است. در واقع این پژوهش را میتوان به عنوان سرآغازی برای شناسایی عوامل ضدکیفی موجود در آب آشامیدنی گاوداریهای حومه مشهد به عنوان نمونه ای از جمعیت گاوداریهای ایران قلمداد نمود تا بتوان با درک کاستیهای موجود در این زمینه، توصیه های لازم در مورد سد نمودن راه ورود آلاینده ها به آب های سطحی یا زیرزمینی را ارائه داد و به بهبود کیفیت آب و در نهایت افزایش کمی و کیفی محصولات دامی دست یافت. همچنین، با توجه به وجود واکنش متقابل بین ترکیبات و عناصر موجود در آب با

یکدیگر و با ترکیبات مشابه موجود در ساختار جیره، تعیین پارامترهای کیفی آب به ما در رفع عوارض حاصل از مسمومیت با منابع آبی و به حداقل رساندن برخی از بیماریهای متابولیک دام که ارتباط تنگاتنگی با مقادیر عناصر و امالح مصرفی دارد (نظیر بیماری تب شیر که با کلسیم مصرفی و تفاوت کاتیونی- آنیونی جیره در پیوند است) کمک خواهد نمود.

مواد و روش‌ها

در ابتدای تابستان سال ۱۳۹۸ از ۳۰ واحد گاوداری صنعتی حومه مشهد نمونه آب به حجم یک لیتر از آب ورودی به آبشخور که اکثرا از منابع زیر زمینی (چاه‌ها) تامین شده اخذ و داخل ظروف پلی‌اتیلینی تمیز که قبلاً با استون شسته شده بود، قرار داده شد و جهت اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین (سرب، جیوه، آرسنیک و کادمیم)، نیترات و سولفات، نمونه‌های آب به آزمایشگاه انتقال داده شد. برای حفظ کیفیت آب تا زمان انجام آزمایش، نمونه‌ها دردمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری گردیدند و آزمایشات در سریعترین زمان ممکن صورت گرفتند. جهات جغرافیایی و تعداد گاوداری‌های مورد بررسی در هر جهت نسبت به موقعیت شهر مشهد عبارت بودند از : ۸ ، ۸، ۷ و ۷ واحد گاوداری به ترتیب در مناطق غرب (محور نیشابور) شمالِ شرق (محور کلات)، شمالِ غرب (محور قوچان) و جنوب (محور فریمان). برای اندازه‌گیری عناصر از دستگاه طیف سنجی نشری پلاسمای جفت شده القایی(ICP-OES) استفاده شد. بدین منظور ابتدا نمونه‌های آب از صافی وات من ۴۱ عبور داده شد و در داخل فالکون ۵۰ میلی‌لیتری قرار گرفتند. جهت تثبیت عناصر موجود در آب، به ازای هر ۵۰ میلی‌لیتر نمونه آب، ۰/۲۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ به نمونه‌ها افزوده شد و برای چلوگیری از تماس نمونه‌ها با درب فالکون روی آنها با پارافیلم پوشانده شد. پس از اندازه‌گیری غلظت عناصر، مقادیر به دست آمده در حافظه دستگاه ذخیره و ثبت گردید. آنالیزها آماری داده‌ها با استفاده از نرم آفزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد. جهت انتخاب روش آماری مناسب، از آزمون‌های نرمالیته کولموگروف-اسمیرنف (Kolomogorov- Smirnov) و شاپیرو ویلک (Shapiro- Wilk) استفاده شد. با توجه به این که در گاوداری‌ها از همان منابع آب مصرفی برای دام، عمدتاً جهت شرب انسان نیز استفاده می‌شد، لذا، مقایسه داده‌ها با مقادیر استاندارد (حدود مجاز) ارائه شده توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ترابیان و همکاران، ۱۳۸۸) و سازمان بهداشت جهانی(WHO) و انجمن ملی پژوهش(NRC) (Clark et al, 2001) انجام شد.

نتایج تست نرمالیته نشان داد که داده‌های مربوط به مقادیر آرسنیک و جیوه نرمال بوده در حالی که نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقادیر چهار مورد دیگر(نیترات، سولفات، سرب و کادمیوم) از توزیع نرمال برخوردار نبودند. لذا، جهت مقایسه میانگین مقادیر به دست آمده از دو عنصر فوق با استانداردهای آنها از آزمون پارامتری One- Sample T Test و برای مقایسه متوسط داده‌های مربوط به چهار مورد دیگر با استانداردهای مربوطه، از آزمون ناپارامتری One – sample Wilcoxon signed rank test استفاده شد. همچنین به منظور مقایسه مقادیر فاکتورهای اندازه‌گیری شده در آب شرب با توجه به موقعیت جغرافیایی گاوداری‌های مورد مطالعه نیز تست نرمالیته نشان داد که داده‌های مربوط به آرسنیک و جیوه نرمال بوده ، لذا از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (One- way ANOVA) و سپس از آزمون‌های تعقیبی توکی، دانکن و LSD استفاده شد. برای چهار فاکتور دیگر نیز از آزمون‌های ناپارامتری کروسکال- والیس (KrusKal- Wallis) و آزمون مقایسه‌ای من- ویتنی (Mann- Whitney) استفاده شد.

نتایج

پس از ثبت دامنه تغییرات و شاخص‌های آماری مرکزی (جدول ۲)، آنالیز آماری فاکتورهای اندازه‌گیری شده بین مناطق مختلف نشان داد که از نظر عناصر سنگین تفاوت معنی‌داری بین چهار محور جغرافیایی مورد بررسی وجود ندارد ($P > ۰/۰۵$) ، لذا، آزمون‌های تعقیبی یا مقایسه دو به دو فقط برای دو فاکتورِ نیترات و سولفات انجام شد(جدول ۲).

در این مطالعه، از ۴ فلز سنگین مورد بررسی، مقدار سرب و جیوه در تمام واحدها (٪۱۰۰ از نمونه‌ها)، مقدار کادمیوم در ۱۰ واحد (یک واحد در محور شمال شرق و در هر یک از سه محور دیگر، ۳ واحد) بیش از حد استاندارد بود. همچنین مشخص گردید که در

تمام واحدها میزان آرسنیک بیشتر از مقادیر استاندارد ملی ایران (Torabian et al. 2010) و کمتر حد مجاز ذکر شده توسط NRC است. مقادیر نیترات و سولفات در تمام گاوداری‌ها کمتر از مقادیر استاندارد ثبت شد (جدول ۱).

جدول ۱. مقایسه آماری غلظت عناصر اندازه گیری شده در مطالعه حاضر با استانداردها (میلیگرم/ لیتر)

فاکتورها	استاندارد	حداقل -حداکثر	±انحراف معیار میانگین	میانه	P- value
سولفات	۴۰۰	۰/۲۳-۱۹/۶۸	۶/۱۶۸ ± ۶/۶۸۴	۲/۰۵۵	۰/۰۰۰
	۲۵۰				۰/۰۰۰
نیترات	۵۰	۱/۱۱ - ۱/۷۷	۱/۳۲۷ ± ۰/۱۷۲	۱/۲۹۵	۰/۰۰۰
	۴۴				۰/۰۰۰
کادمیم	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱-۰/۰۰۶	۰/۰۰۲۳ ± ۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰
	۰/۰۰۵				۰/۰۰۰
سرب	۰/۰۱	۰/۰۱۱-۰/۰۶۶	۰/۰۳۰ ± ۰/۰۱۷	۰/۰۲۳	۰/۰۰۰
	۰/۰۱۵				۰/۰۰۰
آرسنیک	۰/۰۱	۰/۰۱۲-۰/۰۳۸	۰/۰۲۵ ± ۰/۰۰۷	۰/۰۲۵	۰/۰۰۰
	۰/۰۵				۰/۰۰۰
جیوه	۰/۰۰۱	۰/۰۱۵-۰/۰۹۶	۰/۰۶۰ ± ۰/۰۱۸	۰/۰۵۹۵	۰/۰۰۰
	۰/۰۱				۰/۰۰۰

استانداردهای ردیف بالا بر اساس مقادیر اعلام شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) و استاندارد ملی ایران و ردیف های پایین بر اساس استانداردهای شورای تحقیقات ملی (NRC) است. P <۰/۰۵ معنی دار است.

جدول ۲. مقادیر شاخص های آماری عناصر اندازه گیری شده در چهار منطقه مورد مطالعه (میلی گرم در لیتر)

فاکتورها	منطقه ی جغرافیایی	حداکثر -حداقل	انحراف معیار ±میانگین	میانه	P- value
سولفات	غرب	۱/۲۹-۱/۸۷	۱/۶۴۲±۰/۱۸۳	۱/۶۴۵	مقایسه غرب با شمال شرقی-شمال غربی- جنوب ۰/۰۰۱
	شمال شرقی	۱۳/۲۳-۱۹/۶۸	۱۶/۵۲۸±۱/۹۷۰	۱۶/۴۳	مقایسه شمال شرقی با غرب - شمال غربی ۰/۰۰۱
	شمال غربی	۰/۲۳-۰/۸۳	۰/۵۹۷±۰/۲۲۲	۰/۶۷۰	مقایسه شمال غربی با غرب -شمال شرقی ۰/۰۰۱
	جنوب	۲/۲۴-۷/۸۲	۵/۰۷±۱/۸۲	۴/۶۱۰	مقایسه جنوب با شمال شرقی – غرب ۰/۰۰۱ مقایسه جنوب با شمال غربی ۰/۰۰۲
نیترات	غرب	۱/۱۱-۱/۴۱	۱/۲۲±۰/۱۰۷	۱/۲۰۰	مقایسه غرب با شمال شرقی ۰/۰۰۵
	شمال شرقی	۱/۳۱-۱/۷۷	۱/۴۷±۰/۱۸۷	۱/۴۰۰	مقایسه شمال شرقی با شمال غربی ۰/۰۰۲ مقایسه شمال شرقی با جنوب

					۰/۲۲۴
	شمال غربی	۱/۳۱-۱/۷۷	۱/۲۴±۰/۰۶۴	۱/۲۳۰	مقایسه غرب با شمال شرقی ۰/۴۸۶ مقایسه شمال غربی با جنوب ۰/۰۸۴
	جنوب	۱/۲۳-۱/۶۴	۱/۳۸±۰/۱۶۶	۱/۲۸۰	مقایسه غرب با جنوب ۰/۰۲۸
کادمیم	غرب	۰/۰۰۱-۰/۰۰۶	۰/۰۰۲±۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	
	شمال شرقی	۰/۰۰۱-۰/۰۰۳	۰/۰۰۲±۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	
	شمال غربی	۰/۰۰۱-۰/۰۰۵	۰/۰۰۳±۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	
	جنوب	۰/۰۰۱-۰/۰۰۴	۰/۰۰۲±۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	
سرب	غرب	۰/۰۱۵-۰/۰۶۱	۰/۰۴۰±۰/۰۱۷	۰/۰۴۳	
	شمال شرقی	۰/۰۱۲-۰/۰۶۶	۰/۰۲۷±۰/۰۱۸	۰/۰۲۲	
	شمال غربی	۰/۰۱۲-۰/۰۴۲	۰/۰۲۲±۰/۰۱۱	۰/۰۲۱	
	جنوب	۰/۰۱۱-۰/۰۵۸	۰/۰۲۸±۰/۰۱۷	۰/۰۲۱	
آرسنیک	غرب	۰/۰۱۲-۰/۰۳۳	۰/۲۱±۰/۰۰۸	۰/۰۱۹	
	شمال شرقی	۰/۰۲۵-۰/۰۳۳	۰/۰۳۰±۰/۰۰۲	۰/۰۳۰	
	شمال غربی	۰/۰۱۶-۰/۰۲۸	۰/۰۲۲±۰/۰۰۴	۰/۰۲۲	
	جنوب	۰/۰۱۴-۰/۰۳۸	۰/۰۲۶±۰/۰۰۸	۰/۰۲۵	
جیوه	غرب	۰/۰۴۱-۰/۰۷۷	۰/۰۵۶±۰/۰۱۴	۰/۰۵۳	
	شمال شرقی	۰/۰۵۲-۰/۰۸۸	۰/۰۷۲±۰/۰۱۰	۰/۰۷۲	
	شمال غربی	۰/۰۴۵-۰/۰۶۲	۰/۰۵۴±۰/۰۰۶	۰/۰۵۵	
	جنوب	۰/۰۱۵-۰/۰۹۶	۰/۰۵۸±۰/۰۳۰	۰/۰۷۱	

در این مطالعه مشخص شد که میزان سولفات و نیترات موجود در آب شرب گاوداری‌های تحت بررسی در منطقه شمالِ شرق و جنوب به طور معنی‌داری بیشتر از منطقه غرب و در آب شرب واحدهای واقع در محور شمالِ شرق بیشتر از شمالِ غرب مشهد می‌باشد ($P<۰/۰۵$). به عبارت دیگر در مقایسه دو به دو در مناطقی که هر دو فاکتور تغییرات معنی‌داری داشته‌اند، بیشترین آلودگی به ترکیبات فوق در منطقه شمال شرق (محور کلات) وجود دارد. همچنین کمترین آلودگی به سولفات در منطقه شمال غرب مشهد (محور قوچان) و کمترین مقدار نیترات در نمونه‌های آب شرب منطقه غرب مشهد (محور نیشابور) ثبت شد (جدول ۲).

بحث

یکی از مهم‌ترین عوامل جهت بقای حیات، رشد مطلوب، حفظ شیردهی و تولیدمثل گاو شیری، آب شرب دام است. با این حال، دامداران به آن اندازه که به توازن مواد مغذی در جیره‌ی دام خود اهمیت می‌دهند، به کیفیت آب شرب دام‌های خود توجه نمی‌کنند و اغلب زمانی به آن پرداخته می‌شود که مشکلی رخ داده باشد. چنانچه آب مصرفی از کیفیت ضعیفی برخوردار باشد، با توجه به حجم بالای آب شرب گاوها به ویژه در گاوهای شیری پرتولید (تا ۱۱۵ لیتر در روز) در مقایسه با دیگر مواد مغذی، احتمال بروز صدمه به سطح تولید و کیفیت تولیدات دامی، بسیار افزون‌تر خواهد شد (Olkawski 2009, Morgan 2011).

مطالعه حاضر نشان داد که میزان آلایندگی آب شرب گاوداری‌ها به عناصر سنگین تحت بررسی به طور معنی‌داری بیش از استانداردهاست و توجه به آن ضروری است. همچنین بیشترین میزان سرب ، آرسنیک ، کادمیوم، جیوه، سولفات و نیترات به ترتیب در نمونه‌های آب اخذ شده از گاوداری‌های واقع در شمال شرق، جنوب، غرب، جنوب، شمالِ شرق و شمالِ شرق مشهد مشاهده شد (جدول ۲).

با مشاهده‌ی نتایج حاصل از بررسی کیفیت آب چاه‌های موجود در محدوده تالاب اَنزلی مشخص می‌شود که میانگین آلودگی به سرب و جیوه در مطالعه فوق (به ترتیب ۰/۰۱۲ و ۰/۰۲۱ میلی‌گرم در لیتر) کمتر از یافته‌های این پژوهش است. به نظر می‌رسد حضور صنایع مختلف در حومه مشهد در افزون بودن میزان آلودگی به سرب و جیوه در این مطالعه نقش داشته باشد (Vatandoost et al. 2018). همچنین مقایسه نتایج مربوط به مقادیر فلزات سنگین در آب سی حلقه چاه موجود در منطقه بهبهان نیز نشان می‌دهد که مقادیر متوسط سرب و کادمیوم (۰/۲۱۵ و ۰/۴۸۴ میلی‌گرم در لیتر) بیشتر و میزان آرسنیک (۰/۰۰۹ میلی‌گرم در لیتر) کمتر از مطالعه حاضر است. محققین فوق، آلودگی بالای آب به سرب را به دخالت انسان و کادمیوم را به فاضلاب شهری، کارگاهی و کارخانه‌ای ربط دادند (Marbooti et al. 2015).

در پژوهشی دیگرکه بر روی آب شرب مناطق روستایی بندرعباس انجام شد علت افزایش غلظت کادمیوم در ۵۲ درصد از نمونه‌های آب چاه، استفاده از کودهای کشاورزی، سموم شیمیایی و فاضلاب انسانی اعلام شد (Ahmadizadeh Fini et al. 2013). در مطالعه انجام شده در ترکیه، بالا بودن غلظت سرب و کادمیوم در نمونه‌های شیر گاوها و آب شرب اخذ شده از مزارع مختلف و در فصول متفاوت (مقادیر حداکثری در آب شرب برای دو عنصر فوق به ترتیب ۰/۰۳۸ و ۰/۰۶۳ میلی‌گرم در لیتر)، به آلودگی مراتع با سوخت وسائل نقلیه، وجود شهرک‌های صنعتی و میزان بارندگی ربط داده شد و عنوان شد که در فصول بارندگی نفوذ فلزات سنگین به آب‌های زیزمینی در افزایش آلودگی آب موثراست (Bigucu et al. 2016).

در مطالعه‌ی صورت گرفته بر روی آب‌های زیرزمینی شهر بابل نیز مشخص شد که میانگین غلظت نیترات در منابع آب شرب شهری و روستایی در فصول تابستان و زمستان متفاوت بوده و افزایش آن با مصرف کودهای شیمیایی در فصل کشاورزی، پرورش دام در منازل، رعایت نکردن حریم بهداشتی چاه‌ها و ریختن زباله در اطراف منازل در پیوند است (Amouei et al. 2014). در پژوهشی دیگر که بر روی آب‌های زیرزمینی دشت مشهد انجام شد، مهمترین علت افزایش قابل توجه نیترات در آب چاه‌های واقع در مناطق شهری پرجمعیت در مقایسه با مناطق کشاورزی (با میانگین ۳۱/۵ در مقابل ۸/۶ میلی‌گرم در لیتر) نشت فاضلاب خانگی اعلام شد و کمترین مقدار نیترات در قسمت غربی دشت مشهد گزارش گردید که با یافته‌های این مطالعه همخوانی دارد (Latif et al. 2005) .

همچنین، نتایج یک مطالعه از نظر مقادیر سولفات موجود در آب‌های زیرزمینی دشت مشهد نشان داد که در مجموع حدود ۸۱ درصد از سطح منطقه از وضعیت کیفی خوب و قابل قبولی برخوردار است و فقط بخش‌هایی از شمال و جنوب شهر مشهد شرایط نامساعدی را تجربه می‌کنند. در بررسی اخیرالذکر، شیب هیدرولیکی زمین به سمت جنوب و تجمع جمعیت در این ناحیه همراه با دفع غیراصولی پساب شهری و صنعتی از عوامل افت کیفی آب در بخش جنوبی دشت مشهد محسوب شد و به خشکسالی‌های متوالی که موجب استحصال بیشتر از منابع آب زیرزمینی، محدودیت در نغذیه این منابع آبی و تغلیظ ترکیباتی مثل سولفات در آن، نیز به عنوان فاکتوری موثر در کاهش کیفیت آب‌های زیرزمینی اشاره شد (Morgan 2011, Yazdani et al. 2017). گرچه مقادیر سولفات در مطالعه حاضر به طور معنی داری کمتر از حد مجاز می‌باشد ولی از آنجایی که بسیاری از اقلام جیره نشخوارکنندگان همچون یونجه، کنجاله سویا و ملاس حاوی سولفور می‌باشند، بنابراین باید مجموع سولفور موجود در آب و غذا را در نظر گرفت(Olkawski 2009).

در مطالعه حاضر، افزایش معنی‌دار داده‌های مربوط به پارامترهای اندازه‌گیری شده در مناطق جغرافیایی مورد بررسی نسبت به استانداردها می‌تواند به دلایلی به این شرح باشد: الف- وجود شهرک‌های صنعتی مثل شهرک صنعتی کلات در منطقه شمالِ شرق

در مجاورت کَشَف رود، شهرک صنعتی طوس در منطقه شمال غرب (محور قوچان) و دیگر شهرک‌های صنعتی اطراف مشهد که صنایع مختلف از جمله باتری‌سازی، رنگ‌سازی، دباغی پوست و غیره را در خود جای داده و پتانسیل ورود آلاینده‌های ارگانیک و غیرارگانیک به ویژه فلزات سنگین به محیط زیست را دارند. ب- وجود نیروگاه‌های حرارتی مختلف مثل نیروگاه حرارتی طوس و فردوسی در محور قوچان و نیروگاه شریعتی در جاده سرخس (در مجاورت گاوداری‌های بزرگ منطقه). قابل ذکر آن که گازهای حاصل از این نیروگاه‌ها می‌تواند آلاینده‌های آلی و غیرآلی مثل فلزات سنگین را وارد محیط پیرامون خود کنند، ضمن این که وزش باد از جهت غرب به شرق نیز در انتقال گاز اگزوز این نیروگاها به مناطق شرق و شمالِ شرق تاثیرگذار خواهد بود. پ- از دیگر مسائل، ورود آلاینده‌های کارگاه‌ها و کارخانجات صنعتی به کال‌ها و مسیل‌های حومه مشهد بوده که نهایتاً تمامی آن‌ها به کَشَف رود (یکی از مخازن اصلی آب مورد استفاده گاوداری‌های مستقر در شرق و شمال شرق مشهد) می‌ریزند. ت- آلودگی مراتع و زمین‌های حاشیه بزرگراه‌ها (مثل بزرگراه پرترافیک آسیایی واقع در شمال و شمال غرب مشهد که به سمت محور نیشابور نیز کشیده شده) با فلزات سنگین و یا تعویض روغن ماشین‌های شهری و صنعتی در حومه شهرها و در کنار مسیل‌ها از دیگر موارد مهم می‌باشد. نباید فراموش کرد که سلالیت آب می‌تواند منجر به انتقال آلودگی خاک و گیاهان به منابع آبی شود. ث- حجم بالای کشاورزی و دامپروری و وجود صنایع آلاینده مثل چرم‌سازی و باتری سازی و افزایش حاشیه نشینی در مناطق مختلف مشهد از جمله محدوده شمال شرق در افزایش سولفات و نیترات در این منطقه نسبت به دیگر مناطق می‌تواند نقش آفرین باشد. ج- اقلیم خشک و نیمه خشک ایران موجب شده که بخش اعظم آب شرب از منابع زیرزمینی تامین شود. در مطالعه حاضر نیز اکثر قریب به اتفاق واحدها از آب چاه بهره می‌جستند. بنابراین جنس خاک و سنگ منطقه را نیز در تغییرات غلظت آلاینده‌های شیمیایی با توجه به شسستشوی خاک توسط نزولات آسمانی باید مد نظر قرار داد (Ahmadizadeh Fini 2013, Yazdani et al. 2017)

یکی دیگر از مسائل قابل استنباط از این مطالعه، الگوی بسیار متغیر پراکنش آلاینده‌های مختلف در اطراف شهر مشهد است به عبارت دیگر، فراوانی داده‌ها نه تنها بین مناطق مختلف، بلکه حتی در یک منطقه خاص نیز زیاد است به صورتی که در مورد فلز جیوه بیشترین و کمترین میزان اعلام شده مربوط به یک منطقه (جنوب مشهد) می‌باشد. این موضوع می‌تواند ناشی از تامین آب شرب یک منطقه از منابع مختلف آبی (مثل آب سطحی سد طروق و یا زیرزمینی) یا بیانگر تنوع بیش از حد چاه‌ها از لحاظ کیفیت شیمیایی آب آن‌ها باشد. از آنجایی که فعالیت‌های فصلی به ویژه در امور کشاورزی بسیار می‌تواند در حجم آلایندگی آب شرب دام‌ها موثر باشد، بنابراین صرف پایین بودن برخی از عناصر در مطالعه حاضر به جهت نگاه نقطه‌ای از نظر زمان نمی‌تواند ما را به این نتیجه برساند که مشکلی در این زمینه وجود ندارد بلکه جهت ارزیابی دقیق‌تر سنجش‌های فصلی نیز ضروری به نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری : یافته‌های این مطالعه نشان داد که مناطق شمال شرق و جنوب مشهد در مقایسه با دیگر مناطق نیازمند توجه بیشتر از نظر فلزات سنگین و سولفات و نیترات می‌باشند، لذا برای کاستن از اثرات ناگواراین آلاینده‌های شیمیایی بر بهداشت دام و انسان توجه به نکاتی از جمله: آگاه‌سازی صنایع و مشاغل با چگونگی دفع صحیح فاضلاب صنعتی و نظارت جدی بر عملکرد آنها، توجه به زیرساخت‌های مراکز جمع‌آوری زباله و رعایت فاصله مجاز این مراکز از مسیل‌ها، ترمیم زیرساخت‌های لوله‌کشی و ایزولاسیون مخازن سپتیک و فاضلاب از مخازن آب شرب، بازیافت تولیدات حاوی فلزات سنگین، حائز اهمیت می‌باشد.

منابع

Ahmadizadeh Fini, A; Razmand, N. and Zamani,A. (2013). Evaluation of heavy metal concentrations (Zn, Cd, Pb) in drinking water wells in the rural areas of Bandar Abbas, Iran, Hormozgan Medical Journal, 18 (3): 239-245.

Amouei, A.I; Tabarinia, H; Khalilpour, A; Faraji, H. and Mohammadi, A.A. (2014). Determine the concentration of nitrate and nitrite in drinking water in rural and urban areas of Babol city. (2012). Journal of Babol University of Medical Sciences, 16 (11): 70-77.

Latif, M; Mousavi, S.F; Afyuni, M. and Velayati, S. (2005). Investigation of nitrate pollution and sources in groundwaterv in Mashhad plain. Journal of agricultural science and natural sources, 12 (2): 21-32.
Torabian et al. (2010). Drinking water- Physical and chemical specifications. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 1053, 5th.rev: 1-8.
Vatandoost, M; Naghipour, D; Omidi, S. and Ashrafi, SA. (2018). Survey and mapping of heavy metals in groundwater resources around the region of the Anzali international wetland; a dataset. Data in Brief, 18: 463-469.
Yazdani, M.R; Koohbanani, H.R; Dashti Amirabad, J. and Aziminejhad, M. (2017). Evaluation of groundwater quality indicators in Mashhad plain using techniques Geostatistics and GIS. Journal of Neishabour University of Medical Sciences, 5 (3): 63-73.
Beede DK. (2006). Assessment of water quality and nutrition for dairy cattle. In: High Plains Dairy Conferenc. Michigan State Univeristy, East Lansing:.1-23
Bigucu, E; Katan, B; Palabiyik,I. and Oksuz, O. (2016). The Effect of Environmental Factors on Heavy Metal and Mineral Compositions of Raw Milk and Water Samples. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 13 (04): 61-70.
Clark, j.H. et al. (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle: 7th Revised Edition, Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council. National Academy Press, Washington, D.C. pp: 131- 149. in: http://www.nap.edu.
Constable, PD; Hinchcliff, KW; Done, SH. and GrÜnberg, W. (2017). Veterinary medicine. 11th ed. Philadelphia, Saunders Ltd. USA. Pp:421, 1191, 1201, 2181.
Klasing, C.K. et al. (2005). Mineral Tolerance of Animals: Committee on Minerals and Toxic Substances in Diets and Water for Animals. National Research Council. 2nd Revised ed. National academic Press. Washington, D.C. in: http://www.nap.edu.
Marbooti, Z; Khavari, R. and Ehya, F. (2015). Heavy metal contamination assessment of groundwater resources in Behbahan plain southwest zagros. Open Journal of Geology, 5 (May): 325-330.
Morgan, SE. Water quality for cattle. (2011). Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 27(2): 285-95.
Olkowski AA. (2009). Livestock water quality: A field guide for cattle, horses, poultry and swine. Agriculture and Agri-Food Canada. University of Saskatchewan: 1-126.