Archive of SID

نشریه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی البرز، دوره ۵، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۴، صفحات ۵۲-۴۵

بررسی کارایی سیستم هوادهی گسترده لجن فعال فاضلاب بیمارستانی در حذف ترکیبات استروژنی (مطالعه موردی: بیمارستان های خوزستان)

افشین تکدستان[۱]، نغمه عروجی[۲*]، محمد نوری سپهر[۳]

[۱] دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط و عضو مرکز تحقیقات فناوری های زیست محیطی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، ایران
[۲] کارشناسی ارشد شیمی کاربردی، شرکت آب و فاضلاب اهواز، ایران
[۳] دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی البرز،کرج، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۵/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۵

چکیده

زمینه و هدف: استروژن یک هورمون استروئیدی است که در محیط های آبی وجود دارد و باعث ایجاد خطراتی برای موجودات آبزی بخصوص ماهی‌ها می‌شود. هورمون‌های استروژنی به صورت طبیعی(ناشی از غدد درون ریز بدن) و یا مصنوعی (ناشی از قرص‌های هورمونی مثل قرص‌های ضدبارداری) به فاضلاب بیمارستانی راه می‌یابند. این مطالعه به منظور تعیین میزان هورمون استروژن در فاضلاب بیمارستانی گلستان و ابوذر در شهر اهواز مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی: ردیابی استروژن در محیط های آبی بوسیله نمونه برداری انجام گرفت. تعداد ۵۶ نمونه طی ۴ ماه از نقاط مختلف تصفیه خانه فاضلاب بیمارستانی گلستان و ابوذر در شهر اهواز گرفته شد. نمونه‌ها به روش الکترو کمی لومینسانس (ECL) توسط آزمایشگاه ایران زمین شهر اهواز مورد آنالیز قرار گرفتند. در این تحقیق اشکال مختلف استروژن (استرون، ۱۷–بتا استرادیول، استریول و ۱۷–آلفا اتینیل استرادیول) تحت عنوان استروژن مورد بررسی قرار گرفته است.

یافته‌ها: میانگین هورمون موجود در فاضلاب ورودی به تصفیه خانه فاضلاب بیمارستان گلستان ۶۹/۰۸ نانوگرم بر لیتر و میانگین هورمون خروجی از تصفیه خانه ۷/۲۸ نانوگرم بر لیتر بود. میانگین هورمون موجود در ورودی تصفیه خانه بیمارستان ابوذر شهر اهواز ۷۰/۶۱ نانوگرم بر لیتر و در خروجی تصفیه خانه ۱۸/۹۴ نانوگرم بر لیتر می باشد. با توجه به نتایج بدست آمده تصفیه بیولوژیکی تاثیر بالایی در حذف ترکیبات استروژنی برعهده دارد.

نتیجه‌گیری: واحد تصفیه ثانویه در کاهش هورمون از فاضلاب موثر می باشد که می توان این موضوع را به انجام تاثیر تصفیه بیولوژیکی در این مرحله نسبت داد.

کلمات کلیدی: استروژن، تصفیه ثانویه ، فاضلاب بیمارستانی

*نویسنده مسئول:
کارشناسی ارشد شیمی کاربردی، شرکت آب و فاضلاب اهواز، ایران

۰۹۱۶-۳۲۰۱۴۴۲
E-mail: n.oroji2007@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

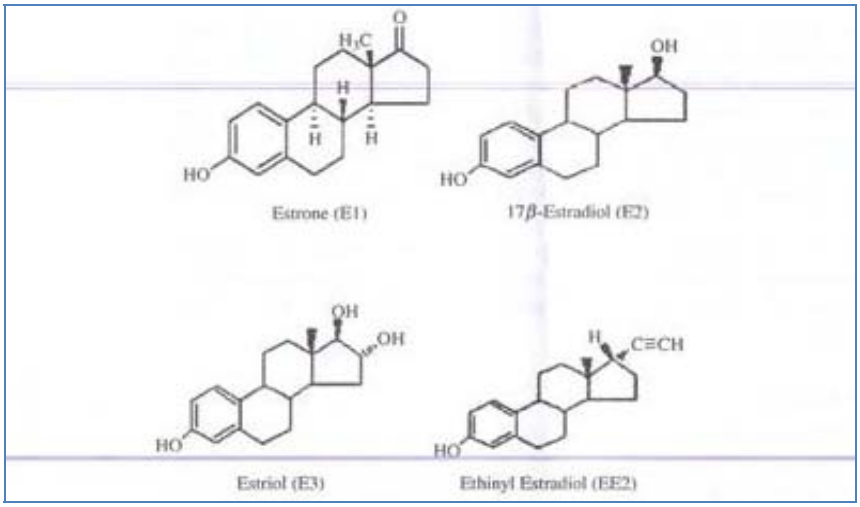
مقدمه

حضور و توزیع استروژن در محیط زیست به طور گسترده ای در آب‌های سطحی، زیرزمینی، خاک و رسوب گزارش شده است.[۱] امروزه این مواد در همه جای محیط زیست یعنی آب، خاک و هوا وجود دارند و از آنجایی که مهمترین منشا آنها فاضلاب‌های خانگی و صنعتی، جریان های نهایی حاصل از تصفیه خانه‌های آب و شیرابه ناشی از محصولات پلی کربناتی می‌باشد، اکثرا وارد اکوسیستم‌های آبی می‌شوند و حیات آبزیان را در معرض خطر قرار می‌دهند.[۲] در میان کلاس‌های مختلف هورمون‌ها (استروژن‌های طبیعی و مصنوعی)، استرون (E_1)، ۱۷-بتا استرادیول (E_2)، استریول (E_3) و ۱۷-آلفا اتینیل استرادیول (EE_2) دارای اثرات استروژنی قوی تری نسبت به سایر هورمون‌ها می‌باشند. غلظت استروژن در محیط بسیار کم است با این حال، وجود استروژن در محیط به یک نگرانی تبدیل شده است چرا که این هورمون در تولید مثل انسان، دام و حیات وحش تداخل می‌نماید. غلظت کمتر از ۰/۱ ng/L استروژن برای ایجاد اثرات استروژنی قابل توجه کافی است.[۳] استروژن دارای اثر تحریک کنندگی در رشد تومور پستان است و حدود ۹۵ درصد از سرطان‌های پستان وابسته به هورمون می‌باشند.[۴] همچنین این هورمون‌ها باعث سرطان رحم، تخمدان و سایر سرطان‌ها می‌گردد.[۵و۶] ساختمان مولکولی اشکال مختلف هورمون‌های استروژنی از جمله استرون (E_1)، ۱۷-بتا استرادیول (E_2)، استریول (E_3) و ۱۷-آلفا اتینیل استرادیول (EE_2) در شکل ۱ نشان داده شده است.[۷]

برخی موادی که انسان بصورت روزمره با آنها در تماس است شامل مواد شیمیایی از قبیل دترجنت ها، شامپو، لوسیون و مواد آرایشی است که اخیرا مطالعات نشان داده است که ترکیبات استروژنی در این مواد وجود دارد.[۸]

هورمون‌های استروژنی یا به صورت طبیعی وجود دارند، یعنی در بدن انسان و حیوانات تولید می‌شوند یا به صورت مصنوعی در داروهای ضدبارداری یافت می‌شوند.[۹]

طی مطالعه ای که در برزیل در سال ۲۰۱۲-۲۰۱۰ بر روی ۵ تصفیه خانه فاضلاب شهری انجام شد غلظت E_1، E_2 و EE_2 به ترتیب برابر ۵۶۶، ۱۴۳ و ۴۲۱ نانوگرم بر لیتر در نمونه‌های ورودی اندازه گیری گردید.[۱۰] در مطالعه دیگری در سال ۲۰۱۱ در آمریکا در بررسی توزیع استروژن‌ها در لاگون‌های تصفیه فاضلاب، غلظت E_1 و E_2 به ترتیب ۱۶/۹ و ۱۲۶ نانوگرم بر لیتر اندازه گیری شد.[۱۱] در مطالعه دیگری در سال ۲۰۰۴ در کره جنوبی، میزان هورمون‌ها در آب‌های سطحی، از زیر حد تشخیص برای E_2 تا ۲۵ نانوگرم بر لیتر برای E_3 اندازه گیری شد.[۱۲]



شکل ۱: ساختمان شیمیایی اشکال مختلف هورمون استروژن: استرون (E_1)، ۱۷-بتا استرادیول (E_2)، استریول (E_3) و ۱۷-آلفا اتینیل استرادیول (EE_2)

www.SID.ir

Archive of SID

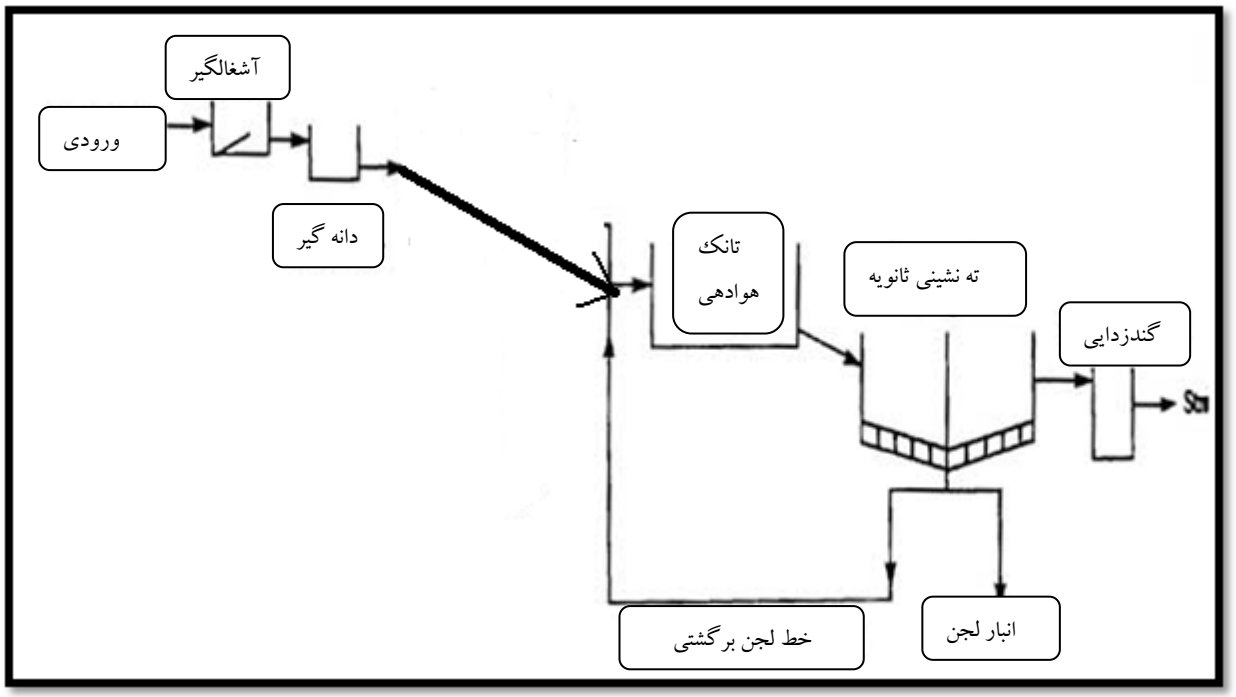
بیمارستانها نقش عمده ای در ورود هورمون استروژن در فاضلاب شهری دارند که این موضوع می تواند به دلیل وجود بخش های مختلف و خصوصا بخش زنان و ورود این هورمون به فاضلاب بیمارستانی از طریق مصرف داروهای مختلف حاوی این هورمون باشد. به نظر می‌رسد که تصفیه فاضلاب همانند طیف وسیعی از آلاینده‌ها روش مناسبی برای حذف هورمون‌ها باشد. اما در مرحله تصفیه اولیه استروژن حذف نمی گردد بلکه بیشتر حذف استروژن در مرحله تصفیه ثانویه (تصفیه بیولوژیکی) رخ می‌دهد. در مقایسه سیستم‌های تصفیه ثانویه، سیستم لجن فعال کارایی بهتری نسبت به سیستم صافی چکنده دارند.[۱۳] تحقیقاتی در خصوص بررسی میزان ترکیبات استروژنی در آب و فاضلاب در شهرهای تهران،[۱۳] همدان[۱۴] و شیراز[۱۵] توسط محققان مختلف انجام شده است. با توجه به حجم اندک اطلاعات در ایران در مورد آلودگی آب‌های سطحی، زیرزمینی، آشامیدنی و فاضلاب‌ها با مواد حاصل از غدد درون ریز، این تحقیق بررسی میزان استروژن موجود فاضلاب و کارایی تصفیه خانه فاضلاب بیمارستانی گلستان و ابوذر در شهرستان اهواز را مورد بررسی قرار می‌دهد.

مواد و روش

نمونه‌برداری

نمونه برداری به مدت ۴ ماه و طی ۸ مرحله در بهار و تابستان سال ۱۳۹۲ در شهر اهواز انجام گردید. تعداد ۴۰ نمونه از تصفیه خانه فاضلاب بیمارستانی ابوذر اهواز که دارای سیستم لجن فعال متداول است برداشته شد. محل‌های نمونه برداری در شکل ۲ نشان داده شده است. همچنین تعداد ۱۶ نمونه از فاضلاب بیمارستان گلستان اهواز که دارای سیستم لجن فعال هوادهی گسترده می‌باشد، از ورودی و خروجی تصفیه‌خانه برداشته شد. این تصفیه‌خانه دارای ته نشینی اولیه نمی‌باشد.

نمونه‌گیری به صورت تصادفی (گرب) با کمک بطری‌های قهوه ای رنگ مخصوص نمونه برداری انجام شد. این روش در واقع همان روش نمونه برداری نقطه ای یا لحظه ای می باشد.نمونه‌ها با کمک فیلتر با اندازه منافذ ۴۰ میکرون صاف شده و فاضلاب عاری از ذرات درشت برداشت شده و درون کولدباکس تحت دمای ۴ درجه سانتیگراد به آزمایشگاه فرستاده شد.



شکل ۲: شماتیک نقاط نمونه برداری تصفیه خانه فاضلاب به روش هوادهی گسترده بیمارستان خوزستان

www.SID.ir

Archive of SID

روش انجام آزمایش

الکتروکمی لومینسانس (ECL)

نمونه‌ها با روش الکتروکمی لومینسانس (ECL) اندازه گیری شدند. بدین ترتیب با استفاده از دستگاه Elecsy 2010 که محصول مشترک تکنولوژی پیشرفته شرکت های Roche آلمان و Hitachi ژاپن می باشد ، آزمایش‌ها انجام گرفت.لازم به ذکر است که حداقل میزان قابل اندازه گیری با این روش ۵ ng/L می‌باشد. در این روش ۳۵ میکرولیتر از نمونه با یک آنتی بادی biotinylated استرادیول خاص یک immunocomplex تشکیل می شود که مقدار آن به غلظت آنالیت در نمونه وابسته است.بعد از افزودن اجزاء میکروی پوشیده شده با streptaridin مکان هایی از آنتی بادی های biotiny lated که هنوز خالی هستند، با تشکیل یک مخلوط آنتی بادی hapten اشغال می شوند. سپس کل مخلوط از طریق بر هم کنش stredtavidin وbiotin به فاز جامد منتقل می شود.مخلوط برهمکنش به درون سلول اندازه گیری که در آن ذرات میکرو به صورت مغناطیسی بر روی سطح الکترود به دام می افتند، کشیده می شوند. سپس موادی که ترکیب نشده اند با procell حذف می‌شوند. سپس با افزودن ولتاژ به الکترود سبب انتشار chemiluminescent می شود که به وسیله یک تکثیر کننده نور اندازه گیری می شود.نتایج به وسیله یک منحنی کالیبراسیون که در دستگاه به وسیله تولید یک کالیبراسیون ۲ نقطه ای و یک منحنی شاخص که از طریق barcode معرف فراهم می‌شود، مشخص می‌شوند.

یافته‌ها و بحث

تاثیر مراحل مختلف تصفیه خانه فاضلاب بیمارستانی گلستان اهواز بر مقدار هورمون استروژن در جدول ۱ و درصد حذف هر کدام در نمودار ۱ نشان داده شده است. میانگین اندازه گیری شده استروژن موجود در فاضلاب شهر اهواز برابر ng/L ۰۸/ ۶۹ بدست آمد. همانطور که در جدول ۱ دیده می‌شود در مراحل تصفیه اولیه راندمان حذف استروژن پایین و به میزان ۲۳/۴۵ درصد است. هرچه در امتداد تصفیه خانه پیش می‌رویم و به تصفیه ثانویه می‌رسیم شاهد افزایش کارایی هستیم و ازدیاد راندمان به میزان بالای ۸۳ درصد مشاهده می‌شود. دانستن این نکته ضروری است که غلظت و درصد حذف ترکیبات استروژنی حاصله از تحقیقات مختلف به سادگی قابل مقایسه نیست زیرا شرایط تصفیه خانه فاضلاب متفاوت است. علاوه بر این استراتژی نمونه برداری و روش‌های آنالیز یک تحقیق با سایر تحقیقات متفاوت است.[۱۶]

همانطور که در منابع مختلف ذکر شده است و در این تحقیق نیز مشاهده شد تصفیه اولیه تاثیر ناچیزی در حذف استروژن و ترکیباتش دارد.[۱۷]

تصفیه مقدماتی جهت حذف آشغال‌های بزرگ طراحی شده و هیچ‌گونه حذف استروژن‌ها در این مرحله صورت نگرفته یا میزان حذف بسیار ناچیز و در حد صفر می‌باشد.[۱۸و۱۹] میزان حذف در تصفیه اولیه بیشتر توسط خواص فیزیکی شیمیایی ترکیبات مانند آبگریزی، محتوای جامدات معلق فاضلاب، خصوصیات ته نشینی ترکیبات و زمان ماند در تانک ته نشینی بستگی دارد.[۱۳]

مطالعات نشان داده‌اند که حذف ترکیبات در این مرحله بسیار کم بوده[۲۰] یا هیچ گونه حذفی مشاهده نمی شود.[۲۱] در بررسی‌های صورت گرفته بر روی پساب خروجی از واحد ته نشینی اولیه مشاهده گردیده است که غلظت E1 بعد از تصفیه اولیه در مقابل کاهش E2 به دلیل اکسیداسیون در شرایط هوازی افزایش می‌یابد.[۲۲]

اما بیشترین تاثیر در حذف استروژن و سایر هورمون‌ها در مرحله تصفیه ثانویه رخ می‌دهد. بطوری که طی تحقیقی در مرحله تصفیه ثانویه به روش لجن فعال، راندمان حذف هورمون‌ها بالای ۹۰ درصد بدست آمد.[۱۳] در این تحقیق نیز راندمان در مرحله تصفیه ثانویه بالای ۸۳ درصد بدست آمد. تغییرات فصلی و دمایی ممکن است بر حذف استروژن در تصفیه خانه فاضلاب تاثیر داشته باشد. با افزایش دما به علت افزایش فعالیت‌های متابولیکی میکروارگانیسم‌ها شاهد افزایش کارایی تصفیه خانه در حذف استروژن می‌باشیم.[۲۳]

لجن فعال فرایندی بسیار مؤثر در حذف هورمون‌ها می‌باشد،[۲۴] که نسبت به سایر فرایندهای تصفیه زیستی بیشترین حذف استروژن‌ها را دارد.[۲۵] طبق تحقیق هولگر در سال ۲۰۰۱ هورمون‌های استروژنی در طی مراحل مختلف تصفیه به طور کامل حذف نمی‌شوند اما به حد تقریبا سازگار با محیط زیست می رسند که این

www.SID.ir

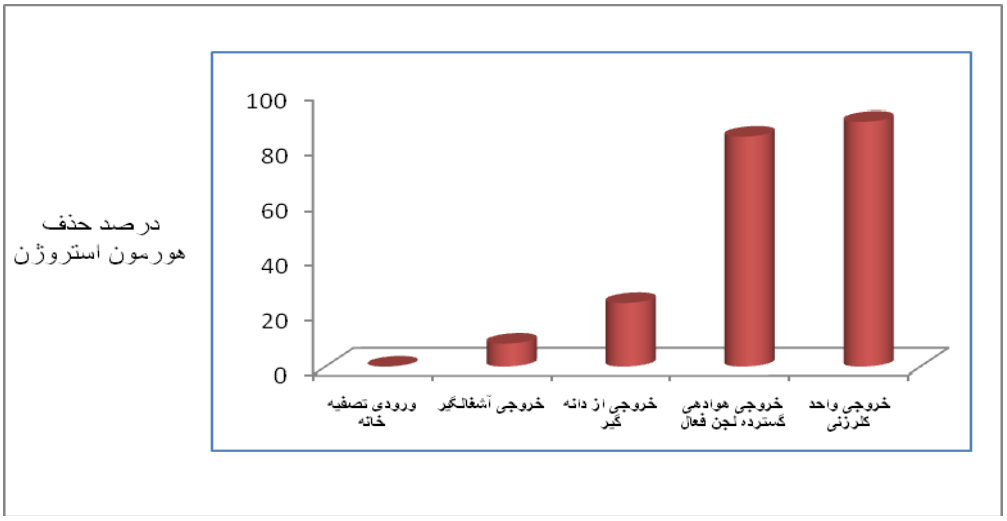
Archive of SID

موضوع در نتایج حاصل از نمونه های تصفیه خانه فاضلاب بیمارستانی گلستان اهواز مشاهده شد.[۲۶] در هلند تحقیقی توسط Belfroid و همکاران در سال ۲۰۰۷ برای شناسایی و آنالیز چهار هورمون استروژنی شامل 17-Alpha–Estradiol , 17-Beta-Estradol , 17-Alpha-Ethinyl-Estradiol و استروژن در نمونه‌های آبی شامل آب‌های سطحی و فاضلاب با استفاده از یک روش تجزیه‌ای صورت گرفت. داده‌ها نشان داد که هورمون‌های استروژنی می‌توانند در غلظت‌های کم تا ۶ نانوگرم بر لیتر در بعضی از مناطق آب‌های سطحی شناسایی شوند. در خروجی‌های تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، استروژن و 17-Beta-Estradiol در غلظت‌های نانوگرم بر لیتر شناسایی شدند. غلظت 17-Alpha-Ethinyl , 17-Alpha- Estradiol در اغلب این نمونه‌ها کمتر از حد تشخیص بود.[۲۷] در سال ۲۰۰۷ توسط Chimchirian و همکاران شناسایی و تعیین غلظت ۱۲ هورمون استروژن طبیعی و مصنوعی در ورودی و خروجی‌های فاضلاب ۳ تصفیه‌خانه انجام شد.به منظور حذف این هورمون‌ها از دو سیستم تصفیه بیوفیلم و Suspended-Growth Media استفاده شد. غلظت استروژن در ورودی این ۳ تصفیه‌خانه از ۱/۲ تا ۲۵۹ نانوگرم بر لیتر و در خروجی‌ها از ۰/۵ تا ۴۹ نانوگرم بر لیتر بود که نشان‌دهنده اثر دو سیستم تصفیه بر حذف این هورمون‌ها از فاضلاب می‌باشد.[۲۸]

تاثیر مراحل مختلف تصفیه خانه فاضلاب بیمارستان ابوذر شهر اهواز بر مقدار هورمون استروژن در جدول ۲ و درصد حذف هر کدام در نمودار ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱: میانگین مقدار هورمون استروژن موجود در مراحل مختلف تصفیه خانه فاضلاب بیمارستانی گلستان اهواز (واحد نانوگرم بر لیتر)

محل نمونه برداری	نوبت اول	نوبت دوم	ماه سوم	نوبت چهارم	نوبت پنجم	نوبت ششم	نوبت هفتم	نوبت هشتم	میانگین
ورودی تصفیه خانه	۵۸/۳	۶۰	۶۸/۷	۷۳/۲	۶۸/۵	۸۱/۳	۶۹/۴	۷۳/۲	۶۹/۰۸
خروجی آشغالگیر	۵۶/۵	۵۸	۶۰/۹	۶۹/۷	۶۶/۱	۶۴/۲	۶۵/۶	۶۴/۹	۶۳/۲۴
خروجی از دانه گیر	۴۸	۴۵	۵۳/۶	۵۷	۵۳/۶	۵۸/۱	۵۲/۲	۵۵/۵	۵۲/۸۸
خروجی هوادهی گسترده لجن فعال	۸/۲	۹/۵	۱۰/۲	۱۰/۵	۱۱/۲۵	۱۴/۷	۱۱/۵	۱۲/۵۶	۱۱/۰۵
خروجی واحد کلرزنی	۵/۶	۴/۵	۶/۶	۷/۵	۶/۵	۹/۶	۸/۵	۹/۴	۷/۲۸



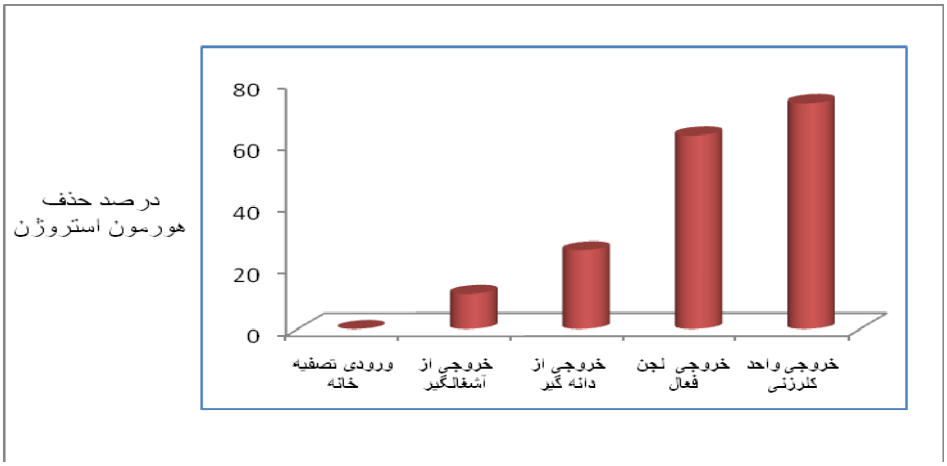
نمودار ۱: درصد حذف مراحل مختلف تصفیه خانه فاضلاب بیمارستان گلستان اهواز به روش هوادهی گسترده بر مقدار هورمون استروژن

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: میانگین مقدار هورمون استروژن موجود در مراحل مختلف تصفیه خانه فاضلاب بیمارستانی ابوذر اهواز (واحد نانوگرم بر لیتر)

محل نمونه برداری	نوبت اول	نوبت دوم	ماه سوم	نوبت چهارم	نوبت پنجم	نوبت ششم	نوبت هفتم	نوبت هشتم	میانگین
ورودی تصفیه خانه	۶۴/۳	۶۵/۸	۶۸/۷	۶۹/۸	۷۸/۵	۷۵/۳	۶۹/۴	۷۳/۱	۷۰/۶۱
خروجی از آشغالگیر	۵۹/۵	۶۰/۳	۶۵/۲	۶۴/۷	۶۶/۱۱	۶۴/۲	۵۹/۶	۶۰/۹	۶۲/۵۶
خروجی از دانه گیر	۵۱	۴۸	۵۳/۶	۵۲	۵۳/۲	۵۳/۹	۵۳/۲	۵۵/۵	۵۲/۵۵
خروجی لجن فعال	۲۶/۲۵	۲۵/۴	۲۷/۲	۳۱/۵	۲۴/۵	۲۷/۷	۲۱/۵	۲۶/۵	۲۶/۳۲
خروجی واحد کلرزنی	۱۶	۱۴/۵	۱۹/۴	۲۰/۳	۲۱/۴	۱۶/۹	۱۸/۷	۲۴/۳	۱۸/۹۴



نمودار ۲: درصد حذف مراحل مختلف تصفیه خانه فاضلاب بیمارستان ابوذر اهواز بر مقدار هورمون استروژن

براساس داده‌های ارایه شده در جدول ۲ مشاهده می‌شود که میانگین میزان استروژن در ورودی تصفیه خانه فاضلاب بیمارستان ابوذر برابر ۷۰/۶۱ ng/L می‌باشد. همچنین مقدار استروژن خروجی از تصفیه خانه بیمارستان ابوذر برابر ۱۸/۹۴ ng/L به‌دست‌آمد. راندمان سیستم تصفیه بیمارستان راندمان بالای ۷۳ درصد را نشان می‌دهد.

نتایج مربوط به تصفیه خانه فاضلاب بیمارستانی ابوذر اهواز راندمان بالای ۷۳ درصد را نشان می‌دهد که با وجود راندمان بالا مقادیر زیادی (حدود ۱۸/۹۴ ng/L) در خروجی بیمارستان مشاهده می‌شود. به همین دلیل به نظر می‌رسد که تصفیه خانه‌های فاضلاب یکی از منابع عمده آلوده به ترکیبات استروژنی باشد زیرا این ترکیبات کاملا حذف نشده یا به وسیله تصفیه بیولوژیکی کاملا تخریب نشده اند.[۱۴] نکته مهم این است که افزودن مستقیم فاضلاب بیمارستانی به سیستم‌های فاضلاب شهری می‌تواند منجر به اثرات زیان باری شود. زمانی که میزان جریان فاضلاب بیمارستانی به تصفیه خانه فاضلاب شهری بیشتر از حداکثر مجاز می‌شود منجر به پخش آلودگی در محیط طبیعی می‌گردد. به طور کلی فاضلاب بیمارستانی برخلاف انتظار معمولا بار میکروبی ضعیفی دارد که ناشی از استفاده مداوم از مواد ضدعفونی کننده و باکتریوساید می‌باشد که می‌تواند اثر منفی روی فرایندهای بیولوژیکی در تصفیه خانه داشته باشند. حتی با درنظر گرفتن اینکه فاضلاب بیمارستانی پس از ورود به تصفیه خانه فاضلاب شهری رقیق شده شواهدی در دست است که این مواد (باکتریوساید) می‌توانند با خاصیت تجمع باعث عدم تعادل در سیستم‌های آبی شوند. به نظر می‌رسد که جهت حفاظت از منابع آب لازم است فاضلاب بیمارستان قبل از ورود به سیستم فاضلاب شهری تصفیه گردد.[۱۱و۱۲] تصفیه خانه

www.SID.ir

Archive of SID

فاضلاب خصوصا واحد تصفیه ثانویه آن در کاهش هورمون از فاضلاب موثر می باشد که می توان این موضوع را به انجام تاثیر تصفیه بیولوژیکی در این مرحله نسبت داد. در اکثر تحقیق های انجام شده در خارج از کشور و همچنین در ایران وجود مقدار هورمون استروژن در فاضلاب ، تایید می شود که این موضوع در نتیجه گیری های بدست آمده از این تحقیق نیز تایید شده است . طبق تحقیق انجام شده در سال ۲۰۰۷ توسط chimchirian تاثیر زیاد تصفیه بیولوژیکی بر حذف این هورمون از بین مراحل مختلف تصفیه قابل توجه است که در این تحقیق نیز این نتیجه قابل توجه است.[۲۸] در مطالعه دیگری در سال ۲۰۰۵ در کانادا در بررسی توزیع استروژن‌ها در لاگون‌های تصفیه فاضلاب، غلظت E_1 و E_2 به ترتیب ۱۰۰-۱ و ۱۵-۱ نانوگرم بر لیتر اندازه گیری شد.[۷] در مطالعه دیگری در سال ۲۰۰۴ درفرانسه در بررسی توزیع استروژن‌ها در لاگون‌های تصفیه فاضلاب، غلظت E_1 ، E_2 و EE2 به ترتیب ۷-۴ ، ۹-۵ و ۵-۳ نانوگرم بر لیتر اندازه گیری شد.[۷] محققیان و همکاران در سال ۲۰۱۴ درصد حذف E_1 ، E_2 و EE2 را در تصفیه فاضلاب شهری تهران به ترتیب ۸۷/۲۵-۶۱/۷۶ درصد، ۸۲/۶۳-۵۰/۹۸ درصد و ۹۰/۲۵-۶۶/۳ درصد بدست آوردند (۱۵). عطایی طی مطالعه ای عملکرد سیستم های تصفیه در حذف هورمون های استروژنی را مورد مطالعه قرار داد. مقادیر درصد حذف بین ٪۱۹تا ٪۹۸ برای هورمون E1، ۶۲ % تا ٪۹۸ برای هورمون E2 و ٪۷۶ تا٪۹۰ برای هورمون EE2 و به طور متوسط ٪۸۰ برای هورمون های EE2 و E2 و ٪۶۵ برای هورمون E1 در نظر گرفته شده است.[۱۴] محب زاده و همکاران در سال ۲۰۱۳ طی مطالعه ای میانگین هورمون استروژن موجود اندازه گیری شده طی ۳ دوره متوالی در کل بیمارستان های کوثر ، شیراز و دنا ۵۹/۰۹ پیکوگرم بر میلی لیتر بدست آوردند و اعلام نمودند که میانگین هورمون موجود در فاضلاب خروجی از تصفیه خانه شهر مرودشت از میانگین ورودی آن بیشتر می باشد که می توان چنین نتیجه گرفت که تصفیه خانه شهر مرودشت (لاگون هوادهی) نه تنها در کاهش هورمون تاثیری نداشته است بلکه مکانیسم آن باعث افزایش هورمون نیز گردیده است. آن‌ها همچنین بیان نمودند که تصفیه خانه فاضلاب شهر شیراز خصوصا واحد تصفیه ثانویه آن در کاهش هورمون از فاضلاب موثر می باشدکه می توان این موضوع را به انجام تاثیر تصفیه بیولوژیکی در این مرحله نسبت داد.همچنین از آنجایی که استرادیول جزو هورمون های نامحلول در آب می باشد می توان گفت که به احتمال قوی در مراحل ته نشینی به همراه مواد کلوییدی تا حد زیادی ته نشین شده است.[۱۷]

به طور کلی بیمارستان ها نقش عمده ای در ورود هورمون استروژن در فاضلاب شهری دارند که این موضوع می تواند به دلیل وجود بخش های مختلف و خصوصا بخش زنان و ورود این هورمون به فاضلاب بیمارستانی از طریق مصرف داروهای مختلف حاوی این هورمون باشد . طبق نتایج بدست آمده واحد تصفیه ثانویه بیشترین راندمان را در کاهش میزان هورمون استروژن از فاضلاب دارد که این موضوع می تواند به دلیل انجام مراحل تصفیه زیستی در این مرحله باشد. نتیجه دیگری که از این تحقیق بدست می آید این است که به احتمال بسیار قوی زنان نقش بسیار موثری در وارد کردن هورمون استروژن به فاضلاب های شهری و همچنین فاضلاب های بیمارستانی دارند که این موضوع می تواند به دلیل عواملی نظیر مصرف داروهای ضد بارداری حاوی هورمون استروژن و در نتیجه ورود هورمون مذکور به ادرار آنها و در نهایت ورود به فاضلاب شهری باشد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز که از لحاظ مالی از این تحقیق حمایت نمودند سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

1. Wang L, Ying GG, Zhao JL, Liu S, Yang B, Zhou LJ, et al. Assessing estrogenic activity in surface water and sediment of the Liao River system in northeast China using combined chemical and biological tools. Environ Pollut 2011;159:148–56.

2. Rashidi SY, Riahi AB. Concentration of 4- Nonylphenol, Octylphenol and Bisphenol A, Estrogen Doubt Compounds in Sediments of Southwest Coastal of Caspian Sea (Keyashahr-Astara). J Mazand Univ Med Sci 2014: 2014; 24(109): 248-256 [In Persian].

www.SID.ir

Archive of SID

3. Snyder SA, Keith TL, Verbrugge DA, Snyder EM, Gross TS, Kannan K, Giesy JP. Analytical methods for detection of selected estrogenic compounds in aqueous mixtures. Environ Sci Technol 1999; 33:2814–2820.
4. Lippert TH, Seeger H, Mueck AO. The impact of endogenous estradiol metabolites on carcinogenesis. Steroids 2000; 65:357–369.
5. Pasqualini JR. The selective estrogen enzyme modulators in breast cancer: a review. Biochim Biophys Acta 2004; 1654:123–143.
6. Joosten H, Van Acker F, Van den Dobbelsteen D, Horbach G, Krajnc E. Genotoxicity of hormonal steroids. Toxicol Lett 2004; 151:113–134.
7. Virkutyte J, S.Varma R, Jegatheesan V. "Treatment of Micropollutants in Water and Wastewater". Vol 1, chapter 1:22-23. 2010 IWA Publishing London. New York.
8. Hester R. E, Harrison R. M. Endocrine Disrupting chemicals, Issues in Environmental Science and Technology (n 12). Royal Society of Chemistry. Cambridge 1999: 151.
9. Colborn T, Vom Saal FS, Soto AM. Developmental effects of endocrine disrupting chemicals in wildlife and humans. Environ Health Perspect 1993;101:378–84.
10. Pessoa GP, de Souza NC, Vidal CB, et al. Occurrence and removal of estrogens in Brazilian wastewater treatment plants. Science of The Total Environment 2014; 490:288-95.
11. Li X, Zheng W, Kelly WR. Occurrence and removal of pharmaceutical and hormone contaminants in rural wastewater treatment lagoons. Science of The Total Environment 2013; 445-446:22-8.
12. Kim SD, Cho J, Kim IS, et al. Occurrence and removal of pharmaceuticals and endocrine disruptors in South Korean surface, drinking, and waste waters. Water Research 2007; 41(5):1013-21.
13. Koh, Y. K. K., T. Y. Chiu, A. Boobis, E. Cartmell, Scrimshaw J. N. Lester Treatment and removal strategies for estrogens from wastewater. Environ. Technol. 2008; 29(3): 245-267.
14. Ataei R, Tamaddon S. Investigation changes in hormone concentrations of pharmaceuticals in wastewater treatment systems, 6th National Conference and Exhibition of Environmental Engineering,2012,Tehran.
15. Mohagheghian A, Nabi zadeh R, et al. Distribution of estrogenic steroids in municipal wastewater treatment plants in Tehran, Iran. Journal of Environmental Health Science and Engineering 2014;12.1:97.
16. Jafari AJ, Pourkabireh Abasabad R, Salehzadeh A. Endocrine disrupting contaminants in water resources and sewage in Hamadan city of Iran. Iran J Environ Health Sci Eng 2009;6(2):89-96.
17. Mohebzadeh T, Taghizadeh MM, Takdastan A, Dehghani M. Comparing the performance of wastewater treatment using activated sludge and aerated lagoons processes in the removal efficiency of estradiol hormones. Jundishapur J Health Sci 2013;5(3):149-156.
18. Khanal SK, Xie B, Thompson ML, et al. Fate, Transport, and Biodegradation of Natural Estrogens in the Environment and Engineered Systems. Environmental Science & Technology 2006; 40(21):6537-46.
19. Teske SS, Arnold RG. Removal of natural and xeno-estrogens during conventional wastewater treatment. Reviews in Environmental Science and Bio/technology 2008; 7(2):107-24.
20. Zhang Z, Feng Y, Gao P, et al. Occurrence and removal efficiencies of eight EDCs and estrogenicity in a STP. Journal of environmental monitoring 2011;13(5):1366-73.
21. Ying GG, Kookana RS, Kumar A. Fate of estrogens and xenoestrogens in four sewage treatment plants with different technologies. Environmental toxicology and chemistry 2008; 27(1):87-94.
22. Ifelebuegu AO. The fate and behavior of selected endocrine disrupting chemicals in full scale wastewater and sludge treatment unit processes. International Journal of Environmental Science & Technology 2011; 8:245-54.
23. Johnson AC, Sumpter JP. Environ Sci Technol: Removal of endocrine-disrupting chemicals in activated sludge treatment works. 2001; 35:4697–4703.
24. Janex-Habibi M, Huyard A, Esperanza M, Bruchet A. Reduction of endocrine disruptor emissions in the environment: the benefit of wastewater treatment. Water Res 2009;43:1565–76.
25. Hamid H, Eskicioglu C. Fate of estrogenic hormones in wastewater and sludge treatment: A review of properties and analytical detection techniques in sludge matrix. Water Research 2012; 46(18):5813-33.
26. Kuch HM, Ballschmiter K. Determination of Endocrine Disrupting Phenolic Compounds and Estrogens in Surface and Drinking Water by (HRGC- (Nel)-MS) in the Picogram per liter Heinz Ballschmiter. *Environ. Sci. Technol.*2001;35 (15):3201–3206.
27. Belfroid AC, Van der Horst A, Vethaak AD, Schafer AJ and et al. Analysis and occurrence of estrogenic hormones and their glucuronides in surface water and waste water in the Netherlands. The Science of the Total Environment. 1999; 225(1): 101-108.
28. Chimehirian RF, Suri RP, Fu H. Free synthetic and Natural estrogen Hormones in influent and effluent of there Municipal wastewater plants. Water Environ Res. 2007;79(9):969-74.

www.SID.ir