



شرکت مهندسی آب، فاضلاب و کوار

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



11930-NWWCE

## ارزیابی کیفیت روان آب سطحی کانال فیروزآباد جنوب تهران برای مصارف کشاورزی

سمیه رضایی<sup>۱</sup>، احمدرضا یزدانبخش<sup>۲</sup>، اکبراسلامی<sup>۳</sup>

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۲- استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۳- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

srezaie16@yahoo.com

### چکیده

با توجه به اهمیت آب و کمبود منابع آب در ایران، استفاده از آب‌های نامتعارف می‌تواند یک اقدام اساسی در حفاظت از منابع آبی کشور به حساب آید. هدف از انجام این مطالعه ارزیابی کیفیت روان آب سطحی کانال فیروزآباد جنوب تهران برای مصارف کشاورزی است. این تحقیق از نوع توصیفی-مقطعی است. نمونه‌برداری در دو فصل بهار و تابستان از پایین دست کانال فیروزآباد، محل مصرف روان آب سطحی برای آبیاری انجام شد. نمونه‌ها از نظر پارامترهای  $TSS$ ،  $COD$ ،  $BOD_5$ ،  $SAR$ ،  $Na\%$ ،  $TP$ ، هدایت الکتریکی،  $Br$ ، کلرور، فلزات سنگین، کل کلیفرم‌ها، کلیفرم‌های مدفوعی و نماتودهای روده‌ای جهت تعیین کیفیت روان آب سطحی برای مصارف آبیاری اندازه‌گیری شدند. میانگین  $COD$ ،  $BOD_5$ ، فلزات سنگین به جزء نیکل مطابق با استاندارد محیط زیست ایران بوده است. هدایت الکتریکی،  $SAR$ ، کلراید، و  $Br$  در محدوده کم تا متوسط و درصد سدیم قابل قبول برای آبیاری ارزیابی شد. میانگین تعداد تخم انگل نماتودها مطابق با استانداردهای سازمان محیط زیست ایران و  $WHO$  ولی میانگین تعداد کلیفرم‌های کل و مدفوعی با استانداردهای مربوطه مطابقت نداشته است. نتایج تحقیق نشان داد که استفاده مستقیم از روان آب سطحی کانال فیروزآباد برای مصارف آبیاری به دلیل عدم مطابقت با استانداردهای محیط زیست و سازمان بهداشت جهانی توصیه نمی‌شود. تصفیه و گندزدایی این آب‌ها و همچنین پایش مداوم آن از نظر برآوردن استانداردها برای آبیاری ضروری می‌باشد.

واژگان کلیدی: آبیاری، کیفیت روان آب سطحی، کشاورزی، کانال فیروزآباد، تهران.

### ۱. مقدمه

آب یکی از حیاتی‌ترین مواد موجود در کره خاکی است. کمبود منابع آبی به‌عنوان یکی از حیاتی‌ترین اهرم‌ها، زندگی انسان، گیاهان و جانوران را در بسیاری از کشورها، از جمله کشور ما مورد تهدید قرار داده است و به‌عنوان یکی از تنگناهای توسعه اقتصادی و کشاورزی محسوب می‌گردد. علاوه بر کمیت، وضع کیفی آب نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۱]. آب‌های سطحی از مهم‌ترین منابع تأمین آب می‌باشند. منابع آب سطحی در بخش کشاورزی به طور فزاینده‌ای در حال کمیاب شدن است، لذا دست‌اندرکاران در اندیشه فراهم نمودن منابع جدید آب می‌باشند. منابعی که هم اقتصادی و هم در توسعه کشاورزی مؤثر باشند. مصارف کشاورزی با توجه به حجم زیاد موردنیاز آب، به‌عنوان یکی از مصرف‌کنندگان اصلی در آب‌های نامتعارف محسوب می‌شوند [۲]. تعیین خصوصیات کیفی آب جهت مصارف شرب، کشاورزی و صنعت و همچنین ارزیابی پارامترهای مؤثر بر تغییر کیفیت آب از اهمیت زیادی برخوردار است. عوامل مهم آلودگی آب‌های سطحی، آلاینده‌های شهری، صنعتی، کشاورزی می‌باشند [۳]. کشور ایران در منطقه خشک و نیم خشک کره زمین قرار دارد و تأمین آب موردنیاز بخش‌های مختلف برای مقابله با بحران‌های خشکسالی دارای اهمیت بسیار است [۴]. با توجه به اینکه رواناب‌های شهری حامل حجم زیادی آب شیرین هستند، می‌توانند به‌عنوان یک منبع تأمین آب برای مصارف مختلف محسوب شوند. برای بهره‌گیری از این گونه آب‌ها در بخش‌های گوناگون از جمله امور زراعی، علاوه بر کمیت آب، کیفیت آب نیز نقش مهمی داشته و کیفیت نامناسب می‌تواند یکی از عوامل محدودکننده در این بخش باشد که علاوه بر مشکلات زراعی، مشکلاتی برای خاک نیز به وجود می‌آورد. نیاز است که از کیفیت آن آگاهی

داشته و برای کاربرد آن استانداردهایی در نظر گرفته شود [۵]. شهر تهران در قسمت مرکزی ایران قرار دارد. از آنجایی که به وسیله سطوح مرتفع البرز مرکزی احاطه شده است، علاوه بر آب‌های سطحی در گستره شهری، رواناب‌های ناشی از بارش در مناطق کوهستانی که به وسیله رودخانه‌ها و مسیل‌ها وارد محدوده شهری می‌گردند و ضمن عبور از داخل شهر به دشت جنوب تهران می‌رسند [۶]. در هر حال حاضر، کانال‌های جمع‌آوری رواناب‌ها و آب‌های سطحی شهر تهران نهایتاً به زمین‌های جنوب تهران رسیده و با وجود آلودگی این منابع سطحی، به دلیل کمبود آب زیرزمینی و همچنین سهولت دسترسی به روان آب‌ها بدون هیچ تصفیه توسط کشاورزان برای مصارف آبیاری در مقیاس وسیع استفاده می‌شود [۷].

ترکیبات شیمیایی در آب آبیاری شامل: مقدار سدیم، املاح موجود در آب و عناصر کمیاب است که از مهم‌ترین معیارهای کیفی در طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی می‌باشد. این عوامل در رشد گیاه و نفوذپذیری خاک تأثیرگذار هستند. آبیاری با آب‌هایی که کیفیت مناسبی ندارد، باعث بروز مشکلات گوناگون در خاک و گیاه خواهد شد؛ از جمله مشکلات ناشی از آبیاری با آب‌های نامناسب می‌توان به مشکل شوری، نفوذپذیری و سمیت اشاره نمود. بنابراین آب آبیاری باید دارای کیفیت مناسب از جنبه‌های مختلف باشد که می‌توان آن را در مجموعه ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مورد بررسی قرار داد [۸،۹]. نتایج مطالعه‌ای بر روی کیفیت آب جاجرود در ورامین توسط زهتابیان و همکاران نشان داد که هرچه به سمت جنوب دشت ورامین نزدیک می‌شوند، از کیفیت آب رودخانه کاسته می‌شود که به دلیل ورود فاضلاب‌های شهری، کشاورزی، صنعتی است [۱۱]. در مطالعه دیگری توسط دشت مرویلی و همکاران، کیفیت آب رودخانه نرماب مورد بررسی قرار گرفت و آب رودخانه را برای مصارف کشاورزی مناسب ارزیابی کردند [۱۲]. تحقیقات صورت گرفته توسط یزدانبخش و همکاران، بررسی مشخصات روان آب‌های سطحی شهر تهران و مقایسه با استاندارد آب کشاورزی نشان داد که میانگین پارامترهای TSS، COD، کدورت و شاخص‌های میکروبی بالاتر از استاندارد بودند و سایر پارامترهای دیگر مؤثر بر کیفیت آب برای آبیاری کشاورزی مانند کلراید، SAR، درصد سدیم در محدوده مطلوبی برای استفاده کشاورزی بودند [۱۳]. در این پژوهش روان آب سطحی کانال فیروزآباد در منطقه مورد مطالعه از نظر پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی با استانداردهای سازمان محیط زیست ایران و دستورالعمل‌های WHO و FAO مقایسه شد و امکان استفاده از این آب برای مصارف کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲. مواد و روش‌ها

این مطالعه به روش توصیفی - مقطعی انجام گردید. در این راستا ضمن جمع‌آوری اطلاعات مقدماتی از قبیل موقعیت جغرافیایی، مشخصات شناسنامه‌ای، میزان آبدهی کانال و... با مراجعه به سازمان آب منطقه‌ای، ویژگی‌های کیفی روان آب سطحی بررسی گردید. بدین منظور، موقعیت کانال به صورت عینی بررسی و ایستگاه نمونه‌برداری در پایین‌دست کانال فیروزآباد، بعد از شاخه‌های فرعی و ورودی منابع آلاینده‌های نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای در مسیر کانال؛ در محل مصرف آب این کانال برای آبیاری زمین‌های کشاورزی صالح آباد در شهر ری مشخص گردید. نمونه‌ها در طی چهار مرحله به منظور تعیین پارامترهای مورد نیاز و تأثیر تغییرات دبی و دمای محیط بر روی کیفیت روان آب سطحی در دو فصل بهار و تابستان ۱۳۹۴ به صورت مرکب در کمترین فاصله از سطح آب برداشت گردید. تعداد ۴ نمونه مرکب براساس روش‌های استاندارد گرفته شد. در هنگام نمونه‌برداری پارامترهایی از قبیل دما و pH با دستگاه‌های پرتابل در محل تعیین گردید. نمونه‌ها پس از جمع‌آوری در مدت زمان کمتر از دو ساعت به آزمایشگاه بهداشت منتقل شدند. نمونه‌های آزمایشات میکروبی در ظروف استریل برداشت و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و همچنین نمونه‌های آزمایش فلزات سنگین با افزودن اسید نتیریک و رساندن pH به زیر ۲ منتقل شدند. کلیه آزمایشات براساس روش‌های توصیه شده در کتاب استاندارد متد ۲۰۰۵ با دو بار تکرار انجام گرفت و مجموعاً ۲۰۵ آزمایش مورد آنالیز قرار گرفت [۱۴]. پارامترهای نسبت جذب سدیم (SAR)، درصد سدیم، سدیم قابل تعویض (ESP)، کربنات سدیم باقیمانده و نسبت کلایز (KR) که در ارزیابی آب آبیاری مهم می‌باشند، طبق روابط موجود (۴،۳،۲،۱) محاسبه گردید. برای تعیین خطرات بهداشتی شاخص‌های میکروبی (کلیفرم‌های کل و مدفوعی، نماتوئیدهای روده‌ای) و فلزات سنگین آرسنیک، کادمیوم، کروم، سرب، نیکل، روی و مس به لحاظ اهمیت بیشتر تعیین مقدار شدند. برای تعیین میزان مواد آلی روان آب سطحی پارامترهای BOD<sub>5</sub> و COD اندازه‌گیری شدند. در نهایت با استفاده از نرم افزار SPSS16 مقادیر میانگین و انحراف معیار برای هر پارامتر محاسبه و با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران (DOE)، FAO و دیاگرام ویل کوکس تفسیر گردید. همچنین جهت رسم نمودار از برنامه Excel-2007 استفاده شد. طبقه‌بندی روان آب سطحی کانال فیروزآباد با توجه به خصوصیات شیمیایی برای آبیاری با استفاده از رهنمودهای FAO و دیاگرام ویل کوکس صورت گرفته است. طبقه‌بندی آب این کانال با توجه به نتایج آزمایشات میکروبی برای کشاورزی، براساس استانداردهای سازمان بهداشت جهانی و محیط زیست ایران صورت پذیرفته است.

$$SAR = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}} \quad (1)$$

$$Na\% = \left[ \frac{Na^+ \times 100}{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] + [Na^+] + [K^+]} \right] \quad (2)$$

$$ESP = \frac{100(-0.0126 + 0.01475 \times SAR)}{1 + (-0.0126 + 0.01475 \times SAR)} \quad (3)$$

$$RSC = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) \quad (4)$$

$$R = \frac{Na}{Ca + Mg} \quad (5)$$

### ۳. یافته‌ها

بر اساس این مطالعه، ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و میکروبی روان آب سطحی کانال فیروزآباد مذکور بررسی گردید که نتایج حاصل از آن و همچنین مقایسه آن‌ها با استاندارد محیط زیست ایران [۱۵] و [۱۶] FAO در جداول ۲ و ۱ ارائه شده است. میانگین مقادیر فلزات سنگین روان آب سطحی کانال فیروزآباد با مقادیر استاندارد محیط زیست ایران DOE و FAO جهت استفاده در آبیاری در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۱: مقایسه کیفیت روان آب سطحی کانال فیروزآباد با استاندارد سازمان محیط زیست ایران در مورد استفاده مجدد در کشاورزی (DOE)

پارامتر	واحد	میانگین	استاندارد سازمان محیط زیست ایران برای کشاورزی و آبیاری
COD	mg/L	۱۵۹±۵۹	۲۰۰
BOD <sub>5</sub>	mg/L	۵۱/۵±۲۱	۱۰۰
TSS	mg/L	۳۰۱±۶۲	۱۰۰
pH	-	۷/۶۴±۰/۱۴۵	۶-۸/۵
کدورت	NTU	۶۸/۷±۲۴/۵۱	۵۰
کلسیم	mg/L	۴۸±۳۶/۵	-
منیزیم	mg/L	۴۳±۲۲	۱۰۰
پتاسیم	mg/L	۱۱±۲/۶۵	-
TP	mg/L as P	۳۰±۲۱	-
کلiform‌های مدفوعی	MPN/100 mL	۱/۷۸×۱۰ <sup>۵</sup> ±۱/۲۲×۱۰ <sup>۵</sup>	۴۰۰
کل کلiform	MPN/100 mL	۱/۸×۱۰ <sup>۶</sup> ±۱/۱۸×۱۰ <sup>۶</sup>	۱۰۰۰
تخم انگل	No./L	۱	≤۱

جدول ۲: مقایسه کیفیت روان آب سطحی کانال فیروزآباد با استاندارد FAO

پارامتر	واحد	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	میانگین	بدون محدودیت	محدودیت کم تا متوسط	محدودیت شدید
هدایت الکتریکی	μS/cm	۱۱۵۰	۱۲۲۰	۱۱۵۰	۱۲۷۹	۱۱۹۷±۵۸	۷۰۰<	۷۰۰-۳۰۰۰	>۳۰۰۰
کل مواد محلول	mg/L	۵۵۷	۵۹۷	۶۴۹	۷۳۱	۶۳۳±۷۵	۴۵۰<	۴۵۰-۲۰۰۰	>۲۰۰۰
سدیم	mg/L	۸۰	۱۵۰	۱۱۰	۱۵۰	۱۲۵±۳۶	<۷۰	>۷۰	-
کلور	mg/L	۲۸۳	۳۵۳	۳۴۷	۲۲۰	۱۳۶±۱۹	<۱۴۰	۱۴۰-۳۵۰	>۳۵۰
TKN	mg/L as N	۱۴۹	۶/۷	۴/۶	۹/۵	۴۲±۷۱	<۵	۵-۳۰	>۳۰
بُر	mg/L	۰/۹	۰/۲	-	۰/۸۳	۰/۳۳±۰/۴۹	<۰/۷	۰/۷-۳	>۳
بی‌کربنات	mg/L	۳۵۴	۳۰۰	۲۴۴	۲۶۸	۲۹۱±۴۷	<۹۰	۹۰-۵۰۰	>۵۰۰
درصد سدیم	-	۴۹/۴	۴۹/۴	۴۸/۸	۴۹/۵	۴۹±۰/۳	<۵۰	۵۰-۸۰	>۸۰
SAR	-	۲/۰۲	۳/۰۴	۳/۶۲	۳/۶۵	۳±۰/۸	<۱۰	۱۰-۲۶	>۲۶
ESP	-	-	-	-	-	۳/۲۸±۱/۱۳	۱۵<	-	>۱۵
RSC	-	-	-	-	-	-۱/۱۲±۰/۸۴	≤۲/۵	-	-
KR	-	-	-	-	-	۰/۹±۰/۲۰	<۱	-	-

## کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

جدول ۳: میانگین میزان فلزات سنگین روان آب سطحی کانال فیروزآباد در مقایسه با استاندارد محیط زیست ایران (DOE) و FAO جهت مصارف آبیاری

پارامتر	واحد	میانگین	استاندارد سازمان محیط زیست ایران برای کشاورزی و آبیاری	FAO
آرسنیک (As)	mg/L	<0/0001	0/1	0/1
کادمیوم (Cd)	mg/L	0/001±0	0/05	0/01
کروم (Cr)	mg/L	0/0125±0/009	1	0/1
سرب (Pb)	mg/L	0/106±0/18	1	5
نیکل (Ni)	mg/L	2/127±3/68	2	0/2
روی (Zn)	mg/L	0/124±0/11	1	5
مس (Cu)	mg/L	0/046±0/031	0/2	0/2

## ۴. بحث

بر اساس جدول ۱، میانگین پارامترهای BOD<sub>5</sub> و COD در نمونه مورد مطالعه در حد استانداردهای محیط زیست ایران بوده است. در این مورد نتایج مطالعه محوی در خصوص ارزیابی روان آب‌های سطحی شهر تهران بر خاک و آب‌های زیرزمینی نشان داد که کاهش مواد آلاینده در فصل تابستان به علت کم بودن دبی و ورود مواد آلی از مراکز صنعتی، تجاری و مسکونی و همچنین در فصول بارندگی به علت رقت آب کانال با افزایش دبی است [۱۷]. میانگین TSS و کدورت روان آب سطحی مورد مطالعه بالاتر از محدوده مجاز برای آبیاری می باشد که به علت وجود ذرات معلق و کلوئیدی که عمدتاً از حوزه‌های آبخیز و محل عبور کانال ناشی می‌شود. مطالعات پروین نیا و همکاران، Gnecco و همکاران و تجربی و همکاران در رابطه با خصوصیات فیزیکی رواناب‌های شهری با نتایج این تحقیق مطابقت داشت [۱۹، ۱۸، ۵]. میانگین نیتروژن روان آب سطحی کانال فیروزآباد از نظر استاندارد FAO دارای محدودیت شدید برای آبیاری است که می‌توان به علت ورود آلاینده‌ها شهری و صنعتی به این آب‌ها باشد که با نتایج مطالعه رزاقی خمسه‌ای در رابطه بررسی کیفیت روان آب‌های سطحی مطابقت داشت. نمک‌های محلول از مهم‌ترین پارامترهای تشخیص کیفیت آب کشاورزی است که با شوری خاک در ارتباط هستند و بر این اساس رشد گیاه، عملکرد و کیفیت محصولات از کل نمک‌های محلول در آب تأثیر می‌پذیرند. برای نشان دادن غلظت یون‌های موجود در آب از هدایت الکتریکی استفاده می‌شود [۲۰]. روان آب سطحی کانال فیروزآباد از نظر کل جامدات محلول و هدایت الکتریکی در محدوده کم تا متوسط برای آبیاری قرار گرفت.

نتایج ارزیابی روان آب سطحی کانال فیروزآباد با معیارهای شاخص استاندارد FAO در جدول شماره ۲ ارائه شده است. سدیم (Na<sup>+</sup>)، کلرور (Cl<sup>-</sup>) و بُر از عناصر مهم در آبیاری هستند. غلظت بالاتر از حد مجاز این یون‌ها باعث اختلال در عملکرد ریشه، کاهش عملکرد محصول، تغییر شکل ظاهری گیاه و حتی مرگ گیاه می‌شود [۲۱]. میانگین غلظت کلرور و بر روان آب سطحی در محدوده مجاز برای آبیاری قرار داشت که با مطالعه قبلی مطابقت داشت. مطمئن‌ترین شاخص تعیین میزان تأثیر آب آبیاری بر افزایش سدیم تبادلی خاک (ESP)، پارامتر جذب سدیم یا SAR است. سدیم تبادلی، تمایل به پراکنش خاک داشته، باعث کاهش سرعت نفوذ آب و هوا در خاک می‌گردد. پتانسیل نفوذ آب تحت تأثیر شوری و سدیم آب آبیاری است. سدیم به دلیل تأثیراتش بر روی خاک، یکی از مهم‌ترین کاتیون‌ها است. کاتیون‌های دو ظرفیتی باعث بهبود ساختمان خاک و پایداری خاکدانه‌ها می‌شود ولی کاتیون‌های یک ظرفیتی باعث پراکنندگی ذرات خاک و از بین رفتن ساختمان آن می‌شود [۲۲]. با توجه به نتایج، روان آب سطحی کانال فیروزآباد از نظر غلظت بُر، نسبت جذب سدیم در محدوده کم تا متوسط برای آبیاری و بر اساس معیارهای درصد سدیم، RSC و نسبت کلایز (KR) در حد قابل قبول برای کشاورزی ارزیابی شد. کیفیت روان آب سطحی کانال فیروزآباد توسط دیاگرام ویلکاکس در محدوده (C3S1) قرار می‌گیرد و می‌تواند آب مناسبی برای کشاورزی باشد.

از دیدگاه میکروبیولوژیک، مجموعه‌ای از عوامل باکتریولوژیک، انگلی و... می‌تواند منجر به شیوع بیماری‌های منتقله از آب شوند. مقایسه نتایج آزمایشات کلیفرمی و انگلی روان آب سطحی کانال فیروزآباد با استانداردهای محیط زیست ایران برای مصارف آبیاری و کشاورزی و همچنین رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، بیانگر این است که روان آب سطحی از نظر کل کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی بیش از استاندارد ولی در مورد تخم انگل نامتود مطابق با استانداردها بود که با مطالعات گذشته در رابطه با استفاده از آب‌های نامتعارف در آبیاری مشابهت داشت [۲۴، ۲۵، ۲۶].



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کبوتر

## کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



با توجه حدود مجاز غلظت عناصر سنگین (سازمان محیط زیست ایران و FAO)، غلظت کلیه عناصر اندازه گیری شده در روان آب سطحی کانال فیروزآباد (جدول ۳) به غیر از فلز نیکل در محدوده مجاز برای آبیاری قرار دارد که با مطالعه نبی زاده و همکاران، مردانی و همکاران و محوی و همکاران در مورد اندازه گیری فلزات سنگین روان آب های سطحی شهر تهران در مورد عنصر مذکور مطابقت ندارد [۱۷، ۲۷، ۲۸].

### ۵. نتیجه گیری

با توجه به مطالب ذکر شده در بالا می توان گفت که کیفیت روان آب سطحی کانال فیروزآباد در رده (C3S1) نمودار ویل کوکس قرار گرفته و می تواند منبع مهم و جایگزین مطلوب به منظور تأمین نیازهای آبی بخش کشاورزی باشد ولی با وجود محدودیت های فیزیکی و بهداشتی برای استفاده مستقیم در آبیاری کشاورزی توصیه نمی شود. لازم است برای حفظ سلامتی کارگران مزارع و همچنین سبزیجات و محصولات میوه که به صورت خام مصرف می شوند، تصفیه و گندزدایی شود. در نهایت با پایش مستمر و نظارت دائمی کیفیت این آب ها و ارزیابی اثرات بهداشتی می توان مصارف گسترده تری برای آن در نظر گرفت.

### ۶. قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۴ و کد ۹۲۹۳/۴۷/م/پ است که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، در آزمایشگاه های شیمی و میکروبیولوژی محیط گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت اجرا شده است، نویسندگان از معاونت محترم پژوهشی دانشکده، کارشناسان آزمایشگاه و معاونت طرح و توسعه شرکت آب منطقه ای و سایر کارشناسان این سازمان تشکر می نمایند.

### ۷. مراجع

1. Khadam, I.M., Kaluarachchi, J.J., Water quality modeling under hydrologic variability and parameter uncertainty using erosion-scaled export coefficients. *Journal of Hydrology*, 2006, 330: 354-367.
2. Ouyang, Y., P. Nkedi-Kizza, Q.T. Wu, D. Shinde, C.H. Huang. 2006. Assessment of seasonal variations in surface water quality. *Water Research*, 40(20), 3800-3810.
3. Todd D.K. *Ground water hydrology*. 2ed. John wiley Sons; 1980.
4. Gudarzi A, Eslamian S, Evaluation of flood spreading system and artificial recharge basins regarding on water of Bagh-e-sorkh Qanat's, Shahreza. *International Conference on Qanat, Kerman-Iran.2005*; 2:518-523.
5. Parvinniya M, Rakhshandehrou Gh, Monjemi P. Investigation of quality and reclamation of urban storm runoff in city of Shiraz. *Water and wastewater.2008* ;(66):55-46.
6. Parekoohi Kazemi F. Properties of the particles in the runoff of Tehran [dissertation]. School of Civil Eng: Sharif University of Technology, 2014.
7. Razeghi Khamsei, B. Effects of the transfer of surface water from the East to the West Tehran on groundwater quality [dissertation]. School of Medical Sciences: TMU, 1999. P. 60-70(In persian).
8. Shahryari T, Barikbin B, Sharifzadeh Gh, Dorri H. Evaluation of Vali Asr(aj) hospital effluent for irrigation of the green. *Journal of Birjand University of Medical Sciences*. 2012; 19 (1): 59-69.
9. Dazy, J., Drogue, C., Harmanidis, P. & Darlet, C., 1997, "The inflows on chemical composition of Groundwater in small island: The example of the Cyclades, (Greece), *Environ*. Vol. 31: 133-141.
10. Tom M, Fletcher, TD, McCarthy DT. Heavy Metal Contamination of vegetables Irrigation by Urban Storm water: A Matter of Time? *Plos ONE* 2014; 9(11): e112441.doi:1371/journal.pone.0112441.



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



11. Zehtabian GH, Rafiei Emam A, Alavipanah SK, Jafari M. Assessment of Jajrood river water quality on Varamin. *J. Desert*. 2002; 8(2): 165-176.
12. Merouli Dashti M, GHare Mahmoudlou M, Pourghasemi F. quality water Narmab riveris using graphical methods. *The ninth Seminar irrigation and reduce evaporation*. Kerman, 2006.
13. Yazdanbakhsh A R, Rezaei S. Investigation the characteristics of surface runoff in Tehran and comparision with agricultural water standards. *1<sup>st</sup> E-Conferences on New Finding in Environment and Agricultural Ecosystems*, 2014 November. 1; Tehran, Iran.
14. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20th ed. Washington, DC: American Public Health Association; 2005.
15. Environmental Protection Agency Iran: "Criteria and the environmental standards", Publications the Department of Environment, Autoum 1999.
16. Ayers S, D.W Westcot. *Water Quality for Agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper No.29.Rev; Rome: 1985.
17. Mahvi, A.H. Contamination of surface runoff in Tehran, assessing environmental impacts on agricultural soils and groundwater. Vice Chancellor for Research. Center for Environmental Research. Winter 2004.
18. Gnecco I, Berretta C, Lanza LG, La Barbera P. Storm water pollution in the urban environment of Genoa, Italy. *Atmospheric Research*. 2005; 77(1-4): 60-73.
19. Tajrishi M. Understanding the characteristics of surface runoff pollutants in urban. Workshop on modern methods of collection and management of urban surface runoff and Planning Center of Tehran. Office of Water and Environmental Studies. Sharif University of Technology. 2012(In persian).
20. Hashemi H, Ebrahimi A, Khodabakhshi A. Survey on reuse of Isfahan wastewater treatment plants effluent in restricted irrigation. *J Health Syst Res* 2014; 10(2):326-334.
21. Ghaneiyani M, Mesdaghiniya A R, Ehrampoush M H. Basics the reuse of wastewater "Health risks of wastewater reuse" 1nd ed. Tehran: Teb Gostar; 2001 Autumn.
22. Asano T, L. Burton F, L.Leverenz H, Tsuchihashi R, Tchobanoglous. *Water Reuse"Issues, Technologies, and Applications*. 1<sup>st</sup> ed. United States of America: Metcalf & Eddy; 2007. P. 956-960.
23. WHO. *Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Grey water Wastewater use in Agriculture*. 2006.
24. Petousi I, Fountoulakis M S, Saru M L, Nikolaidis N, Fletcher L, Stentiford E.I, Manios T, et al. Effects of reclaimed wastewater irrigation on olive (*Olea europaea* L. cv. 'Koroneiki') trees. *Agricultural Water Management*. (2015); 160:33-40.
25. Bedbabis S, Trigui D, Ben Ahmed C, Clodoveo ML, Camposeo S, Vivaldi GA, et al. Long-terms effects of irrigation with treated municipal wastewater on soil, yield and olive oil quality. *Agricultural Water Management*. (2015);160:14-21.
26. Bakopoulou S, Emmanouil C, Kungolos A. Assessment of wastewater effluent quality in Thessaly region, Greece, for determining its irrigation reuse potential. *Ecotoxicol Environ Saf* 2011; 74(2): 188-192.
27. Mardani G, Sadeghi M, Ahankoob M. Soil Pollution along the Surface Runoff in Southern Tehran. *Journal of Water and Wastewater*. No 3. pp: 108-113. 1388(In persian).
28. Nabizadeh R, Mahvi A, Mardani G, Yunesian M. Study of heavy metals in urban runoff. *International Journal of Environmental Science & Technology*. Vol.1. No.4. P: 325-333. Winter 2005.