دوماهنامه طبّ جنوب
پژوهشکده زیست-پزشکی خلیج فارس
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
سال نوزدهم، شماره ۴، صفحه ۵۸۵ - ۵۷۱ (مهر و آبان ۱۳۹۵)

Iran South Med J 2016;19(4): 571-585

بررسی میزان آلودگی رواناب خروجی کانال‌های دفع آب سطحی شهر بوشهر در سال ۹۲-۱۳۹۱

وحید نوروزی‌کرباسدهی [۱]، معصومه روانی‌پور [۱*]، مرجان محبی [۱]، سیده رقیه میراحمدی [۱]، رحیم طهماسبی [۲و۳]، داریوش رنجبر وکیل‌آبادی [۱]، مریم عبودزاده [۱]

[۱] گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران
[۲] گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران
[۳] مرکز تحقیقات طب گرمسیری و عفونی خلیج‌فارس، پژوهشکدهٔ علوم زیست پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران

(دریافت مقاله: ۹۴/۳/۱۷- پذیرش مقاله: ۹۴/۷/۲۵)

چکیده

زمینه: در شهرهای ساحلی، تخلیه فاضلاب به دریا یکی از گزینه‌های دفع فاضلاب می‌باشد که در صورت عدم رعایت استانداردهای بهداشتی در دفع فاضلاب‌ها، منجر به اشاعه آلودگی و توسعه بیماری‌ها خواهد شد. از طرفی حفاظت منابع آبی و استفاده بهینه از آنها از اصول توسعه پایدار هر کشوری می‌باشد. این مطالعه با هدف بررسی آلودگی رواناب خروجی کانال‌های دفع آب سطحی شهر بوشهر در سال ۹۲- ۹۱ انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه از خروجی پنج کانال اصلی جمع‌آوری آب‌های سطحی منتهی به دریای خلیج‌فارس واقع در نوار ساحلی شهر بوشهر، طی دو فصل تر (زمستان) و خشک (تابستان) در سال ۹۲-۱۳۹۱ و به روش نمونه‌برداری مرکب، نمونه‌برداری صورت گرفت. سپس بر روی هر یک از ۹۶ نمونه، آزمایشات BOD_5، کل کلیفرم‌ها و کلیفرم مدفوعی بر اساس روش استاندارد انجام شد.

یافته‌ها: بررسی داده‌ها نشان داد در اکثر نقاط نمونه‌برداری شده میزان BOD_5،کل کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی پساب خروجی کانال‌ها از میزان استاندارد ملی خروجی پساب‌ها به آب‌های سطحی بیشتر بوده است و بیشترین مقدار BOD_5 به‌دست آمده ۱۶۰میلی‌گرم در لیتر و کمترین مقدار آن ۲۸ میلی‌گرم در لیتر بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به اینکه خروجی‌های کانال‌های دفع رواناب سطحی در فاصله نزدیک از ساحل به دریا راه دارند و اغلب به‌عنوان شناگاه‌های طبیعی و حتی ماهیگیری شهر بوشهرمی‌باشند و همچنین با توجه به بالا بودن میزان بار آلی و میکروبی این کانال‌ها، می‌طلبد که مورد توجه مسئولین قرار گیرد.

واژگان کلیدی: آلودگی دریا، بوشهر، کانال آب سطحی، مدیریت منابع آب

[*] بوشهر، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط
E-mail: m.ravanipour@bpums.ac.ir

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2024-04-18]

[DOI: 10.18869/acadpub.ismj.19.4.571]

مقدمه

آب‌های سطحی از مهم‌ترین منابع آبی هستند که تحت تأثیر آلودگی‌های میکروبی بسیاری قرار دارند و لازم است همواره مورد پایش قرار گیرند. پاتوژن‌های منتقله از راه آب ممکن است از طریق مصرف مستقیم آب، فعالیت‌های تفریحی، و از طریق محصولات کشاورزی آلوده وارد بدن شوند (۱ و ۲). همچنین میزان باکتری‌های موجود در آب متفاوت بوده و با توجه به زمان، بارندگی، شرایط محیطی و فاصله از منبع آلودگی تغییر می‌کنند (۳).

تشخیص آلودگی‌های فاضلابی و محل ورود آن‌ها به رواناب‌های سطحی یک مسئله مناقشه برانگیز بوده و نیاز به روش‌ها و پارامترهای شاخص مناسبی دارد. تاکنون از شاخص‌های مختلفی از جمله، استفاده از مواد شیمیایی خاص مانند کافئین، سورفاکتانت آنیونی، فلوراید و غیره یا نشانگرهای میکروبیولوژیکی استفاده شده است (۴ و ۵).

از مهم‌ترین باکتری‌های شاخص در آب دریاها می‌توان کلیفرم کل و کلیفرم‌های گرماپای، سودوموناس آیروژینوزا، کلستریدیوم پرفرژنس، آئروموناس هیدروفیلا، ویبریو پاراهمولیتیکوس و آنترکوکسی را نام برد (۶ و ۷) که در این بین توتال کلیفرم‌ها که به عنوان مهم‌ترین شاخص آزمایشات باکتریولوژیکی آب‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند (۸) و نشان دهنده آلودگی آب‌های سطحی به فاضلاب می‌باشند، از مهم‌ترین پارامترهای ارزیابی کیفیت این آب‌ها بوده‌اند (۹ و ۱۰) و از باکتری اشرشیاکلی به‌عنوان شاخص آلودگی مدفوعی استفاده می‌شود (۱۱ و ۱۲).

مطالعات متعددی E-Coli را به‌عنوان یکی از شاخص‌های اصلی و کم هزینه و یک اندیکاتور مناسب کیفیت آب برای مطالعه رواناب‌های سطحی معرفی می‌نمایند (۱۵-۱۳).

یکی دیگر از پارامترهای مهم که جزو اولین پارامترهای مورد نیاز برای ارزیابی کیفیت هر سیستم آبی به شمار می‌رود BOD است (۱۶)، زیرا BOD بیانگر مواد آلی قابل تجزیه موجود در آب بوده و آلودگی فاضلاب‌ها بیشتر به‌واسطه وجود مواد آلی موجود در آنها نمودار می‌گردد (۱۷). برای نشان دادن درجه آلودگی فاضلاب معمولاً به جای اینکه مقدار مواد آلی موجود در آن را اندازه‌گیری کنند، مقدار اکسیژن محلول (DO) لازم برای اکسیداسیون مواد آلی را اندازه‌گیری می‌نمایند (۱۸). از آنجائی‌که BOD با اکسیژن محلول در آب (DO) رابطه‌ی عکس دارد، مقادیر بالای BOD بیانگر شرایط فقدان اکسیژن محلول در آب خواهد بود (۱۶). به عبارتی دیگر BOD5 حاصل از منبع انسانی یا طبیعی، یک فاکتور اصلی کنترل کننده غلظت اکسیژن محلول در پیکره‌های آب‌های پذیرنده می‌باشد (۱۹).

مطالعه دفونتیس (Deffontis) و همکاران (۲۰۱۳) که به بررسی تأثیر آب و هوا بر آلودگی خروجی فاضلاب‌رو مجزای مخصوص سیلاب در دو ایستگاه از شهر تولوز فرانسه پرداخته است از شاخص میانگین BOD5 برای تعیین آلودگی خروجی دو ایستگاه نمونه‌برداری در شرایط آب و هوایی تر و خشک استفاده نموده است (۲۰).

مطالعه مالین و مک ایور (Mallin & McIver) (۲۰۱۲) نیز نشان داد، نشت سپتیک‌های مناطق مسکونی– توریستی واقع در سواحل جزیره ساحلی هاتراس در ایالات متحده که با درجه ضعیفی تصفیه می‌شدند نیز منجر به افزایش غلظت آلودگی‌ها در آبراهه‌ها شده است. در این مطالعه نیز از شاخص

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2024-04-18]

[DOI: 10.18869/acadpub.ismj.19.4.571]

BOD5 برای تعیین آلودگی ۹ نقطه از ۵ کانال این شهر استفاده شد (۱۹).

از طرفی، دولت‌ها در مدت‌های مدید سیلاب را به‌عنوان یک پدیده کاملاً هیدرولیکی در نظر می‌گرفتند؛ در حالی که امروزه به عنوان یک منبع آلودگی برای محیط زیست پذیرنده آن محسوب می‌شوند و ممکن است از طریق سیستم‌های فاضلابروی مشترک (شامل فاضلاب‌های بهداشتی و سیلاب) یا سیستم فاضلابروی مجزا (شامل فاضلاب‌های بهداشتی یا سیلاب به‌طور جداگانه) جمع‌آوری شوند (۴ و ۲۰). اما برخلاف اسم‌شان، فاضلابروهای مجزا کاملاً مجزا هم نیستند و به‌دلیل اتصالات متقاطع بین فاضلابروهای بهداشتی و سیلاب یا اتصالات غلط و یا غیر مجاز و غیره، فاضلاب‌ها وارد شبکه‌های مجزای سیلاب می‌گردند (۴). سیلاب‌ها همچنین می‌توانند از منابع مختلفی از جمله آب باران، رواناب‌های شهری حاصل از پشت بام‌ها یا خیابان‌ها، اتصالات غیرقانونی، تخلیه‌های مجاز مربوط به شرکت‌ها یا مؤسسات، و یا نشت‌های فاضلابروها به‌وجود آیند (۲۰).

بررسی منابع نشان می‌دهد در دنیا مطالعات نسبتاً محدودی در خصوص کیفیت سیلاب‌ها در مناطق شهری انجام شده است. برای مثال مطالعه سابلایرولز (Sablayrolles) و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که اثر ایستگاه‌های شستشوی ماشین بر کیفیت کلی سیلاب‌ها قابل اغماض نبوده و بیش از ۱۰۰ درصد از آلودگی‌های مورد مطالعه به آلاینده‌های آلی اولیه مربوط بوده است (۲۱).

مطالعه دفونتیس و همکاران (۲۰۱۳) نیز به بررسی تأثیر آب و هوای خشک و تر بر آلودگی خروجی فاضلابرو مجزای مخصوص سیلاب در دو ایستگاه از شهر تولوز فرانسه پرداخته است (۲۰). همچنین زانگ (Zhang) و همکاران (۲۰۱۰)، بررسی خصوصیات رواناب‌های سطحی شهری و کنترل آلودگی سیلاب‌ها را در سه ناحیه مختلف شهر زنگ زو در چین انجام داده‌اند (۲۲). مطالعه الیس و بالتر (Ellis & Bulter) (۲۰۱۵) نیز به وجود اتصالات اشتباه فاضلاب خانگی خانوارهای انگلستان و ویلز به سیستم جمع‌آوری فاضلابروهای سطحی اشاره دارد (۲۳). در ایران نیز مطالعه خراسانی و همکاران به بررسی کاربرد مدل رگرسیونی در برآورد بار آلودگی رواناب شهر اصفهان در دو فصل پائیز و زمستان در ۱۳ رخداد بارندگی پرداخته است (۲۴).

در مطالعه‌ای دیگر مشخصات جبهه آلودگی، اختلاط و ترقیق نهایی در تخلیه سطحی فاضلاب‌های سنگین به آب‌های ساکن بررسی شده است. نتایج به دست آمده بیانگر رابطه مستقیم مشخصات جریان با عمق محیط و شارهای اولیه جریان خروجی است (۲۵). بررسی آلودگی‌های ناشی از پمپ بنزین‌های سطح شهر تهران بر رواناب‌های سطحی اطراف ۹ جایگاه پمپ بنزین (۲۶)، همچنین بررسی شستشوی اولیه آلاینده‌ها توسط رواناب‌های سطحی حاصل از ۱۰ رخداد بارندگی در حوضه سی و سه پل اصفهان (۲۷)، آلودگی رواناب‌های شهری به فلزات سنگین آرسنیک، کبالت و کروم حاصل از ۹ ایستگاه در شهر شاهرود که نشان از سطح بالای آلودگی رواناب‌های جاری در نقاط مختلف شهر به آرسنیک و کروم داشت (۲۸) و بررسی میزان آلودگی میکروبی آب‌های سطحی رودخانه هراز با کمک شاخص کل کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی (۲۹) از دیگر مطالعات انجام شده در این زمینه می‌باشد. شهر بوشهر واقع در نوار ساحلی خلیج‌فارس و در جنوب غربی ایران دارای

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2024-04-18]

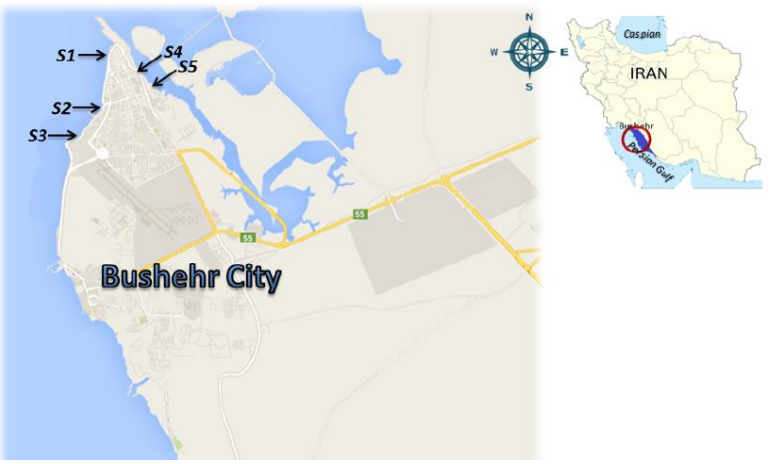
[DOI: 10.18869/acadpub.ismj.19.4.571]

سیستم فاضلابروی مجزا می‌باشد. آب بارندگی (سیلاب) و سایر عوامل ایجاد کننده سیلاب‌ها در شهر به‌طور مستقیم به داخل دریا، بدون پیش تصفیه تخلیه می‌شود و لذا این خروجی‌ها باید منطبق بر الزامات اختصاصی و استانداردهای مربوط به پارامترهای آلودگی ایران باشد.

از آنجا که منابع نشان داده‌اند ۲۰ درصد از آلودگی رودخانه‌ها و آب‌های سطحی ناشی از رواناب‌های شهری بوده که بعد از رواناب‌های کشاورزی به‌عنوان مهم‌ترین منابع غیرنقطه‌ای آلوده‌سازی آب‌های پذیرنده مطرح می‌باشند (۲۴) مناسب این است که اطلاعاتی دقیق از وضعیت میزان آلودگی رواناب‌های خروجی به دریا در شهر بوشهر به‌دلیل عدم حفظ شرایط کاملاً مجزا و احتمال آلودگی آنها با فاضلاب‌ها و غیره داشته باشیم. بر همین اساس این مطالعه با هدف تعیین کیفیت بهداشتی رواناب‌های موجود در کانال‌های آب سطحی (فاضلابروهای مجزای سیلاب) شهر بوشهر طی دو فصل خشک و تر انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت مقطعی بوده و جامعه مورد مطالعه، پساب خروجی از کانال‌های آب سطحی شهر بوشهر می‌باشد. به این منظور با مراجعه به اداره کل محیط زیست، آب و فاضلاب و شهرداری شهر بوشهر نقشه کانال‌های آب سطحی شهر تهیه و نقاط خروجی این کانال‌ها، منتهی به دریای خلیج‌فارس، مشخص گردید. به‌طور کلی در حدود ۱۱ نقطه خروجی از این کانال‌های آب سطحی بر اساس اطلاعات موجود، در نواحی شهر بوشهر شناسایی شد. با در نظر گرفتن محدودیت‌ها از جمله عدم امکان نمونه‌برداری همزمان از همه خروجی‌ها و نیز عدم دستیابی آسان به برخی از نقاط خروجی کانال‌ها به‌دلیل واقع شدن در محدوده برخی ادارات (نیاز به اخذ مجوز روزانه جهت ورود به این اماکن به‌منظور نمونه‌برداری)، همچنین با در نظر گرفتن تراکم جمعیتی شناگرانی که در شناگاه‌های ساحلی شهر در حاشیه این خروجی‌ها حضور داشتند و در نهایت امکان دسترسی آسان برای نمونه‌برداری، به‌طور کلی از مجموع ۱۱ نقطه خروجی شناسایی شده، ۵ نقطه اصلی خروجی کانال‌های آب سطحی منتهی به سواحل خلیج‌فارس در شهر بوشهر انتخاب و به منظور تعیین بار آلودگی خروجی این کانال‌ها، نمونه‌برداری‌ها انجام گردید (شکل ۱).



شکل۱) نقشه ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر روی حاشیه ساحلی خلیج‌فارس، شهر بوشهر، ایران

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2024-04-18]

[DOI: 10.18869/acadpub.ismj.19.4.571]

مختصات جغرافیایی مربوط به ایستگاه‌های نمونه‌برداری نیز در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱) ایستگاه‌های انتخاب شده و موقعیت آنها در حاشیه نوار ساحلی خلیج‌فارس، شهر بوشهر، ایران

نام ایستگاه	موقعیت جغرافیایی (GPS)	
S1	E 50°49′41.19	N 28°59′36.91″
S2	E 50°49′33.25″	N 28°58′26.35″
S3	E 50°48′56.37″	N 28°57′52.91″
S4	E 50°50′42.69″	N 28°58′48.61″

با در نظر گرفتن ضریب اطمینان ۹۵ درصد و خطای برآورد ۰/۰۵، در کل ۱۰۷ نمونه در دو فصل تابستان ۱۳۹۱ و زمستان ۱۳۹۲به صورت هفتگی از ۵ نقطه (ایستگاه) – دقیقاً در انتهای کانال‌ها و قبل از ورود به دریا– نمونه‌برداری صورت گرفت. روش نمونه‌برداری از نوع مرکب بود. به‌طوری‌که نمونه‌ها در سه نوبت در ساعات ۹ صبح، ۲ بعداز ظهر و ۸ شب نمونه‌برداری گردید و با حفظ شرایط نگهداری، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و بعد از تهیه یک نمونه واحد (نمونه‌مرکب) آزمایشات انجام شدند.

در مطالعه حاضر از دو شاخص کل کلیفرم‌ها و کلیفرم مدفوعی و اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD_5) جهت تعیین میزان آلودگی‌ها استفاده شد. آزمایش BOD_5 با اندازه‌گیری DO (اکسیژن محلول) لحظه نمونه‌برداری و DO_5 (اکسیژن محلول روز پنجم) برای سه رقت ۲، ۵ و۱۰ درصد و با استفاده از روش تیتراسیون انجام شد (۳۰). همچنین جهت انجام آزمایشات کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی (EC) نیز از محیط کشت‌های لاکتوز براث، برلیانت گرین و EC براث مطابق با دستورالعمل روش استاندارد استفاده شد (۳۰). لازم به ذکر است در مواقع لزوم رقیق‌سازی نیز برای نمونه‌های اصلی انجام گردید. جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات از آماره‌های توصیفی میانگین و انحراف معیار وآزمون‌های، من ویتنی و کروسکال و الیس در سطح معنی‌داری $P<0/05$ با استفاده از نرم‌افزار SPSS (SPSS Inc، Chicago، Il، USA) ویرایش ۱۸ استفاده شد.

یافته‌ها

از بین ۱۰۷ نمونه اخذ شده از محیط، تعداد ۹۶ نمونه واجد شرایط آزمایش بودند و بقیه نمونه‌ها که تعداد آنها ۱۱ مورد بود یا واجد شرایط آزمایش نبودند و یا پس از انجام آزمایش به‌دلیل دارا نبودن استانداردهای آزمایشگاهی لازم از مطالعه خارج شدند.

به این ترتیب از میان ۹۶ نمونه آزمایشگاهی تعداد ۴۷ مورد (۴۹ درصد) مربوط به فصل تر و ۴۹ مورد (۵۱ درصد) مربوط به فصل خشک بودند. بدین صورت که نمونه‌های مربوط به فصل تر تعداد ۱۴ مورد (۱۴/۶ درصد) در دی ماه و تعداد ۲۰ مورد (۲۰/۸ درصد) در بهمن ماه و تعداد ۱۳ مورد (۱۳/۵ درصد) در اسفند ماه و نمونه‌های مربوط به فصل خشک تعداد ۱۹ مورد (۱۹/۸ درصد) در تیرماه و ۱۸ مورد (۱۸/۸ درصد) در مرداد ماه و تعداد ۱۲ مورد (۱۲/۵ درصد) در شهریور ماه بودند.

جهت تجزیه و تحلیل داده ها ابتدا اطلاعات مربوط به BOD_5 و کل کلیفرم به تفکیک فصل تر و خشک از نظر داشتن توزیع نرمال مورد بررسی قرار گرفتند که از این نظر داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار نبودند و بنابراین تجزیه و تحلیل به روش ناپارامتریک انجام شد. بر این اساس جهت مقایسه میانگین BOD_5 و کل کلیفرم در دو فصل تر و خشک از آزمون من ویتنی و جهت مقایسه آنها به تفکیک ماه‌های هر فصل از آزمون کروسکال و الیس استفاده گردید. نتایج نشان داد متوسط BOD_5 در فصل تر ۷۵/۵ میلی‌گرم در لیتر با انحراف معیار ۳۵/۹ و در فصل خشک ۷۴/۲۵

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2024-04-18]

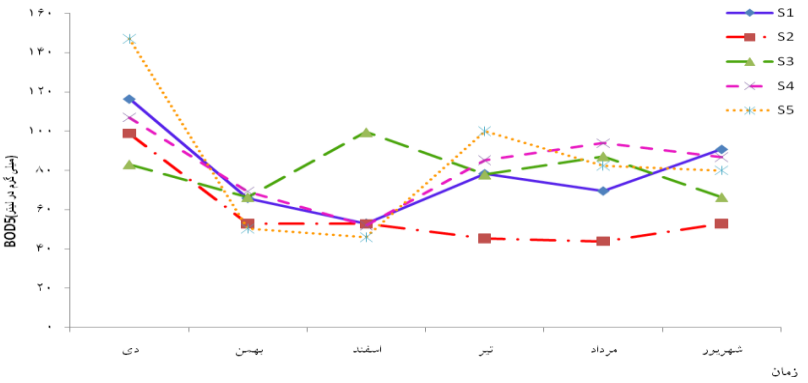
[DOI: 10.18869/acadpub.ismj.19.4.571]

میلی‌گرم در لیتر با انحراف معیار ۲۹/۹۴ بود، که از این نظر تفاوت معنی‌داری بین فصل تر و خشک مشاهده نشد (P=۰/۹۲۷). متوسط کل کلیفرم‌ها در فصل تر نیز برابر MPN^{۱۰}×۱۰ ۵۴۵/۷ در ۱۰۰ میلی‌لیتر با انحراف معیار $۴۵۱/۵\times۱۰^{۱۰}$ و در فصل خشک MPN^{۱۰}×۱۰ ۶۳۲/۲۷ در ۱۰۰ میلی‌لیتر با انحراف معیار $۵۰۱/۹۳\times۱۰^{۱۰}$ بود و تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (P=۰/۴۵۴) (جدول ۲).

جدول۲) مقایسه BOD5 و کل کلیفرم‌ها در دو فصل تر و خشک به تفکیک هر ایستگاه

نام ایستگاه	فصل	BOD5 (میلی‌گرم در لیتر)				کل کلیفرم‌ها (MPN در ۱۰۰ میلی‌لیتر)			
		حداکثر	حداقل	متوسط	± SD	حداکثر	حداقل	متوسط	± SD
S1	تر	۱۴۶	۳۷	۷۵/۴۳	± ۳۱/۶	۱۶۰۰×۱۰^{۱۰}	۱۶۶×۱۰^{۱۰}	۵۶۹×۱۰^{۱۰}	$\pm ۴۲۰\times۱۰^{۱۰}$
	خشک	۱۲۰	۴۰	۸۸/۸	± ۲۸/۳۲	۱۶۰۰×۱۰^{۱۰}	۲۸۰×۱۰^{۱۰}	۷۴۰×۱۰^{۱۰}	$\pm ۵۶۶\times۱۰^{۱۰}$
S2	تر	۱۴۰	۳۰	۶۶/۶۵	± ۳۶/۰۲	۹۲۰×۱۰^{۱۰}	۱۴۷×۱۰^{۱۰}	۳۲۶×۱۰^{۱۰}	$\pm ۲۲۶\times۱۰^{۱۰}$
	خشک	۷۱	۳۱	۴۶/۷۸	± ۱۳/۷۲	۱۶۰۰×۱۰^{۱۰}	۲۱۰×۱۰^{۱۰}	۵۳۶×۱۰^{۱۰}	$\pm ۵۰۱\times۱۰^{۱۰}$
S3	تر	۱۶۰	۲۸	۸۱/۳۱	± ۳۹/۹۶	۱۶۰۰×۱۰^{۱۰}	۱۴۷×۱۰^{۱۰}	۴۱۶×۱۰^{۱۰}	$\pm ۴۲۸\times۱۰^{۱۰}$
	خشک	۱۲۰	۴۴	۷۸/۱۱	± ۲۵/۵۱	۱۶۰۰×۱۰^{۱۰}	۱۴۰×۱۰^{۱۰}	۴۵۳×۱۰^{۱۰}	$\pm ۳۸۸\times۱۰^{۱۰}$
S4	تر	۱۴۷	۳۲/۵	۷۷/۳۶	± ۴۸/۴۰	۱۶۰۰×۱۰^{۱۰}	۱۶۶×۱۰^{۱۰}	۷۸۸×۱۰^{۱۰}	$\pm ۵۷۶\times۱۰^{۱۰}$
	خشک	۱۱۵	۴۲	۸۹/۴۰	± ۲۷/۹۶	۱۶۰۰×۱۰^{۱۰}	۳۵۰×۱۰^{۱۰}	۱۱۴۰×۱۰^{۱۰}	$\pm ۵۷۸\times۱۰^{۱۰}$
S5	تر	۱۳۷	۴۲	۷۷/۱۶	± ۳۲/۰۴	۱۶۰۰×۱۰^{۱۰}	۱۶۶×۱۰^{۱۰}	۶۰۳×۱۰^{۱۰}	$\pm ۴۰۵\times۱۰^{۱۰}$
	خشک	۱۳۵	۳۱/۵	۷۹/۵۳	± ۳۴/۷۹	۹۲۰×۱۰^{۱۰}	۲۱۰×۱۰^{۱۰}	۵۷۸×۱۰^{۱۰}	$\pm ۳۰۵\times۱۰^{۱۰}$
کل	تر	۱۶۰	۲۸	۷۵/۵	± ۳۵/۹	۱۶۰۰×۱۰^{۱۰}	۱۴۷×۱۰^{۱۰}	۵۴۵×۱۰^{۱۰}	$\pm ۴۵۱\times۱۰^{۱۰}$
	خشک	۱۳۵	۳۱	۷۴/۲	± ۲۹/۹	۱۶۰۰×۱۰^{۱۰}	۱۴۰×۱۰^{۱۰}	۶۳۳×۱۰^{۱۰}	$\pm ۵۰۱\times۱۰^{۱۰}$

مقایسه BOD_5 در بین ماه‌های مختلف به تفکیک فصل تر و خشک بر اساس آزمون کروسکال والیس نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین ماه‌های مختلف فصل تر وجود داشته است (P=۰/۰۰۳)، در حالی‌که در فصل خشک تفاوت آماری معنی‌داری بین ماه‌های مختلف مشاهده نگردید (P=۰/۹۵۱). نمودار ۱ روند تغییرات میانگین BOD_5 رواناب خروجی از ایستگاه‌های مختلف و در ماه‌های مختلف فصول تر (سال ۹۱) و خشک (سال ۹۲) را نشان می‌دهد.



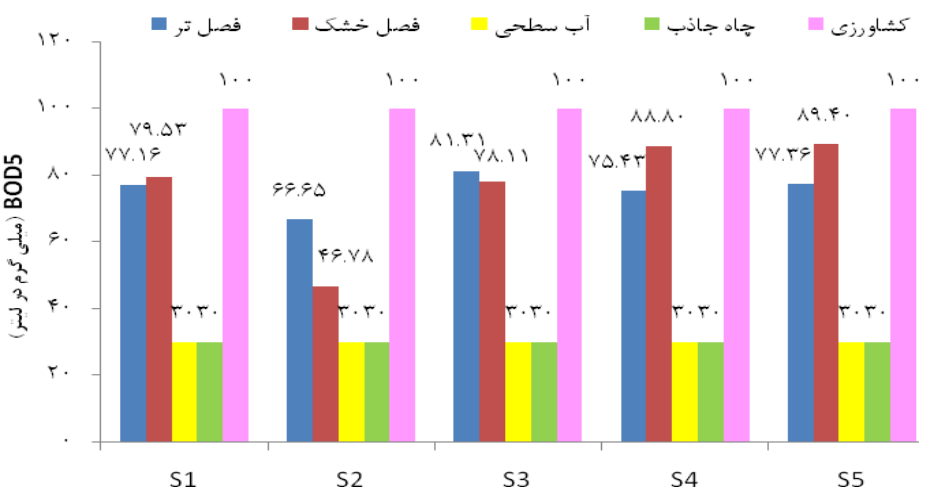
نمودار ۱) روند تغییرات میانگین BOD5 رواناب خروجی از ایستگاه‌ها در ماه‌های مختلف دو فصل تر و خشک سال ۹۲-۹۱

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2024-04-18]
[DOI: 10.18869/acadpub.ismj.19.4.571]

مقایسه کل کلیفرم‌ها در بین ماه‌های مختلف به تفکیک فصل تر و خشک نیز بر اساس آزمون کروسکال والیس نشان داد که تفاوت معنی‌دار آماری طی ماه‌های مختلف فصل تر و خشک وجود نداشته است. بدین‌ترتیب که در فصل تر مقدار P آزمون برای ماه‌های مختلف برابر ۰/۰۹۷ و در فصل خشک برابر ۰/۳۷۱ گردیده است.

همچنین نتایج نشان داد تمامی نمونه‌ها (۱۰۰ درصد) آلوده به کلیفرم مدفوعی (اشریشیاکلی EC) بوده‌اند. مقایسه میانگین BOD_5 رواناب خروجی از ایستگاه‌ها در دو فصل تر و خشک با مقادیر استاندارد ملی ایران (۳۰) برای تخلیه پساب‌های خروجی فاضلاب به آب‌های سطحی، چاه‌های جاذب و مصارف کشاورزی در نمودار ۲ نشان داده شده است.

همان‌طور که در شکل نیز مشخص است میانگین مقادیر BOD_5 خروجی ایستگاه‌ها از استاندارد تخلیه به آب‌های سطحی و چاه‌های جاذب (۳۰ میلی‌گرم در لیتر) بیشتر بوده است اما کمتراز استاندارد تعریف شده برای مصارف کشاورزی (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) می‌باشد. هر چند میانگین تعداد کلیفرم‌های رواناب خروجی کلیه ایستگاه‌ها از استاندارد تعریف شده برای کل کلیفرم‌های مجاز برای تخلیه به آب‌های سطحی، چاه‌های جاذب و مصارف کشاورزی (۱۰۰۰MPN در ۱۰۰ میلی‌لیتر) بسیار بالاتر بوده است (جدول ۲).



نمودار ۲) مقایسه میانگین BOD_5 خروجی ایستگاه ها در دو فصل تر و خشک با مقادیراستاندارد تخلیه به آب‌های سطحی و چاه جاذب و مصارف کشاورزی

بحث

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد حداقل، حداکثر و میانگین مقدار اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD5) به ترتیب ۲۸، ۱۶۰ و ۷۴/۸±۳۲/۸ میلی‌گرم در لیتر بوده است و به تفکیک در فصل خشک دارای حداقل، حداکثر و میانگین به ترتیب برابر ۳۱، ۱۳۵ و ۷۴/۲±۲۹/۲ میلی‌گرم در لیتر و در فصل تر به ترتیب ۲۸، ۱۶۰ و ۷۵/۵±۳۵/۹ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد.

نتایج مطالعه دفونتیس و همکاران (۲۰۱۳) که به بررسی تأثیر آب و هوا بر آلودگی خروجی فاضلابرو مجزای مخصوص سیلاب در دو ایستگاه از شهر تولوز فرانسه پرداخته است نشان می‌دهد میانگین BOD5

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2024-04-18]
[DOI: 10.18869/acadpub.ismj.19.4.571]

خروجی یک ایستگاه نمونه‌برداری در شرایط آب و هوایی تر برابر ۲/۹±۲/۹ میلی‌گرم در لیتر و در آب و هوای خشک برابر ۳/۹±۲/۷ میلی‌گرم در لیتر و در ایستگاه دیگر سیلابروی خروجی شهر در آب و هوای تر ۶±۴/۵ میلی‌گرم در لیتر و در آب و هوای خشک کمتر از ۳ میلی‌گرم در لیتر بوده است. مرور منابع مرتبط نیز دامنه ۷-۲/۹ میلی‌گرم در لیتر را برای خروجی این‌گونه سیلابروها گزارش نموده‌اند.

در این مطالعه مقدار استاندارد اینگونه خروجی‌ها برابر ۲۵ میلی‌گرم در لیتر بوده است (۲۰). در مطالعه‌ای که در حوضه سی و سه پل اصفهان با ارتفاع متوسط بارندگی سالیانه ۱۱۸ میلی‌متر بر روی ۱۰ رخداد بارندگی در سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ انجام شد نیز نشان داد، میزان متوسط BOD_5 در ماه‌های آبان تا اسفند ۲۶ میلی‌گرم در لیتر بود که بسیار نزدیک به نتیجه مطالعه شهر تولوز می‌باشد (۲۷).

میانگین BOD_5 به‌دست آمده در مطالعه حاضر بسیار بالاتر از مقادیر گزارش شده در مطالعه شهر تولوز و سی و سه پل اصفهان می‌باشد و دلیل اصلی آن احتمالاً ورود غیر قانونی فاضلاب به سیلابروهای شهر بوشهر از سوی بخش‌های مسکونی و حتی مؤسسات تجاری و صنعتی و اداری می‌باشد که موجب گردیده مقدار BOD_5 این سیلابروها در پنج نقطه خروجی نمونه‌برداری شده افزایش یابد. همچنین در برخی از مراکز تهیه و توزیع مواد غذایی و اماکن عمومی در سطح شهر بوشهر نیز مشاهده شده که به‌دلیل عدم امکان یا عدم تمایل به اتصال به شبکه فاضلابروی شهری، ورود مستقیم فاضلاب خام (به‌صورت غیرقانونی) به فاضلابروهای مجزای مخصوص دفع رواناب‌های سطحی صورت می‌پذیرد که البته منجر به برخورد ناظرین بهداشت با این متخلفین نیز گردیده است (۳۱).

مطالعه الیس و بالتر (۲۰۱۵) نیز به وجود اتصالات اشتباه خانوارهای انگلستان و ویلز و اثرات آلودگی‌های آنها اشاره دارد. در این مطالعه مشخص شد خانوارها به اشتباه خروجی فاضلابروهای خانگی خود را به سیستم جمع‌آوری فاضلابروهای سطحی متصل می‌نمایند که به‌طور بالقوه هدایت کننده آلودگی به آب‌های پذیرنده بوده است و از نظر استانداردهای کیفیت آب غیرقابل قبول می‌باشند (۲۳). مطالعات دیگر نیز نشان داده‌اند که حتی در سیستم‌های فاضلابروی مجزا (سیلابروها) هم ممکن است فاضلاب یافت شود و همراه با رواناب‌های سطحی (سیلاب‌ها) راهش را به سوی آب‌های پذیرنده پیدا کند. علت‌های اصلی این مسئله را اتصالات متقاطع، اتصالات غیرقانونی، جریان‌های سطحی و نشت‌های حاصل از فاضلابروهای شکسته می‌دانند. چنین تخلیه‌هایی ممکن است کیفیت آب پذیرنده را تحت تأثیر قرار داده و خطرات بهداشت عمومی و ارگانیسم‌های آبزی را افزایش دهد (۴). مطالعه مالین و مک ایور در سال (۲۰۱۲) نیز نشان دادند نشت سپتیک‌های مناطق مسکونی– توریستی واقع در سواحل جزیره ساحلی هاتراس در ایالات متحده که با درجه ضعیفی نیز تصفیه می‌شدند منجر به افزایش غلظت آلودگی‌ها در آبراهه‌ها شده است. یک کانال شهری جزر و مدی در این جزیره رواناب‌های حاوی آب‌های آلوده به مدفوع را مستقیماً به داخل آب‌های عمومی این سواحل می‌ریزد. نتایج BOD_5 ۹ نقطه از ۵ کانال این شهر نشان داد حداقل، حداکثر و میانگین به ترتیب ۱/۵، ۱۲ و ۶/۹-۳/۵ میلی‌گرم در لیتر بوده است

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2024-04-18]

[DOI: 10.18869/acadpub.ismj.19.4.571]

و نشت سپتیک تصفیه نشده توانسته بار آلی و BOD_5 آب‌های پذیرنده را افزایش دهد (۱۹).

همچنین یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد تفاوت معنی‌داری بین میانگین BOD_5 در فصول تر و خشک وجود نداشته است. در مطالعه‌ای که در شهر تولوز فرانسه انجام شد نیز مشابه مطالعه ما اثر مهمی بین فصول مختلف سال مشاهده نگردید، اما نتایج همین بررسی از نظر آب و هوایی در دو شرایط آب و هوایی تر و خشک سال تفاوت معنی‌داری نشان داد. زمان برداشت نمونه‌های تر زمانی بود که اداره آب و هواشناسی میزان بارندگی سنگینی را برای ۲۴ ساعت آینده پیش‌بینی می‌کرد و لازم بود به منظور کسب حداقل شرایط ایده‌آل حداقل ۳ میلی‌متر بارش رخ دهد تا حداقل رواناب مورد نیاز برای حرکت بر روی پشت بام‌ها و رسیدن به کانال‌ها ایجاد شود. سپس نمونه‌های آب و هوای تر بعد از شروع بارندگی و به دنبال ایجاد حداقل رواناب لازم از کانال‌های آب سطحی برداشت می‌شد (۲۰). مطالعه‌ای که زانگ و همکاران (۲۰۱۰) نیز بر روی خصوصیات رواناب‌های سطحی شهری و کنترل آلودگی سیلاب‌ها در سه ناحیه مختلف شهر زنگ زو در چین انجام دادند نشان داد که میزان بارش اولیه ۴ میلی‌متر برروی مناطق مسکونی می‌تواند منجر به حذف بخش عمده‌ای از آلودگی‌ها به‌خصوص آلودگی‌های جاده‌ای و پشت بام‌ها شود. مطالعه زانگ (۲۰۱۰) که بر روی بارش اولیه ۲ و ۵ و ۱۰ میلی‌متر به ترتیب برای نواحی مسکونی، تجاری و صنعتی صورت گرفت، نشان داد با افزایش حجم باران میزان آلودگی‌ها در این نواحی ابتدا به سرعت کاهش یافته و در ادامه بارش‌ها آرام‌تر و با شیب کمتر کاهش داشته است (۲۲).

همان‌طور که نمودار ۱ و بررسی نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد، در طی روزهای نمونه‌برداری شده در فصل تر تنها یک روز دارای شرایط آب و هوای تر، توأم با بارش ۱/۳ میلی‌متر بوده است. مسلماً به‌دلیل کمتر بودن مقدار بارش نسبت به حداقل مورد نیاز برای ایجاد رواناب روی پشت بام‌ها (۲۰ و ۲۱) و علی‌رغم اینکه همواره انتظار است به‌دلیل افزایش بارش‌ها و انجام عمل رقیق‌سازی میزان قدرت آلودگی‌ها کاسته شود (۱۸ و ۲۰)، لیکن این میزان بارش نتوانسته است تأثیر چندانی بر رقیق‌سازی رواناب کانال‌ها و کاهش BOD_5 داشته باشد و موجب گردیده در نهایت تفاوت آماری معنی‌داری بین این دو فصل مشاهده نگردد و میانگین غلظت BOD_5 در دو فصل تر و خشک تقریباً برابر باشد.

مطالعه‌ای که به بررسی تأثیر شیرابه بر روی آب‌های سطحی (رودخانه) در یک شهر در اندونزی در دو فصل خشک و تر پرداخته بود نیز نشان داد، غلظت BOD_5 در فصل خشک از ۱/۱ تا ۲/۳ برابر فصل تر بوده و این در حالی است که میزان بارش سالانه این شهر ۲۰۰۰ میلی‌متر بوده است (۳۲). به‌نظر می‌رسد علاوه بر میزان بارش، وجود تفاوت بسیار کم در متوسط بعضی پارامترهای آب و هواشناسی شهر بوشهر از جمله رطوبت نسبی (فصل تر:۷۰ درصد، فصل خشک: ۷۵ درصد)، سرعت وزش باد (فصل تر: ۸ متر در ثانیه، فصل خشک: ۶ متر در ثانیه) و دمای هوا (فصل تر: ۱۸ درجه سانتی‌گراد، فصل خشک: ۳۵ درجه سانتی‌گراد) در دو فصل خشک و تر نیز بر عدم وجود این اختلاف تأثیرگذار بوده باشد.

در ادامه، بررسی یافته‌های این مطالعه نشان داد تفاوت آماری معنی‌داری بین میانگین BOD_5 در ماه‌های مختلف فصول تر وجود داشته است ($P=۰/۰۰۳$)، ولی در فصل خشک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بررسی وضعیت آب و هواشناسی و نقشه بارش‌های

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2024-04-18]

[DOI: 10.18869/acadpub.ismj.19.4.571]

فصل تر سال ۱۳۹۱ شهر بوشهر نشان داد در این فصل میانگین میزان بارش ماهیانه در بهمن ماه برابر ۱۸/۸ میلی‌متر بوده است که بیشترین میزان بارش در بین ماه‌های آن سال نیز می‌باشد و به‌دلیل رقیق‌سازی مرتب کانال‌ها به‌دنبال افزایش حجم بارش‌ها موجب گردید تا میزان BOD_5 در این ماه کاهش داشته باشد و تفاوت آماری معنی‌داری بین ماه‌های فصل تر به‌دست آید. به‌طوری که موجب سیر نزولی میزان BOD_5 در اغلب ایستگاه‌ها در این ماه و تا حدودی اسفند ماه نیزگردیده بود (نمودار ۱).

شاخص دیگری که بر اساس آن میزان آلودگی رواناب‌های سطحی در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت، تعداد کلیفرم‌های کل و کلیفرم‌های مدفوعی می‌باشد. نتایج، حاکی از تعداد بسیار بالای کلیفرم‌ها در نمونه‌های هر پنج ایستگاه مورد مطالعه بود (جدول ۲) که حاکی از درجه آلودگی بسیار بالای این رواناب‌ها می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد در این شاخص تفاوت معنی‌داری بین تعداد کلیفرم‌های کل و کلیفرم‌های مدفوعی دو فصل تر و خشک و ماه‌های مختلف آنها وجود نداشته است. هر چند انتظار می‌رود در زمان بارندگی‌ها (آب و هوای تر) به دلیل اینکه رواناب‌های تولید شده حاصل از وقوع بارش‌های سنگین، مقادیر بسیاری از باکتری‌ها را از منابع نقطه‌ای یا غیر نقطه‌ای به آبراهه‌ها منتقل می‌کنند (۱۴)، مقدار کل کلیفرم‌ها و E-Coli نیز کمتر از فصل خشک باشد، اما همان‌طور که اشاره شد از آنجا که مطالعه حاضر تنها دارای یک روز آب و هوای تر (با بارش کمتر از ۳ میلی‌متر) بوده و در مابقی روزهایی که نمونه‌برداری صورت گرفته است (حتی در فصل تر) بارندگی رخ نداده است لذا نتیجه کسب شده مبنی بر عدم وجود تفاوت بین دو فصل تر و خشک منطقی و قابل انتظار می‌باشد.

در مطالعه‌ای که بر روی ۵۸ ژن شناخته شده مربوط به E-Coli بر روی آب‌های شیرین در طی دو فصل خشک و تر انجام شد نیز نشان داد، بین میزان ژن‌هایی از اشرشیا کلی که قادر به ایجاد عفونت روده‌ای (Extra intestinal) هستند، در دو فصل خشک و تر در نمونه‌هایی که از دهانه (مصب رودخانه) برداشت شده بود، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (۱۴). هر چند مطالعه انجام شده بر روی میزان آلودگی میکروبی آب‌های سطحی رودخانه هراز با استفاده از دو شاخص میکروبی کل کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی نشان داد که جمعیت کلیفرم‌ها با تغییرات فصلی، زمانی و مکان نمونه‌برداری متفاوت می‌باشد (۲۹).

مطالعات نشان داده‌اند که وجود میکروب‌های مدفوعی مشکلات بالقوه سلامتی را برای انسان‌ها به‌وجود می‌آورند (۳۲) و هر چند E-Coli خود قدرت تحمل شوری آب دریاها را ندارد و فقط در مدت زمان کوتاهی در این چنین آب‌هایی زنده می‌ماند (۱۴)، اما احتمال حضور سایر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و مقاوم در کنار این باکتری می‌تواند برای سلامت انسان بسیار خطرناک باشد. کلیه نمونه‌های آزمایش شده در مطالعه حاضر، آلوده به E-Coli (شاخص کلیفرم‌های مدفوعی) بوده که تأئیدی بر آلودگی بالای این رواناب‌ها می‌باشد.

در استاندارد ملی ایران میزان استاندارد کل کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی فاضلاب‌ها جهت تخلیه به آب‌های سطحی، چاه‌های جاذب یا زمین‌های کشاورزی حداکثر ۱۰۰۰ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر (۱۰۰۰MPN/۱۰۰ ml) می‌باشد، در حالی‌که میزان کل کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی حاصله از مطالعه حاضر بسیار بالاتر از استاندارد ملی ایران بوده است.

در مطالعه مالین و مک‌ایور (۲۰۱۲) نیز میزان کلیفرم‌های مدفوعی بین ۱ تا ۱۷۲۰ عدد در ۱۰۰

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2024-04-18]

[DOI: 10.18869/acadpub.ismj.19.4.571]

میلی‌لیتر در بخش‌های مختلف کانال‌های منتهی به ساحل شنی جزیره‌ها تراس در ایالات متحده مشاهده شد. این در حالی است که استاندارد کلیفرم‌های مدفوعی در کالیفرنیای شمالی در آب‌های تازه (برای تماس انسانی) برابر CFU ۲۰۰ در ۱۰۰ میلی‌لیتر تعیین شده است (۱۹).

اگر چه بنا بر اعلام EPA، دامنه معمول BOD_5 فاضلاب‌های شهری از ۱۵۵ تا ۲۸۶ می‌باشد (۱۹) و میانگین BOD_5 خروجی ایستگاه‌های مطالعه حاضر در دو فصل تر و خشک کمتر از این مقدار می‌باشد، اما مقایسه آن با مقادیر استاندارد ملی ایران برای خروجی پساب فاضلاب‌ها جهت تخلیه به آب‌های سطحی، چاه‌های جاذب و مصارف کشاورزی نشان داد رواناب خروجی از کانال‌های سطحی در دو فصل تر و خشک دارای آلودگی بالاتر از حد استاندارد (۳۰ میلی‌گرم در لیتر) بوده و قابلیت تخلیه به آب‌های سطحی و چاه جاذب را ندارد، ولی آلودگی آنها کمتر از استاندارد مربوط به مصارف کشاورزی (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) می‌باشد (نمودار ۲) (۳۳).

یکی دیگر از شاخص‌های مورد بحث در مطالعات تصفیه‌پذیری، محاسبه نسبت BOD_5 به COD (اکسیژن مورد نیاز شیمیایی) می‌باشد که کمک می‌کند میزان تجزیه‌پذیر بودن بیولوژیکی آلودگی‌های فاضلاب‌ها یا پساب‌های خروجی بررسی شود. بر این اساس اگر مقدار نسبت مذکور برابر ۰/۵ یا بیشتر باشد آن نمونه می‌تواند به روش بیولوژیکی مورد تصفیه قرار گیرد (۳۴ و ۳۵). در مطالعه ما به‌دلیل محدودیت‌های موجود، میزان COD محاسبه نگردید، اما می‌توان با توجه به ضرایب تبدیلی متفاوت قابل قبول نیز مقادیر COD را بر حسب BOD_5 تعبیر و ارزیابی نمود (۱۷). به همین منظور اگر از این رابطه که به‌طور تقریبی میزان COD را ۱/۶ تا ۱/۹ برابر میزان BOD_5 بیان می‌کند (۳۶) و با در نظر گرفتن میانگین حاصل از این مطالعه برای BOD_5 برابر ۷۴/۸ میلی‌گرم در لیتر و محاسبه حداقل و حداکثر این ضریب مقدار COD تقریباً معادل ۱۱۹/۷ تا ۱۴۲/۲ و نسبت مذکور برابر ۰/۵۲ تا ۰/۶۲ به‌دست می‌آید که نشان می‌دهد این رواناب‌ها قابل تصفیه به روش بیولوژیکی می‌باشند. مطالعه دهقان کنگ و همکاران (۱۳۸۸) نیز نشان داد فاضلاب تولیدی در بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی ایران دارای نسبت BOD_5 به COD برابر ۰/۵۶ بوده و قابلیت تصفیه به روش‌های بیولوژیکی را دارند (۳۵).

نتیجه‌گیری

مطالعه پنج ایستگاه اصلی خروجی رواناب کانال‌های سطحی شهر بوشهر با هدف بررسی کیفیت بهداشتی آن‌ها از نظر بار آلودگی آلی و میکروبی در دو فصل خشک و تر انجام شد. در کل بار آلی و بار میکروبی کلیه ایستگاه‌ها در هر دو فصل خشک و تر تفاوت معنی‌داری نداشت و در هر دو فصل بیشتر از حد استانداردهای ملی ایران برای خروج به آب‌های سطحی و چاه جاذب بود و علی‌رغم اینکه رواناب‌های خروجی هر پنج ایستگاه از نظر بار آلی کمتر از حد استاندارد برای مصارف کشاورزی بودند اما به جهت بالا بودن بار میکروبی‌شان، برای این کاربری نیز مناسب نمی‌باشند.

اگرچه در شهرهای ساحلی تخلیه فاضلاب به دریا و رقیق‌سازی آن یکی از گزینه‌های برتر دفع فاضلاب می‌باشد و می‌تواند غلظت آلودگی‌ها را کاهش دهد (۳۷)، اما همیشه نمی‌تواند یک مکانیسم تصفیه طبیعی بهینه باشد. مقادیر بالای آلودگی آلی و میکروبی رواناب

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2024-04-18]

[DOI: 10.18869/acadpub.ismj.19.4.571]

خروجی از کانال‌های دفع رواناب‌های سطحی شهر بوشهر از یک سو و استفاده ساحل‌نشینان بوشهری و توریست‌ها از دریا و سواحل آن به‌منظور ماهیگیری، شنا و غیره، می‌طلبد تا نظارت و برنامه‌ریزی بیشتری از سوی مسئولین ذیربط صورت پذیرد.

به طور کلی نتایج تقریبی نسبت BOD_5 به COD برابر ۰/۵ تا ۰/۵۸ نیز به جهت قابل تصفیه‌پذیر بودن بیولوژیکی این رواناب‌های خروجی قابل تأمل بوده و این سؤال جدی را در این زمینه به‌وجود می‌آورد، که آیا برای تخلیه فاضلابروهای سیلاب شهر بوشهر قبل از تخلیه و رهاسازی به محیط زیست طبیعی، نیاز به پیش تصفیه می‌باشد؟

از آنجا که بر اساس بررسی‌های صورت گرفته توسط نویسندگان، این مطالعه اولین بررسی انجام شده در شهر بوشهر به منظور تعیین کیفیت بهداشتی رواناب‌های عبوری از کانال‌های سطحی شهری می‌باشد، پیشنهاد می‌گردد برای یافتن پاسخ دقیق‌تر و کاربردی، مطالعات بیشتر و جامع‌تری صورت گیرد. هر چند باید اضافه نمود که پارامترهای کیفی فیزیکی، شیمیایی و میکروبی دیگری نیز برای این خروجی‌ها در استاندارد ملی وجود دارد که در این مطالعه بررسی نشده‌اند و می‌بایست برای تصمیم‌گیری‌های آتی مد نظر واقع گردند.

همچنین وجود تعداد کم روزهای با شرایط آب و هوایی تر در فصل تر سال، یکی از محدودیت‌های این مطالعه بود که بهتر بود تعداد روزهای بیشتری در زمان بارندگی مورد بررسی قرار می‌گرفت که پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آینده این موضوع نیز مورد نظر واقع گردد.

همچنین پیشنهاد می‌گردد با توجه به ضرورت حفظ منابع آبی و استفاده بهینه از این منابع در راستای توسعه پایدار کشور و بروز کم آبی‌های اخیر در کشور، و نزدیک بودن کیفیت این رواناب‌ها به استانداردهای مصارف کشاورزی، می‌توان با انجام پیش تصفیه‌های اولیه لازم و به‌دنبال دستیابی به استانداردهای زیست محیطی مورد نظر، از این رواناب‌ها در زمین‌های زراعی نیز استفاده نمود.

سپاس و قدردانی

نویسندگان مقاله از مسئولان و کارشناسان محترم اداره هواشناسی بوشهر، شرکت آب و فاضلاب بوشهر، شهرداری بوشهر و آزمایشگاه گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی بوشهر که در طول انجام تحقیق کمال همکاری را داشتند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

تضاد منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References:

1.Bitton G. Wastewater Microbiology. 3th ed. New York: Wiley-Liss, 1994, 109-63.

2.Gibson KE, Schwab KJ. Detection of Bacterial Indicators and Human and Bovine Enteric Viruses in Surface water and Groundwater Sources Potentially Impacted by Animal and Human Wastes in Lower Yakima Valley, Washington. Appl Environ Microbiol 2011; 77(1): 355-62.

3.Dorice K, Joséphine N, Margaret TA, et al. Bacterial contamination of water points of the upper Mfoundi watershed, Yaounde, Cameroon. Afr J Microbiol Res 2010; 4(7): 568-74.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2024-04-18]

[DOI: 10.18869/acadpub.ismj.19.4.571]

4.Panasiuk O, Hedstrom A, Marsalek J, et al. Contamination of stormwater by wastewater: A review of detection methods. J Environ Manage 2015; 152: 241-50.
5.Sankararamakrishnan N, Guo Q. Chemical tracers as indicator of human fecal coliforms at storm water outfalls. Environ Int 2005; 31(8): 1133-40.
6.Mehrdadi N, Takdastan A. Investigation the amount of E.Coli and fecal streptococci in costal water of Mazandaran region and comparing it with global standard. The 6th national congress of environmental health: Mazandaran University of Medical Scinces. 2003; 22(88): 34-41. (Persian)
7.Minister of Health and Medical Education. A guide to monitoring of swimming pools and coastal water. (Accessed January 30, 2015 at: http:// www.markazsalamat.ir). (Persian)
8.Dehghan F, Zolfaghari MR, Arjomandzadegan M, et al. Comparison of PCR with Standard Method (MPN) for detection of bacterial contamination in drinking water. Iran South Med J 2014; 17(5): 867-78. (Persian)
9.Arnone RD, Walling JP. Waterborne pathogens in urban watershed. J Water Health 2007; 5(1): 149-62.
10.Akpor OB. Waste water effluent discharge. The 3rd International Conference on Chemical, Biological and Environmental Engineering. Effects Environ Microbiol 2011; 77: 335-62.
11.Fewtrell L, Bartram J. Water quality: Guidelines, Standards and Health: Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease. UK: IWA CO., 2001, 89-113.
12.Gibson KE, Opryszko MC, Schissler JT, et al. Evaluation of human enteric viruses in surface water and drinking water resources in southern Ghana. Am J Trop Med Hyg 2011; 84(1): 20-9.
13.Irvine K, Rossi MC, Vermette S, et al. Illicit discharge detection and elimination: low cost options for source identification and trackdown in stormwater systems. Urban Water J 2011; 8(6): 379-95.
14.Masters N, Wiegand A, Ahmed W, et al. Escherichia coli virulence genes profile of surface waters as an indicator of water quality. Water Res 2011; 45(19): 6321-33.
15.Korajkic A, Brownell MJ, Harwood VJ. Investigation of human sewage pollution and pathogen analysis at Florida Gulf coast beaches. J Appl Microbiol 2010; 110(1): 174-83.
16.Singh KP, Basant A, Malik A, et al. Artificial neural network modeling of the river water quality-a case study. Ecol Model 2009; 220(6): 888-95.
17.Babaei AA, Alavi SN, Jafarzadeh N. Chemistry for Environmental Engineering and Sciences. 2th ed. Tehran: Andisheh Rafiee, 2010, 231-53. (Persian)
18.Monzavi MT. Wastewater treatment. 5th ed. Tehran: Tehran University Publications, 1995, 5-20. (Persian)
19.Mallin MA, McIver MR. Pollutant impacts to Cape Hatteras National Seashore from urban runoff and septic leachate. Mar Pollut Bull 2012; 64(7): 1356-66.
20.Deffontis S, Breton A, Vialle C, et al. Impact of dry weather discharges on annual pollution from a separate storm sewer in Toulouse, France. Sci Total Environ 2013; 452-453: 394-403.
21.Sablayrolles C, Vialle C, Vignoles C, et al. Impact of carwash discharge on stormwater quality (Toulouse, France).Water Sci Technol 2010; 62(12): 2737-46.
22.Zhang M, Chen H, Wang J, et al. Rainwater utilization and storm pollution control based on urban runoff characterization. J Environ Sci (China) 2010; 22(1): 40-6.
23.Ellis JB, Butler D. Surface water sewer misconnections in England and Wales: Pollution sources and impacts. Sci Total Environ 2015; 526: 98-109.
24.Khorasani N, Shahbazi A, Sartaj M, et al. Application of regression models in estimation of urban runoff pollution load. Iranian J Natural Res 2004; 57(3): 479-90. (Persian)

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2024-04-18]

[DOI: 10.18869/acadpub.ismj.19.4.571]

25.Abessi O, Saeeidi M, Hajizadeh N, et al. Waste Field Characteristics, Ultimate Mixing and Dilution in Surface Discharge of Dense Jets into Stagnant Water Bodies. Waste Wastewater 2012; 23(1): 1-14. (Persian)
26.Hassani AH, Sajadi N, Aeini G. The study of Tehran gas stations pollution and its effect on the surface water. J Environ Sci Technol 2010; 11: 387-97. (Persian)
27.Razi P, Taei A. The firstflush of pollutants in surface runoff. Water Wastewater 2004; 15(4): 12-9. (Persian)
28.Azari S, Karami Gh, Forghani G. Assessment of Urban runoff pollution to heavey metals of As, Co and Cr: A case study of Shahrood city. The 16th national congress of environmental health: Tabriz University of Medical Scinces, 2013. (Persian)
29.Yaghoubzadeh Z, Safari R. Evaluation of bacterial contamination of surface waters of Haraz River. J Cellular & Molecular Res 2015; 28(1): 136-44. (Persian)
30.Clesceri LS, Greenberg AE, Eaton AD. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th ed. USA: American Water Works Association, 1999, 5210.
31.Quick Khabar. Caught wastewater has threatened people's health News Code: 175211. (Accessed December 7, 2010 at: http:// boushehr.irna.ir/fa/NewsPrint.aspx?ID=200052 1060). (Persian)
32.Mangimbulude JC, Van Breukelen BM, Krave AS, et al. Seasonal dynamics in leachate hydrochemistry and natural attenuation in surface run-off water from a tropical landfill. Waste Manage 2009; 29(2): 829-38.
33.Environmental and Occupational Health Centre. Wastewater Effluent Standard. (Accessed January 30, 2016 at: http://www.markazsalamat.ir). (Persian)
34.Khani MR, Yaghmaeian K, Hojati M. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse-Part 1 of 6. 4th ed. Tehran: Khaniran, 2011, 105-28. (Persian)
35.Dehghan A, Olives K, Gholami M, et al. Performance assessment of hospital wastewater treatment plant of Iran University of medical sciences. Iran Occupational Health J 2009; 6(3): 47-54. (Persian)
36.Moosavi SG, Farzadkia M, Jafarzadeh N, et al. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse-Part 3 of 6. 4th ed. Tehran: Khaniran, 2011, 884-7.
37.Takdastan A, Hajizadeh A, Jafarzadeh N. Outfall as a soutable alternative for municipal wastewater incostal area. Water Wastewater 2004; 15(3): 66-75. (Persian)

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2024-04-18]

[DOI: 10.18869/acadpub.ismj.19.4.571]

Original Article

The study of contamination of discharged runoff from surface water disposal channels of Bushehr city in 2012-2013

V. Noroozi-Karbasdehi [1], M. Ravanipour [1], M. Mohebbi [1], SR. Mirahmadi [1], R. Tahmasebi [2,3], D. Ranjbar-Vakilabady [1], M. Aboodzadeh [1]*

[1] Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran

[2] Department of Biostatistics, School of Public Health, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran

[3] The Persian Gulf Tropical Medicine Research Center, The Persian Gulf Biomedical Sciences Research Institute, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran

(Received 7 Jun , 2015 Accepted 17 Oct, 2015)

Abstract

Background: In coastal cities, wastewater discharge into the sea is one of the options for sewage disposal that in case of non-compliance with health standards in wastewater disposal will be led to the spread of infection and disease. On the other hand, water resources preservation and using them efficiently are the principles of sustainable development of each country. This study was aimed to investigate the contamination of discharged runoff from the surface water disposal channels of Bushehr city in 2012 - 13.

Materials and Methods: In this study, Sampling was conducted by composite sampling method from output of the five main surface water disposal channels leading to the Persian Gulf located in the coastal region of Bushehr city during two seasons including wet (winter) and dry (summer) in 2012- 13. Then, experimental tests of BOD_5, total coliform and fecal coliform were done on any of the 96 samples according to the standard method.

Results: Analysis of the data showed that the BOD_5, total coliform and fecal coliform of effluent runoff of the channels were more than the national standard output of disposal wastewaters into the surface waters, and the highest and lowest amount of BOD5 which obtained were 160 mg/L and 28 mg/L, respectively.

Conclusion: considering the fact that discharged runoff from surface water disposal channels link from shoreline to sea in close distance and they often are as natural swimming sites and even fishing sites of Bushehr city, and also according to high level of organic and bacterial load of these channels, it is urgently required to be considered by the authorities.

Key words: Sea pollution, Bushehr, Surface water channel, Water resource management.

©Iran South Med J. All rights reserved.

Cite this article as: Noroozi-Karbasdehi V, Ravanipour M, Mohebbi M, Mirahmadi SR, Tahmasebi R, Ranjbar-Vakilabady D, Aboodzadeh M. The study of contamination of discharged runoff from surface water disposal channels of Bushehr city in 2012-2013. Iran South Med J 2016; 19(4): 571-585

Copyright © 2016 Noroozi-Karbasdehi, et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

[*] *Address for correspondence*: Department of Environmental Health Engineering, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, IRAN, E.mail: m.ravanipour@bpums.ac.ir.

Website: http://bpums.ac.ir
Journal Address: http://ismj.bpums.ac.ir

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2024-04-18]

[DOI: 10.18869/acadpub.ismj.19.4.571]