

## تعیین مقدار متامفتامین، کوکائین، مرفین، کدئین در فاضلاب شهری با استفاده از کروماتوگرافی گازی

لیدا سلیمی<sup>۱</sup>، تهمنه باهری<sup>۲</sup>، سمیرا میرزایی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۲۵

### چکیده

**هدف:** سوءمصرف مواد مخدر علاوه بر آسیب به سلامت فردی و اجتماعی می تواند از طریق ورود به اکوسیستم های آبی مخاطراتی جدی را متوجه محیط زیست آبی نماید. در این تحقیق با استفاده از تکنیک میکرو استخراج با استفاده از فاز جامد مواد مخدر (متامفتامین، کوکائین، مرفین، و کدئین) در فاضلاب ورودی و خروجی و لجن حاصل از تصفیه فاضلاب در تصفیه خانه فاضلاب شهید محلاتی تهران، و نیز پساب خروجی یکی از بیمارستان های تهران (بیمارستان تهرانیپارس) با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی GC در کنار روش میکرو استخراج فاز جامد مورد بررسی قرار گرفته است. **روش:** روش میکرو استخراج با استفاده از فاز جامد یک روش استخراج تعادلی است که در آن با کالیبراسیون مناسب می توان آلاندها را در غلظت های پایین و با حساسیت بسیار بالا و بدون استفاده از حلال انجام داد. دستگاه تجزیه ای که در ابتدا با SPME به کار گرفته شد کروماتوگرافی گازی بوده و تا به امروز نیز بسیاری از کاربردهای آن بر پایه جداسازی و آنالیز با این دستگاه می باشد. **یافته ها:** نتایج تحقیق نشان داد که مخدرهای کدئین و مورفین با غلظت بالا در فاضلاب شهری وجود داشته و کارائی تصفیه خانه در حذف این آلاندها قابل ملاحظه نمی باشد (درصد حذف به ترتیب ۲۳ و ۴۳ درصد). همچنین مشاهده شده که در تمام نمونه های مورد بررسی مخدر کوکائین وجود ندارد. **نتیجه گیری:** یافته های تحقیق دارای نکات بهداشتی-پزشکی می باشد.

**کلیدواژه ها:** مواد مخدر، میکرو استخراج فاز جامد، کروماتوگرافی گازی، فاضلاب بیمارستانی

۱. نویسنده مسئول: گروه آلودگی و حفاظت محیط زیست دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران، پست

الکترونیک: l\_salimi@iau-tnb.ac.ir

۲. استادیار پلیس مبارزه با مواد مخدر، تهران، ایران

۳. کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد تهران شمال، تهران، ایران

## مقدمه

آلودگی آب عبارت است از افزایش مقدار هر معرف اعم از فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی که موجب تغییر خواص و نقش اساسی آن در مصارف ویژه اش شود. براساس برآورد انجمن حفاظت محیط زیست ایالت متحده امریکا تقریباً یک سوم جریان آب‌های جهان به طور مشخص آلوده و اصل حفظ کیفیت آب بر هم زده شده است. عوامل عمده آلوده کننده آب عبارتند از: زباله های متقاضی اکسیژن، عوامل بیماری زا، مواد غذایی گیاهی، ترکیبات آلی سنتز شده، نفت، مواد شیمیایی معدنی (از جمله باقی مانده مواد دارویی) و کانی ها، رسوبات، مواد رادیواکتیو (پرتوزا)، گرما. عوامل آلوده کننده آب بسیار گوناگون اند و می توانند هم منابع آب‌های زیرزمینی و هم آب های سطحی را آلوده کنند. عوامل آلوده کننده آب های زیرزمینی شامل: کانیهای موجود در معادن سطحی، جمع شدن فاضلاب های شهری و ضایعات رادیواکتیو می باشند.

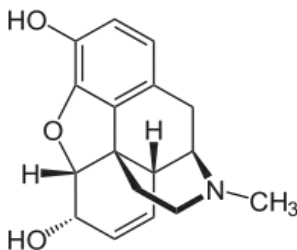
آب‌های مورد نیاز بشر به طور معمول از آب‌های سطحی و زیر زمینی تشکیل می شود و در صورت آلوده شدن این منابع، جوامع انسانی با خطرات زیادی روبه رو می شوند. امروزه با رشد جمعیت از یک سو و آلوده شدن آب‌ها، پساب‌های آلوده از سوی دیگر، بررسی و پایش انواع آلودگی در محیط‌های آبی را بسیار حائز اهمیت می نماید. از بعد دیگر به دلیل کمبود منابع آبی با بازیافت و تصفیه آب می توان از بحران‌های کم آبی کاست. در این راستا قبل و بعد از تصفیه می بایست مقادیر آلاینده‌ها مورد بررسی و سنجش قرار بگیرد. یکی از آلاینده‌ها که از طریق پساب‌های آلوده به خصوص پس آب‌های شهری و بیمارستانی می تواند وارد حوضه‌های آبی شود ترکیبات شیمیایی خانواده مواد مخدر می باشد. توجه به مصرف مواد مخدر و داروهای غیرمجاز در جامعه و همچنین دفع آن‌ها به سیستم فاضلاب شهری، می تواند اطلاعات مفیدی رادر مورد مصرف آن‌ها در جامعه، مقادیر و ورود این مواد به محیط زیست و منابع آبی فراهم کند. آلودگی فاضلاب‌ها بیشتر به واسطه وجود مواد آلی می باشد. مواد آلی موجود در فاضلاب‌ها ناپایدار بوده و می توان آن‌ها را با کمک هوادهی و اکسیداسیون تبدیل به نیتريت‌ها، نترات‌ها و فسفات‌ها نموده و بعد آن‌ها را به صورت مواد ته‌نشین شده از فاضلاب جدا

کرد که این، اساس کار و هدف ایجاد تصفیه‌خانه‌های فاضلاب را در شهرها تشکیل می‌دهد. برای نشان دادن درجه آلودگی فاضلاب معمولاً به جای این که مقدار مواد آلی موجود در فاضلاب را اندازه‌گیری کنند، مقدار اکسیژن لازم برای اکسیداسیون مواد نام برده را اندازه‌گیری می‌کنند. باکتری‌های موجود در فاضلاب که به تصفیه آن کمک می‌کنند، شامل باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی هستند.

مواد مخدر به آن دسته از ترکیبات شیمیایی گفته می‌شود که مصرف آن‌ها باعث دگرگونی در سطح هوشیاری و عملکرد مغز می‌شود. مهم‌ترین محل تاثیر مواد مخدر بر مغز است. در مغز گیرنده‌هایی وجود دارد که این مواد بر آن‌ها اثر می‌کنند. این گیرنده‌ها به ۳ گروه تقسیم می‌شوند: گروه اول) سبب تنظیم و کاهش احساس درد، کاهش فعالیت مرکز تنفس، یوست و اعتیاد می‌شوند؛ گروه دوم) اثر بر گیرنده‌های دوم سبب کاهش احساس درد و افزایش حجم ادرار می‌شود؛ گروه سوم) اثر مواد مخدر بر گیرنده‌های گروه سوم سبب کاهش احساس درد می‌شود. بطور کلی مواد مخدر به سه دسته تقسیم می‌شوند: ۱) مواد مخدر سستی‌زا: این مواد بر روی سیستم عصبی مرکزی تأثیر گذاشته و باعث کند شدن فعالیت جسمانی و روانی در فرد که شامل هروئین، متادون، پتیدین و انواع قرص‌ها و داروهای آرام‌بخش می‌باشند؛ ۲) مواد اعتیادآور توان‌افزا: این مواد نیز بر روی سیستم عصبی مرکزی تأثیر می‌گذارند؛ باعث افزایش سطح هیجان، عملکرد جسمانی و روانی در فرد مصرف‌کننده می‌شوند. از انواع سنتزی آن نیز می‌توان آمفتامین‌ها و مشتقات آن‌ها و باربیتوریک‌ها را نام برد. ۳) مواد اعتیادآور توهم‌زا: این مواد با ایجاد تأثیراتی پیچیده بر سیستم عصبی مرکزی باعث اختلال در فعالیت فکری و بدنی فرد شده و وی را دچار توهم و خیالات می‌کنند.

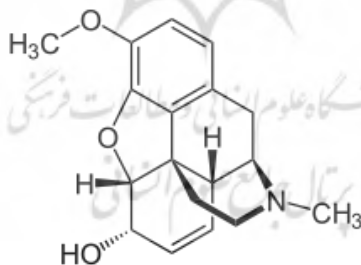
مورفین: یکی از آلکالوئیدهای مهم مورفین است. آلکالوئید به هریک از ترکیبات آلی شیمیایی گفته می‌شود که دست کم دارای یک اتم نیتروژن در حلقه هتروسیکلیک هستند. استفاده از مورفین به صورت امروزی برای از بین بردن درد (مسکن و تسکین دهنده دردهای شدید) از قرن ۱۹ میلادی سابقه دارد و از حیث طبقه‌بندی فارماکولوژی، تضعیف‌کننده

سیستم مرکزی اعصاب می باشد (از خشخاش تا اکستازی، کاشی، پلیس مبارزه با مواد مخدر، ۱۳۹۴). نمایش ساختار شیمیایی و مشخصات مورفین در شکل ۱ ارائه شده است.



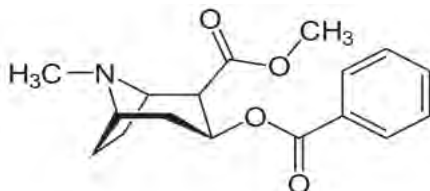
شکل ۱: ساختار مخدر مورفین

کدئین: کدئین به عنوان یک مخدر آگونیست که اغلب به صورت کریستال‌های سفید رنگ مشاهده می شود و به عنوان یک آرام کننده و ضد درد جزء مواد نارکوتیک و از مشتقات تریاک به شمار می رود و در ساخت با غلظت ۱۰/۱ درصد تا ۲٪ درصد ساخته می شود. کدئین در فراورده‌های دارویی گوناگونی عرضه می شود. در سه فرم خوراکی (قرص، کپسول و شربت) مقعدی (شیاف) و تزریقی (زیرجلدی و عضلانی) موجود است. شکل خوراکی کدئین بیشتر به صورت کدئین هیدروکلراید و کدئین سولفات ساخته می شود. نمایش ساختار شیمیایی و مشخصات کدئین در شکل ۲ ارائه شده است.



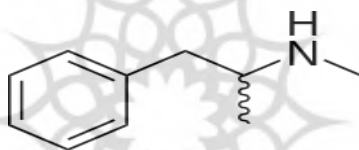
شکل ۲: ساختار مخدر کدئین

کوکائین: ترکیب شیمیایی کوکائین نیز ترکیب بنزومتیل اکگونین است که از خانواده اتروپین بوده و یک واسطه پلاسمایی به شمار می آید و سبب مهار هدایت عصبی و تحریک سیستم عصبی مرکزی می شود. کوکائین جزء دسته‌ی داروهای محرک روان گردان است. نمایش ساختار شیمیایی و مشخصات کوکائین در شکل ۳ ارائه شده است.



شکل ۳: ساختار مخدر کوکائین

متامفتامین: متامفتامین یک ماده روان گردان اعصاب مرکزی است. متامفتامین با تاثیر مستقیم بر مکانیسم های مغز شادی و هیجان در فرد ایجاد می کند. متامفتامین همچنین باعث اختلال شدید در خواب و یا بی خوابی شدید می شود. مصرف کننده دچار بی اشتها بی شدید شده و ساعت ها و حتی تا روزها اشتها به غذا ندارد. این ماده به شکل بلورهای شیشه ای، بدون بو و تلخ وجود دارد که به راحتی در نوشابه های الکلی و غیر الکلی حل می شود. نمایش ساختار شیمیایی و مشخصات متامفتامین در شکل ۴ ارائه شده است.



شکل ۴: ساختار مخدر متامفتامین

هدف از این تحقیق اندازه گیری مواد مخدر (متامفتامین، کوکائین، مرفین، و کدئین) در فاضلاب ورودی و خروجی و لجن حاصل از تصفیه فاضلاب در تصفیه خانه فاضلاب شهید محلاتی تهران و نیز پس آب خروجی یکی از بیمارستان های تهران (بیمارستان تهرانپارس) می باشد.

## روش

### جامعه، نمونه، و روش نمونه گیری

روش اصلی تحقیق بر اساس انجام یک مطالعه تحلیلی بود. برداشت نمونه ها از فاضلاب ورودی و خروجی و از لجن حاصل از تصفیه فاضلاب در تصفیه خانه فاضلاب شهید محلاتی تهران و نیز پس آب خروجی یکی از بیمارستان های تهران (بیمارستان تهرانپارس) در پاییز سال ۱۳۹۴ صورت پذیرفت. در این تحقیق جهت نمونه برداری از ظروف شیشه ای و پلاستیکی پلی اتیلن یک لیتری و چهار لیتری استفاده شد. به منظور حفظ و نگهداری از

نمونه‌ها تا انتقال به آزمایشگاه باید آن‌ها را تثبیت نمود. جهت تثبیت هر فاکتور روش خاصی وجود دارد. روش میکرو استخراج با استفاده از فاز جامد یک روش استخراج تعادلی است که در آن با کالیبراسیون مناسب می‌توان آلاینده‌ها را در غلظت‌های پایین و با حساسیت بسیار بالا و بدون استفاده از حلال انجام داد. دستگاه تجزیه‌ای که در ابتدا با این روش به کار گرفته شد کروماتوگرافی گازی بود و تا به امروز نیز بسیاری از کاربردهای آن بر پایه جداسازی و آنالیز با این دستگاه می‌باشد. در این تحقیق نیز از دستگاه کروماتوگرافی گازی<sup>۱</sup> در کنار روش میکرواستخراج فاز جامد جهت آنالیز داده‌ها استفاده شد. برای تزریق کامل ترکیبات با نقطه جوش بالا به داخل سیستم کروماتوگرافی گازی، روش جدیدی ابداع شد که بر پایه فیبرهای نوری استوار بود. بدین ترتیب که یک فیبر نوری را به نمونه آزمایشی آغشته کرده و پس از تبخیر حلال نمونه، آن را به داخل دریچه تزریق منتقل و سپس با عبور دادن اشعه لیزر از داخل فیبر نوری، آنالیت جذب شده در سطح فیبر را به طریق لیزری واجذب و وارد ستون کروماتوگرافی می‌کنند (جیانگ<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). بعد از نمونه‌برداری (۲۵۰ میلی‌لیتر برای هر نمونه) از جریان فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه و پس‌آب تصفیه شده و نیز لجن برگشتی تصفیه‌خانه، به منظور حفظ و نگهداری از نمونه‌ها تا انتقال به آزمایشگاه، نمونه‌ها طبق روش‌های موجود تثبیت شد و به آزمایشگاه انتقال داده شد. نمونه‌ها بعد از برداشت در ظروف تیره نگهداری شده و حداکثر طی سه روز بعد از نمونه‌گیری مورد آزمایش قرار گرفتند. کلیه آزمایش‌ها مطابق روش استاندارد APHA (۲۰۰۱) صورت گرفت. در پایان هر مجموعه از آزمایش برای کنترل خطاهای آن ۳ بار تکرار شد. شایان ذکر است پارامترهای مورد نظر بر حسب ng/lit اندازه‌گیری شدند. پیش از انجام عمل استخراج، نمونه‌ها را از کاغذ صافی مدل man what عبور داده و سپس برای استخراج آماده نمودیم. برای استخراج ترکیبات مخدرهای مورد مطالعه در این پژوهش، از نمونه‌های فاضلاب و لجن برداشت شده، ابتدا سرنگ استخراج را با ۵ میلی‌لیتر متانول و سپس با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر شستشو داده شد. جهت انجام میکرو استخراج با فاز جامد، حجم کوچک (۲۵۰ میلی‌لیتر) از فاز استخراجی با چسب‌های

با تحمل دمایی بالا درون لوله زنگ نزن کوچک که انتهای آن به سوزن سرنگ امتداد می‌یابد، چسبیده شد. فیبر پوشش داده شده درون محلول برای زمان مشخصی (دو تا پانزده دقیقه، در این تحقیق ۱۰ دقیقه) فرو برده شد. در این مرحله نمونه به داخل فیبر، جذب سطحی می‌شود و سپس فیبر به درون سرنگ SPME برگردانده و سوزن از ظرف نمونه خارج شد. در مرحله بعد، سوزن حاوی آنالیت استخراج شده به درون ورودی دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد. تاثیر پارامتر PH نمونه در میزان بازیابی در فرآیند استخراج امری است که در مطالعات بسیاری مورد توجه قرار گرفته شده و در این پژوهش از PH=3 انتخاب شد.

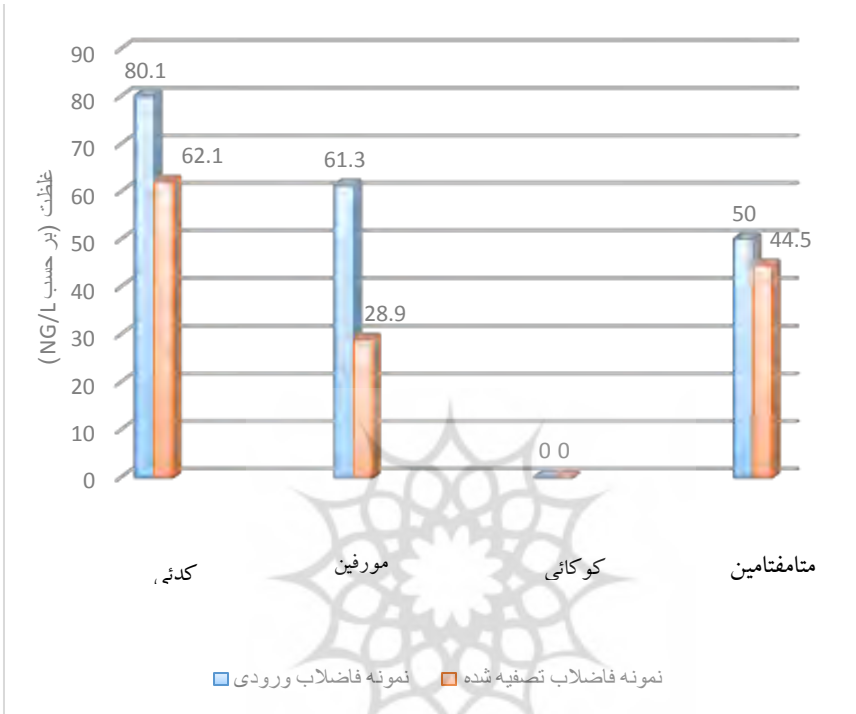
### یافته‌ها

بررسی نمونه‌های ورودی و پس‌آب خروجی (تصفیه شده) از تصفیه‌خانه در جدول ۱ ارائه شده است. غلظت مواد مخدر مورد بررسی در این مطالعه بر حسب نانو گرم در هر لیتر از نمونه می‌باشد. این جدول‌ها شامل مقدار هر کدام از مخدرهای مورد بررسی در فاضلاب ورودی و خروجی و نیز لجن مازاد بیولوژیکی حاصل از تصفیه فاضلاب شهری می‌باشد.

**جدول ۱: غلظت آلاینده‌های مورد مطالعه در نمونه‌های ورودی تصفیه‌خانه فاضلاب شهری به تفکیک آزمایش**

ماده مخدر	مقدار غلظت آلاینده در هر آزمایش (ng/L)					
	تعداد نمونه‌های مورد بررسی	میانگین	نمونه‌های (۵)			
			نمونه (۱)	نمونه (۲)	نمونه (۳)	نمونه (۴)
کداین	نمونه ورودی	۵	۸۰	۱۲	۵۷٫۵	۱۰۱
	نمونه خروجی	۵	۳/۱	۲۴	۱۰/۴	۱۹۷
مورفین	نمونه ورودی	۵	۲۴/۵	۲۷	۱۵	۱۸۷
	نمونه خروجی	۵	۱۱	۱۳	۲۶	۱۱
کوکائین	نمونه ورودی	۵	-	-	-	-
	نمونه خروجی	۵	۴/۷	۳۱	۸۰	۵٫۸
متامفتامین	نمونه ورودی	۵	۱۱	۵	۴۷	۹۷
	نمونه خروجی	۵	۴/۷	۳۱	۸۰	۵٫۸

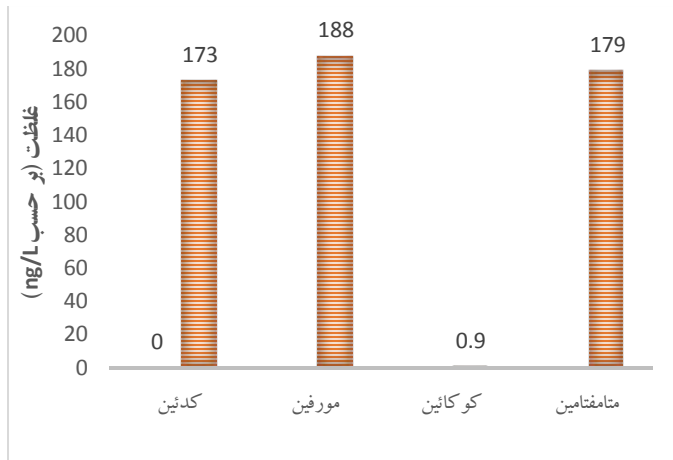
نمودار مقایسه‌ی مقدار متوسط غلظت آلاینده‌های مورد مطالعه در نمونه‌های ورودی و فاضلاب خروجی در نمودار ۱ ارائه شده است.



نمودار ۱: مقایسه‌ی مقدار متوسط غلظت آلاینده‌های مورد مطالعه در نمونه‌های ورودی و نمونه‌های فاضلاب خروجی

با توجه به جدول ۱ و نمودار ۱ کارآئی تصفیه‌خانه در حذف و یا تغییر ماهیت آلاینده‌های مورد بررسی مشاهده می‌شود. تصفیه فاضلاب‌ها همواره با تولید دو بخش مجزای پس آب و لجن همراه می‌باشد تعداد نمونه‌های مورد بررسی در هر آزمایش ۳ مرتبه تکرار شد. نمودار مقایسه‌ی مقدار متوسط غلظت آلاینده‌های مورد مطالعه در نمونه‌های لجن مازاد بیولوژیکی در نمودار ۲ ارائه شده است.





نمودار ۲: مقایسه مقدار متوسط غلظت آلاینده‌های مورد مطالعه در نمونه‌های لجن مازاد بیولوژیکی غلظت مواد مخدر در نمونه‌های لجن مازاد بیولوژیکی تصفیه‌خانه فاضلاب شهری به تفکیک نوع ماده و شماره نمونه در جدول ۲ ارائه شده است. لازم به توضیح است که غلظت مواد مخدر مورد بررسی در این مطالعه بر حسب نانو گرم در هر لیتر از نمونه می‌باشد.

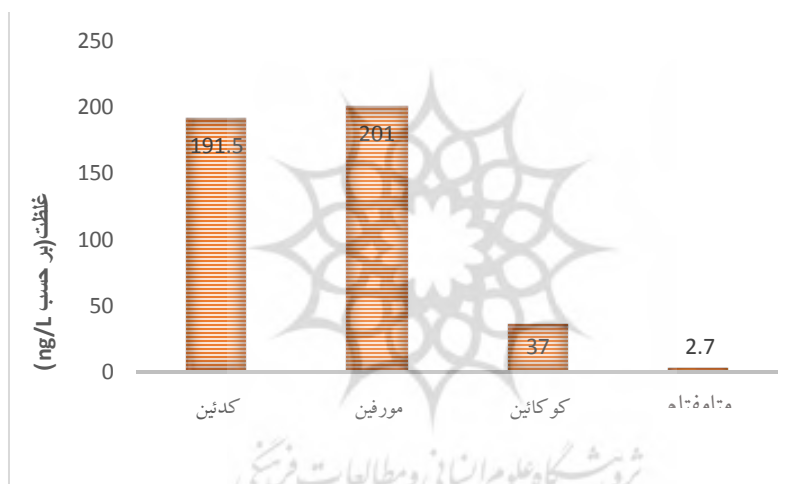
جدول ۲: غلظت مواد مخدر نمونه‌های لجن مازاد بیولوژیکی تصفیه‌خانه فاضلاب شهری به تفکیک نوع ماده و شماره نمونه

شماره نمونه	غلظت کدئین	غلظت متامفتامین	غلظت مورفین	غلظت کوکائین
۱	۷۰	۱۹۱	۱۹۹٫۵	۰٫۶۵
۲	۲۸۷	۲۴۷	۶۱	۰٫۶۰
۳	۳۸۰	۱۶۸۳	۶۸	۱
۴	۱۱۳	۳۸۷	۸۱٫۵	۰٫۷۵
۵	۱۵٫۱	۲۵۰	۵۳۰	۱٫۵
میانگین	۱۷۳	۱۷۹	۱۸۸	۰٫۹۰

غلظت مواد مخدر در نمونه‌های فاضلاب بیمارستان تهرانپارس به تفکیک نوع ماده و شماره نمونه در جدول ۳ ارائه شده است. لازم به توضیح است که غلظت مواد مخدر مورد بررسی در این مطالعه بر حسب نانو گرم در هر لیتر از نمونه می‌باشد.

جدول ۳: غلظت مواد مخدر در نمونه‌های فاضلاب بیمارستان تهرانپارس به تفکیک نوع ماده و شماره

شماره نمونه	غلظت کدئین	غلظت متامفتامین	غلظت مورفین	غلظت کوکائین
۱	۷۳/۲	۳/۲	۱۶۱/۳	۱۳
۲	۴۱	۶/۳	۱۰۱/۲	۳۷
۳	۳۰۰/۳	۱/۸	۵۶۸	۵۱
۴	۳۷۳	۱	۹۰	۱۹/۳
۵	۱۷۰	۱/۲	۸۴/۵	۶۴/۷
میانگین	۱۹۱/۵	۲/۷	۲۰۱	۳۷



نمودار ۳: مقایسه مقدار متوسط غلظت آلاینده‌های مورد مطالعه در نمونه‌های برداشت شده از فاضلاب

همانطور که از نمودار ۳ پیداست، در نمونه‌های برداشت شده از فاضلاب تولید شده در بیمارستان، تمامی مخدرهای مورد بررسی در این تحقیق در غلظت‌های مختلف وجود دارند. در فاضلاب بیمارستان مورد بررسی ماده مخدر مورفین دارای بالاترین غلظت متوسط (۲۰۱ نانو گرم در لیتر) می‌باشد.

متوسط دبی جریان فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه شهید محلاتی ۲۰۰ متر مکعب در ساعت و جمعیت طرح این فاضلاب ۳۰۰۰۰ نفر بوده است. جدول ۴ تخمین متوسط مصرف مواد مخدر مورد بررسی در این تحقیق را نشان می‌دهد.

**جدول ۴: تخمین متوسط مصرف مواد مخدر**

ماده مخدر	محدوده	مقدار متوسط	متوسط مصرف (mg/day 1000 inh)
کدئین	۱۲-۱۵۰	۸۰/۱	۰/۳۸۵
مورفین	۲۵-۲۸۷	۶۱/۳	۰/۲۹۴
کوکائین	-	-	-
متامفتامین	۵-۹۷	۵۰	۰/۲۴

همانگونه که مشاهده می‌شود بالاترین مقدار مصرف مربوط به کدئین با ۰/۳۸۵ میلی گرم در روز به ازای ۱۰۰۰ نفر از ساکنین می‌باشد. مصرف مخدرهای مورد بررسی در عمل چندین برابر نتایج تخمین زده شده می‌باشد، اما از آنجایی که آمار دقیقی از جمعیت تحت پوشش این تصفیه‌خانه در دسترس نیست به همین مقدار اکتفا شده است.

**بحث و نتیجه‌گیری**

تصفیه فاضلاب عبارتست از انجام هرگونه عملیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی یا ترکیب آن‌ها روی فاضلاب خام جهت کاهش یا رفع هرگونه آلودگی از فاضلاب و رساندن کیفیت پس آب حاصل به حد استانداردهای موجود جهت دفع پس آب به محیط زیست. جهت جلوگیری از نابودی منابع زیستی می‌بایست از ورود فاضلاب تصفیه نشده و حاوی آلاینده‌هایی نظیر باقی مانده دارویی و سایر آلاینده‌ها به محیط زیست جلوگیری شود. همچنین استفاده از پس آب تصفیه شده فاضلاب جهت کشاورزی در کشور ما به دلیل کمبود نزولات جوئی می‌تواند قسمتی از نیاز آبی را جبران نماید و همچنین با توجه به وجود مواد مغذی مورد نیاز گیاه در پس آب از نظر مصرف کود نیز به صرفه می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که مخدرهای کدئین و مورفین با غلظت بالا در فاضلاب شهری وجود داشته و کارائی تصفیه‌خانه در حذف این آلاینده‌ها قابل ملاحظه نمی‌باشد (درصد حذف به ترتیب ۲۳ و ۴۳ درصد). همچنین مشاهده شده که در تمام نمونه‌های مورد بررسی مخدر کوکائین وجود ندارد. مورفین، کدئین، متادون و مخدر EDDP در بالاترین غلظت نسبت به سایر مخدرها وجود دارند. شهر تهران حدود ۱۵۰ بیمارستان دارد که هشت درصد از این تعداد فاقد سیستم تصفیه فاضلاب و حدود ۳۴ درصد دارای تصفیه

خانه با عملکرد ناقص است. وجود ترکیبات دارویی و به ویژه مخدرها در منابع آب، معمولاً نسبتی از ضایعات حاصل از صنایع دارویی، محصولات بهداشت فردی و داروهای درمانی و بیمارستانی و سوء مصرف در معتادان به این مواد است، اکثر تصفیه خانه‌های فاضلاب تنها قادرند درصد بسیار پایینی از مخدرها را حذف کنند و باقیمانده آن‌ها مستقیماً وارد آب‌های پذیرنده خواهد شد. بنابراین لازم است که روش‌های مؤثر و کارآمدتری را برای حذف این آلاینده‌ها به کار گرفت.

همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از جداسازی به روش میکرو استخراج فاز جامد به همراه کروماتوگرافی گازی به عنوان روشی حساس تر که قابلیت انجام در داخل کشور را دارد، منجر به تشخیص مقادیر بسیار اندک مواد مخدر در نمونه‌های موجود شد و این امر مشابه تحقیق دیگر در سال ۲۰۱۵ توسط گاگو<sup>۱</sup> و فرو<sup>۲</sup> است که روش جدیدی در تعیین مقدار ۱۴۸ ماده شامل باقیمانده دارویی و نیز مواد مخدر در لجن حاصل از تصفیه فاضلاب به کار گرفته شد. در پژوهشی دیگر صمدی و بنی اسد در سال ۱۳۹۰ با تلفیق کربن فعال با میکرو استخراج مایع<sup>۳</sup> مایع حلال بخشی، یک روش جدید برای اندازه گیری n متیل پیرولیدین در ماتریکس‌های مختلف انجام شد. در تحقیق دیگر سرافرازیزدی و رثوفی نژاد (۱۳۸۵) نیز همانند تحقیق حاضر در اندازه گیری دو داروی ضد افسردگی و سه داروی سفالسپورینی، از کروماتوگرافی گازی و روش آماده سازی نمونه با روش میکرو استخراج مستقیم با قطره معلق در محلول (DSDME) استفاده شده که نتایج با دقت بالا برای مقادیر اندک مواد دارویی گزارش شده است. ورود مواد مخدر به آب‌های سطحی می‌تواند باعث آلودگی شود و خطرات جبران‌ناپذیری برای مصرف کنندگان به همراه داشته باشد. با توجه به سنجش انجام شده میزان غلظت آلاینده‌های مخدر و فراوانی آن‌ها در پس آب‌های مورد بررسی به شرح ذیل می‌باشد:

۱) کدئین: غلظت آلاینده کدئین از ۸۰ نانوگرم در لیتر تنها به ۶۲/۱ نانوگرم در لیتر کاهش یافته است (معادل ۲۲/۵ درصد حذف). علاوه بر آن نتایج نشان می‌دهند که در نمونه‌های آزمایش شده کدئین با غلظت بالاتری نسبت به سایر مخدرهای مورد بررسی

وجود داشته است که می تواند به دلیل طیف مصرف این ماده در داروهای مسکن که افراد استفاده می کنند و ورود مواد دفعی ناشی از ورود پس آب ها باشد.

۲) مورفین: غلظت آلاینده مورفین از ۶۱/۳ نانوگرم در لیتر تنها به ۲۸/۹ نانوگرم در لیتر کاهش یافته است (معادل ۵۳ درصد حذف). وجود مقدار قابل توجهی از مورفین در فاضلاب ناشی از سوء مصرف مستقیم از این ماده بوده زیرا همانطور که پیشتر بیان شد، مورفین از طریق ادرار و صفرای فرد مصرف کننده دفع می گردد.

۳) متامفتامین: غلظت آلاینده متامفتامین از ۵۰ نانوگرم در لیتر تنها به ۴۴/۵ نانوگرم در لیتر کاهش یافته است (معادل ۱۱ درصد حذف). بالاترین درصد حذف مربوط به مورفین با حدود ۵۳ درصد و کمترین درصد حذف مربوط به متامفتامین با ۱۱ درصد حذف می باشد. در تحقیق صورت گرفت مقدار ماده مخدر و متابولیت آن ها را در فاضلاب مورد پایش قرار دادند که در جریان ورودی و خروجی از ۱۵ تصفیه خانه فاضلاب ۸ ترکیب از ۱۱ ترکیب مورد بررسی تشخیص داده شد و بیشتر نمونه های مورد بررسی حاوی کدئین و مورفین و EDP و متادون بوده است که مشابه تحقیق حاضر است (باسلت<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴).

## منابع

سرافرازیدی، محمد؛ و رئوفی نژاد، فرهاد (۱۳۸۵). میکرواستخراج فاز مایع و اندازه گیری میزان دارو. تهران.

صمدی، ناصر؛ و بنی اسد، میترا (۱۳۹۰). توسعه روش های اندازه گیری برخی از داروها به روش های میکرواستخراج با استفاده از دستگاه های کروماتوگرافی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه ارومیه.

کاشی، علی (۱۳۹۴). از خشخاش تا اکستازی، کاشی، پلیس مبارزه با مواد مخدر.

Baselt, R. C. (2004). *Disposition of Toxic Drugs and Chemicals in Man*, (7ed). Biomedical Publications, California, USA.

Borova, V. L., Maragou, N. C., Gago-Ferrero, P., Pistos, C., Thomaidis, N. S. (2010) Highly sensitive determination of 68 psychoactive pharmaceuticals, illicit drugs, and related human metabolites in wastewater by liquid chromatography-tandem mass spectrometry.

- Analytical and Bio Analytical Chemistry*, 406(17), 4273° 4285. DOI: 10.1007/s00216-014-7819-3.
- Daughton, C. G., Ruhoy, I. S. (2009). Environmental footprint of pharmaceuticals: The significance of factors beyond direct excretion to sewers. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 28(12), 2495-2521. DOI: 10.1897/08-382.1.
- Ghiasvand AR, Setkova L, Pawliszyn J. (2007). Determination of flavor profile in Iranian fragrant rice samples using cold-fiber SPME-GC-TOF-MS. *Flavour and Fragrance Journal*, 22(5), 377-391. DOI: 10.1002/ffj.1809.
- Ghiasvand, A. R., Hosseinzadaeh, S., Pawliszyn, J. (2006). New cold-fiber headspace solid-phase micro extraction (SPME) device for quantitative extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediment. *Journal of chromatography A*, 1124(1-2), 35-42. DOI: 10.1016/j.chroma.2006.04.088.
- Górecki, T., Yu, X., & Pawliszyn, J. (1999). Theory of analyte extraction by selected porous polymer SPME fibres. *Analyst*, 124(5), 643-649. DOI: 10.1039/A808487D.
- Jiang, R., Zhu, F., Luan, T., Tong, Y., Liu, H., Ouyang, G., & Pawliszyn, J. (2009). *Journal of Chromatography A*, 1216(22), 4641-4647. DOI: 10.1016/j.chroma.2009.03.076.
- Jones-Lepp, T. L., Stevens, R. (2007) Pharmaceuticals and personal care products in biosolids/sewage sludge: The interface between analytical chemistry and regulation. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 387(4), 1173° 1183.
- Kaleta. A., Ferdig, M., Buchberger, W. (2006). Semi quantitative determination of residues of amphetamine in sewage sludge samples. *Journal of Separation Science*, 29(11), 1662° 1666. DOI: 10.1002/jssc.200500465.
- Li, W. C. (2014). Occurrence, sources, and fate of pharmaceuticals in aquatic environment and soil. *Environmental Pollution*, 187, 193° 201. DOI: 10.1016/j.envpol.2014.01.015.
- Pal, R., Megharaj, M., Kirkbride, K. P., Naidu, R. (2013). Illicit drugs and the environment~ A review. *The Science of the total environment*, 463° 464, 1079° 1092. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.05.086.