مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره چهارم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۰، صفحات ۱۸۹ تا ۲۰۰

تاثیر بازدارندگی آنتی بیوتیک های سیپروفلوکساسین، اوفلوکساسین و هورمون ۱۷ β- استرادیول والرات بر روی میزان متان سازی بیومس بی هوازی

مهناز حیدری[۱]، هاجر صفاری خوزانی[۲]، محمدمهدی امین[۳]، محمد قاسمیان[۴]، الهام طاهریان[۵]، لیلا عطاری[۶]، اکبر حسن زاده[۷]

نویسنده مسئول: اصفهان، خیابان هزار جریب، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، مرکز تحقیقات محیط زیست*amin@hlth.mui.ac.ir*

دریافت: ۸۹/۱۰/۲۵ پذیرش: ۹۰/۰۱/۲۲

چکیده

زمینه و هدف: *آنتی بیو تیک ها و هورمون ها پس از تاثیرگذاری، همراه با سایر زایدات از بدن دفع می شوند و با ورود به فاضلاب، می توانند فرایند تصفیه بی هوازی را مختل کنند. در این مطالعه رفتار بازدارندگی دو آنتی بیوتیک اوفلوکساسین و سیپروفلوکساسین و هورمون ۱۷β- استرادیول والرات (E_2) بر فعالیت متان سازی ویژه (Specific Methanogenic Activity (SMA* بیومس بی هوازی مورد بررسی قرار گرفته است.

روش بررسی: *تعداد ۲۱ آزمون SMA به روش ناپیوسته و در ویال های شیشه ای ۱۲۰ میلی لیتری انجام شد. ۱۷٪ از حجم هر ویال به بیومس، ۶۶٪ به سوبسترا، و ۱۷٪ به تجمع بیوگاز اختصاص یافت. هر تست ۳۰ ـ ۱۵ روز به طول انجامید. متان تولید شده به وسیله جایگزینی گاز با محلول ۲ نرمال KOH به عنوان جاذب CO_2 اندازه گیری شد.*

یافته ها: *در این مطالعه در غلظت های ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ mg/L آنتی بیوتیک اوفلوکساسین کاهش تولید متان به ترتیب به میزان ۴۵، ۷۶ و ۸۸ درصد بود. کاهش ۶۸، ۸۱ و ۸۸ درصدی تولیدی متان به ترتیب در غلظت های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ mg/L سیپروفلوکساسین مشاهده شد. میزان متان تجمعی در غلظت های ۰/۱ mg E_2/L، ۱، و ۵ به ترتیب ۶۶ ، ۹۰ ، و۱۲۱ میلی لیتر بود.*

نتیجه گیری: *آنتی بیوتیک سیپروفلوکساسین در غلظت های مشابه نسبت به آنتی بیوتیک افلوکساسین دارای بازدارندگی بیشتری بر فعالیت متان سازی ویژه بیومس بی هوازی دارد. همچنین، هورمون E_2 در غلظت های پایین نسبت به دو آنتی بیوتیک سیپروفلوکساسین و اوفلوکساسین بازدارنده تر است.*

واژگان کلیدی: آنتی بیوتیک سیپروفلوکساسین، آنتی بیوتیک اوفلوکساسین، هورمونE_2، فعالیت متان سازی ویژه (SMA)

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد
۲- کارشناس مهندسی بهداشت محیط، مرکز بهداشت شماره۱، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
۳- دکترای بهداشت محیط، دانشیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
۴- کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، شرکت مهندسی فاضلاب تهران
۵- کارشناس مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
۶- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی اهواز
۷- کارشناس ارشد آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

مقدمه

امروزه علاوه بر آفت کش ها، ترکیبات شـیمیایی صنعتی، گزنوبیوتیک ها (سـاخت دست بشر) و ترکیبات شیمیایی آلی، انتشـار ترکیبات دارویی و مراقبت های شخصی (PPCPs) و متابولیـت حاصل از آن ها در محیط موجب افزایش نگرانی در سـال های اخیر شده اسـت (۳-۱). به خاطر کاربرد ترکیبات دارویی در درمان انسـان ها و مصارف دامپزشـکی، بخشی از دارو به وسـیله بدن جذب شـده و باقی مانـده آن ها همراه با مواد دفعـی (به خصوص ادرار) روزانـه از بدن به محیط دفع می شود.

ترکیبـات دارویی از تصفیه موثـر فاضلاب جلوگیری می کنند لذا کاربرد وسـیع این داروها منجر به افزایش خطرات زیست محیطی می شـود، همچنین حضور مسـتقیم ایـن ترکیبات در فاضلاب داروسازی می تواند بر تصفیه ی بیولوژیکی و جمعیت میکروبی بیوراکتورها موثر باشـد. باقی مانده آنتی بیوتیک ها و متابولیت آن ها در لجن می تواند اثر منفی روی سیستم تصفیه مثل هاضم های بی هوازی و سیستم های نیتریفیکاسیون داشته باشد (۴).

پایش و کنترل، اسـتراتژی های مهمی برای رسیدن به پایداری بهتر فرایند و افزایش راندمان در هاضم های بی هوازی هستند، تولید گاز معمول ترین شاخص جهت کنترل است(۵).

در سیسـتم هـای بی هـوازی، جایی کـه چندیـن راه تجزیه بیولوژیکـی می تواند وجود داشـته باشـد، بازدارندگی کوتاه مـدت جمعیت های میکروبی خاص نمی تواند منتج به کاهش قابل توجهی در تولید بیوگاز شود. هر چند که مواجهه طولانی مدت بـا آنتی میکروبیال ها ممکن اسـت سـبب جمع آوری متوسط محصولات و یا تغییر در جمعیت میکروبی شود که می تواند روی کارایی تصفیه بی هوازی اثر منفی داشته باشد(۶).

این امکان وجود دارد که غلظت آنتی بیوتیک ها دارای اثر منفی روی جمعیت باکتری های بی هوازی باشـد و سـبب کاهش رشـد باکتری ها شـود همچنین اثر ویـژه ای روی مواد آلی، زایدات تصفیه و بیوگاز تولیدی داشته باشد (۷).

Sankveistو همکاران (۱۹۸۴) پیشنهاد کردند که آنتی بیوتیک ها ممکن است خودشان از فعالیت باکتری ها جلوگیری نکنند اما متابولیت حاصل از آن ها در دسـتگاه گوارش، مانع از فعالیت باکتری ها شـوند، بنابرایـن مقدار اثر ایـن ترکیبات زمانی که مسـتقیما به لجن اضافه می شوند نسـبت به زمانی که از بدن حیوانات و انسان ها دفع می شود کمتر است (۸).

Siegert و همکارانش دریافتند که غلظت بالای mg/L ۲۰۰۰ اسـیدها منجر به بازدارندگی تجزیه سـلولز می شود در حالی که غلظت بالای mg/L ۴۰۰۰ اسـیدها تنها به مقدار کم سبب تجزیه گلوکز می شود(۹).

بـرای سـال هـای مختلـف پایش و حـذف اسـتروژن ها و آنتی بیوتیک ها در تصفیه خانه های فاضلاب به وسیله محققان زیادی ارزیابی شـد. هرچند که تحقیقات کمی اشـاره بر رفتار دقیق این ترکیبات در فاضلاب وقتی که در تماس با لجن فعال قرار می گیرند دارد.

Camprabi و همـکاران (۱۹۸۸) اثـر بازدارندگـی بعضی از آنتی بیوتیـک ها (کلرامفنیکل، کلروتتراسـایکلین، تایلوزین و اریترومایسـین) را در آزمایشـات Batch نیمه پیوسته مطالعه کردنـد. در گسـتره غلظـت آنتـی بیوتیک های مطالعه شـده کلروتتراسـایکلین، تایلوزین و اریترومایسین اثر بازدارندگی بر فعالیت متان سـازی نداشـتند و بر خلاف آن هـا کلرامفنیکل دارای اثر بازدارندگی بود(۷).

Sans و همکاران (۱۹۹۶) کاهش ۲۰، ۵۰ و ۸۰ درصدی تولید متان را در فرایند هضم بی هوازی مزوفیلیک برای رده های ۵، ۴۰ و ۱۵۲ میلی گرم بر لیتر کلروتتراسـایکلین نشان دادند(۷).

امیـن و همـکاران در سـال ۲۰۰۶ اثـر اریترومایسـین را روی راکتـور ناپیوسـته ی متوالـی بـی هـوازی Anaerobic Sequencing Batch Reactor (ASBR) بررسـی کردند. آن ها بعد از پایدار شـدن شرایط بهره برداری راکتـور، غلظت کـم (۱ mg/L) و متعاقـب آن غلظت بالای (۲۰۰ mg/L) اریترومایسین را به راکتور اضافه نمودند. افزودن مقدار کم اریترومایسین منتج به کاهش ۵ درصدی تولید بیوگاز

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

شده، ولی غلظت بالای آن اثر کاهشی بیشتری روی محصولات بیوگاز نداشت، لذا می توان این گونه پیشگویی کرد که بخش مهمی از جمعیت های میکروبی در ASBR به آنتی بیوتیک مقاوم شده است(۶).

Osman و همکاران در سال ۲۰۰۶ کاهش ۲۷٪ بیوگاز تجمعی را روی دوغاب پهن گوساله هایی که با اکسی تتراسایکلین درمان شده بودند در مقایسه با دوغاب پهن گوساله های شاهد نشان دادند (۴). Poles and Overstate (۱۹۸۴) اثر ۶ آنتی بیوتیک (کلروتتراسایکلین، تایلوزین، ویرجینیا مایسین، اریترومایسین، کلرامفنیکل، باسیتراسین) را روی هضم بی هوازی دوغاب پهن خوک بررسی کردند و دریافتند که اکسی تتراسایکلین در غلظت های ۳، ۱۷ و ۳۳ میلی گرم بر لیتر فاقد اثر بازدارندگی است (۴).

Mastui و همکاران (۲۰۰۰) مشاهده کردند که غلظت β۱۷- استرادیول و استروژن ها در مایع آبگیری شده ی لجن نسبت به ورودی به تصفیه خانه بیشتر است (۱). Anderson و همکاران (۲۰۰۳) آشکار ساختند که بارهای ورودی و خروجی Estro-gens در هاضم ها مشابه است که نتیجه گرفتند استروژن ها تحت شرایط متانوژنیک تجزیه محسوسی نمی شوند (۱).

در مقابل مولفین دیگر گزارشات متناقضی را ارایه دادند؛ برای مثال Holbrook و همکارانش (۲۰۰۲) دریافتند که بین ۶۷-۵۱ درصد از فعالیت استروژن ها در ورودی فاضلاب است و آن ها در طول تصفیه فاضلاب یا تصفیه جامدات لجن حذف می شوند(۱).

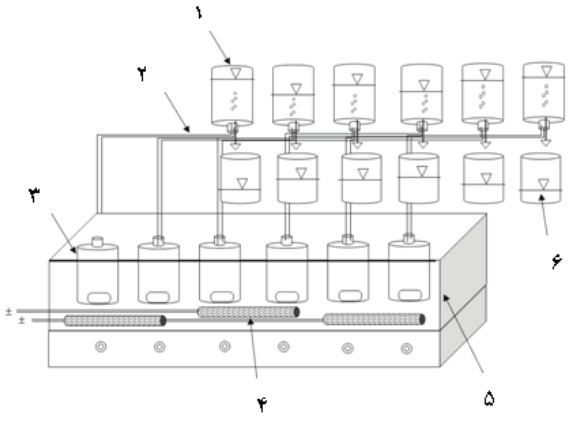
Kreuzinger و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که فرایند هضم بی هوازی تجزیه استروژن های طبیعی را تسریع می بخشد (۱). فعالیت متان سازی ویژه (SMA) آزمایشی مطمئن برای پایش تجهیزات در تعداد و فعالیت باکتری های متان ساز در جریان تصفیه بیولوژیکی پساب های داروسازی در بیوراکتورهاست. آزمایش SMA برای ارزیابی اثرات بازدارندگی ترکیبات مختلف به کار برده می شود (۱۰) اما تحقیقات کمی در زمینه استفاده از این آزمایشات برای اثرات آنتی بیوتیک ها و هورمون ها در فاضلاب داروسازی وجود دارد.

باکتری های تخمیرکننده متان سهم عمده ی تجزیه ترکیبات آلی را در فرایند هضم بی هوازی به عهده دارند که منجر به تولید متان می شوند. ورود آنتی بیوتیک ها و هورمون ها به سیستم تصفیه منجر به تداخل در فعالیت متان سازی می شود که با اندازه گیری میزان متان تولیدی توسط متان سازها می توان اثرات آن ها را بر فعالیت و تعداد آن ها را بررسی کرد.

هدف از انجام این مطالعه بررسی تاثیر هورمون β۱۷- استرادیول والرات (E_2) و نیز ۲ آنتی بیوتیک اوفلوکساسین و سیپروفلوکساسین در فعالیت متان سازی ویژه بیومس بی هوازی (SMA) است که بر راندمان تصفیه بیولوژیکی میکروارگانیسم ها ی بی هوازی در تصفیه خانه های فاضلاب شهری و همچنین صنایع داروسازی تاثیر می گذارد.

مواد و روش ها

این مطالعه از نوع تجربی مداخله ای بوده، و تعداد ۲۱ آزمون متان سازی ویژه بیومس بی هوازی به روش ناپیوسته و در ویال های شیشه ای ۱۲۰ میلی لیتری انجام شده است. هر آزمون در محدوده ۱۵ تا ۳۰ روز به طول انجامید. شکل ۱ شماتیک پایلوت مورد استفاده در این مطالعه را نشان می دهد.



شکل ۱: شماتیک پایلوت مورد استفاده جهت آزمایش فعالیت متان سازی ویژه (SMA)، شامل:۱- ویال های حاوی KOH، ۲- لوله های انتقال بیوگاز، ۳- ویال های SMA، ۴- هیتر، ۵- حمام آب گرم، ۶- بیوگاز معادل KOH تخلیه شده

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

مشـــخصات ویال هـــا و بذردهی:. ۲۰ میلـــی لیتر از حجم هر ویـــال ۱۲۰ میلی لیتری توســـط بیومس بی هـــوازی ، ۸۰ میلی لیتر سوبسترا پر می گردید و ۲۰ میلی لیتر باقی مانده به تجمع بیوگاز اختصاص می یافت. درب ویال ها با واشرهای لاستیکی و ســـپس پوشـــش های آلومینیومـــی آب بند گردیـــد. اختلاط محتویـــات ویال ها با اســـتفاده از دســـتگاه هم زن مغناطیســـی ۶ خانه (ســـاخت شـــرکت پـــارس آزمـــا، ایـــران) در محدوده ۳۰-۲۰ دور در دقیقه در حمام آب گرم با حفظ دمای ۳۵ درجه سانتی گراد انجام گردید (۱۱). متان تولیدی از طریق جایگزینی مایع توسط محلول ۲ نرمال KOH به عنوان جاذب CO_2 و برم تیمـــول بلو به عنوان اندیکاتور اندازه گیری شـــد. جهت کنترل آزمایشات از نمونه های شاهد استفاده گردید(۱۳-۱۰). ویال ها با استفاده از لجن هاضم های بی هوازی تصفیه خانه شهری به ترتیـــب با مقادیـــر MLSS و MLVSS معادل ۱ /۳۲و ۱۷/۲ گرم در لیتر بذردهی گردید.

سوبســـترہ: مخلوطی از چهار نوع اســـید چرب فرار با زنجیره کوتاه شامل اسید اســـتیک، اسید بوتیریک، اسید پروپیونیک و اســـید والریک به عنوان سوبسترا کمکی برای آنتی بیوتیک ها و اتانول به عنوان حلال هورمون E_2 با غلظت های ارایه شـــده در جدول ۱ مورد اســـتفاده قرار گرفت. سوبسترا اصلی متشکل از سوبســـترا کمکی، آنتی بیوتیک یـــا هورمون و نوترینت ها و عناصر کم مقدار (میکرو المنت ها) تهیه می گردید و با استفاده از NaOH و KOH با نســـبت مولی ۱:۱به pH خنثی رســـانده می شد.

آنتـــی بیوتیک ها و هورمـــون مورد اســـتفاده: در این تحقیق از اســـتانداردهای ســـه نوع آنتی بیوتیک و یـــک نوع هورمون با کاربرد وســـیع در پزشکی اســـتفاده گردید. آنتی بیوتیک های اوفلوکساسین(گلاســـکو، انگلســـتان) در محـــدوده غلظـــت mg/L ۱۰۰۰-۰/۱، سیپروفلوکساسین(فلوکا، سوئیس) با گستره غلظت mg/L ۵۰۰-۰/۱ و هورمون β۱۷ ـ اســـترادیول والرات یا E_2 (ســـیگما آلدریچ، ســـوئیس) در محدوده غلظت mg/L ۵۰-۰/۱ بـــه صورت پودر با درصـــد خلوص بیش از ۹۸٪ هر کدام در ویال های ۵ گرمی تهیه شد.

آماده ســـازی نمونه ها: محلول مادر آنتی بیوتیک ها از طریق حل کردن مقدار مشـــخصی از هر ماده استاندارد در آب دو بار تقطیر و نگه داری در دمای ۴ °C در تاریکی تهیه گردید. برای تهیه محلول مادر از هورمون β۱۷ ـ استرادیول والرات، به علت نامحلـــول بودن این ترکیب در آب، ابتدا در اتانول حل گردیده و ســـپس با آب مقطر به حجم رســـانده می شود. محلول مادر تهیه شـــده از پودر خالص این هورمون، یک گرم در لیتر است. غلظت COD ناشی از افزودن سوبسترا های کمکی و حلال به ویال ها در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱: مشخصات سوبسترہ های کمکی و حلال مورد استفاده در این مطالعه

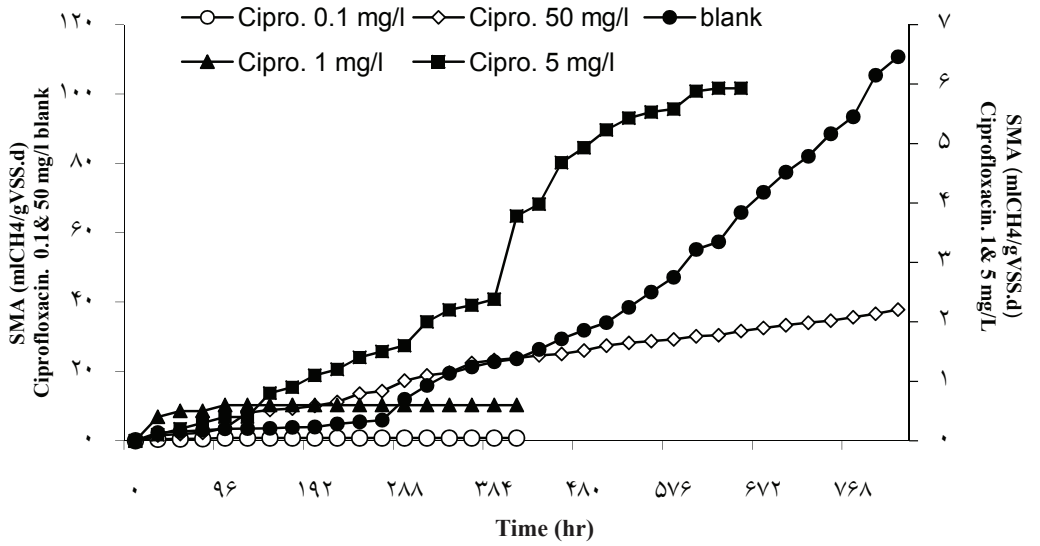
	سوبسترہ کمکی	حلال	غلظت، میلی گرم در لیتر	COD، میلی گرم در لیتر
سیپروفلوکساسین و اوفلوکساسین				
اسید استیک	✓		۱۴۰۶۰	۱۵۰۰
اسید پروپیونیک	✓		۹۹۲۰	۱۵۰۰
اسید بوتیریک	✓		۸۲۵۰	۱۵۰۰
اسید والریک	✓		۲۳۰۰	۵۰۰
هورمون بتا والرات ۱۷-استرادیول (E2) ۰/۱تا۵۰ میلی گرم در لیتر				
اتانول		✓	۰/۰۰۱ – ۰/۴	۱/۲ – ۶۲۰

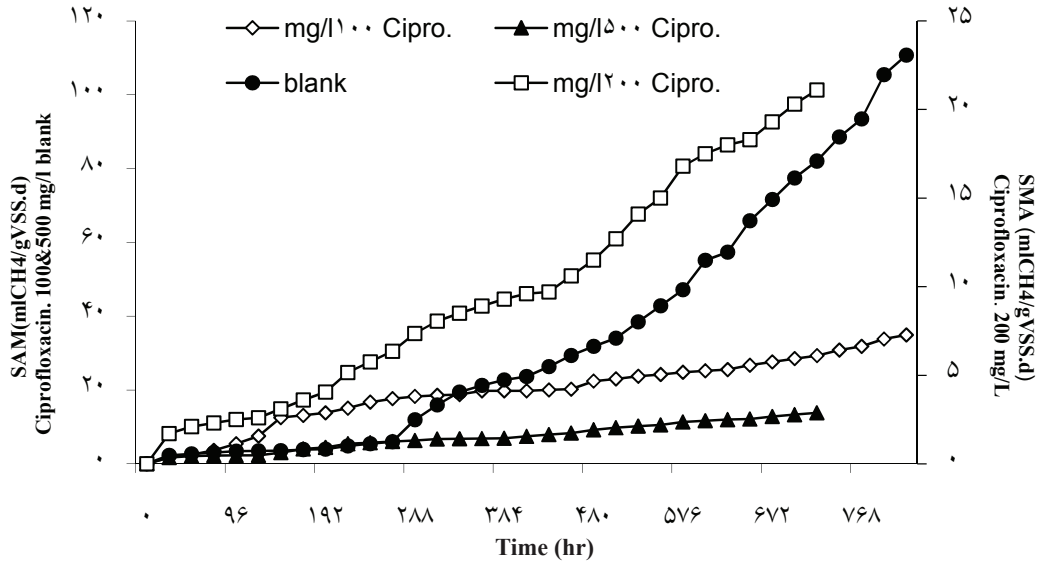
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

یافته ها

در شکل های ۲ و۳ نمودارهای مربوط به تاثیر غلظت های متفاوت آنتی بیوتیک های سیپروفلوکساسین، اوفلوکساسین و شکل ۴ هورمون E_2 بر روی میزان تولید متان تجمعی مشاهده می شود. نمودارهای مربوط به هر کدام از ترکیبات به دو گروه شامل غلظت های کم و غلظت های زیاد تقسیم بندی شده اند.

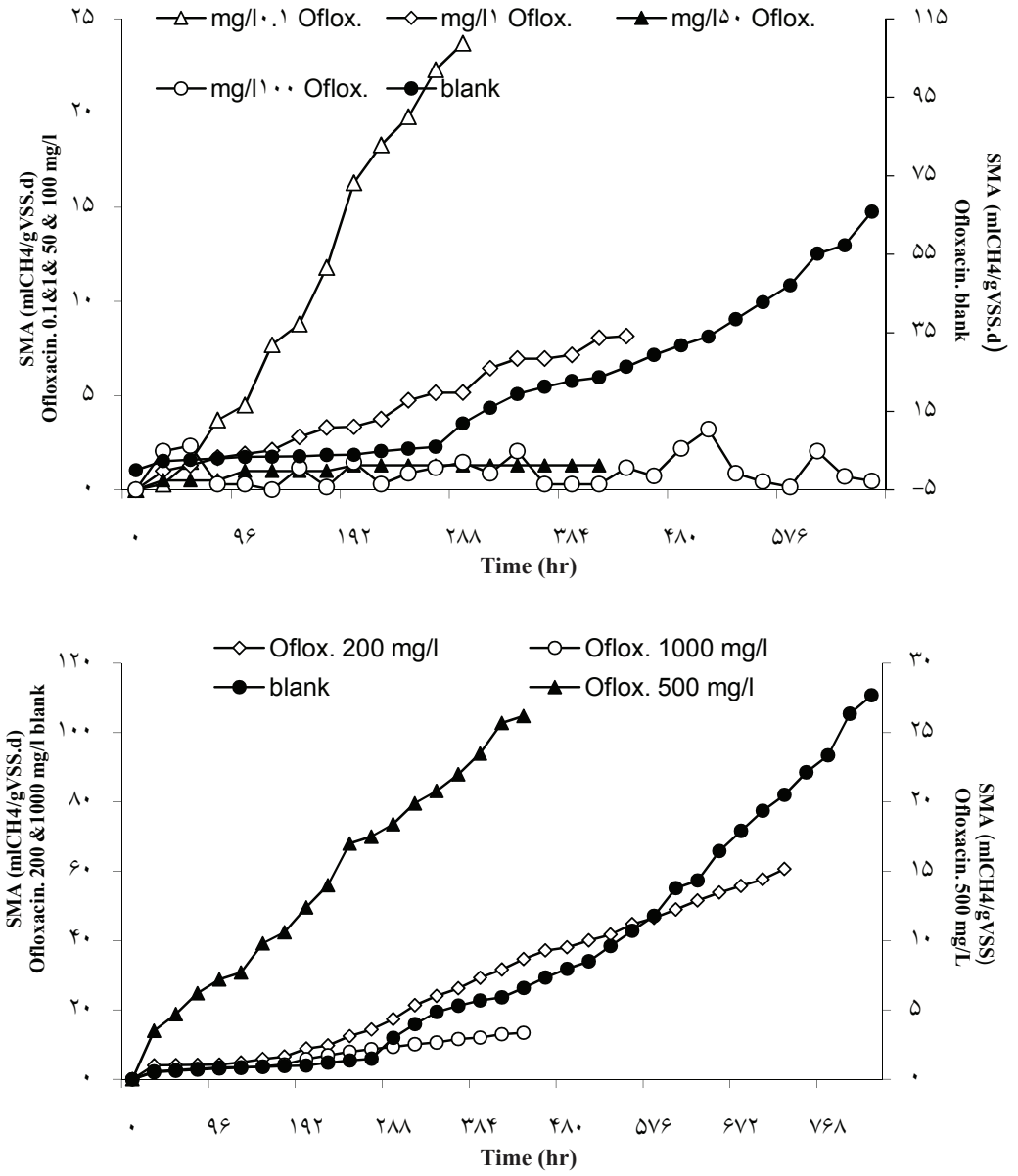
جداول ۴-۲ غلظت های متفاوت ترکیبات به کار رفته را همراه با حداکثر متان تولیدی وCOD حذف شـده معادل میلی لیتر متان تولیدی نشان می دهد.





شکل ۲: تاثیر آنتی بیوتیک سیپروفلوکساسین برروی میزان تجمعی متان سازی ویژه بیومس بی هوازی: (الف): در غلظت های کم شامل ، ۰/۱ (○)، ۱ (▲)، ۵ (■)، ۵۰ (◇) و شاهد یا صفر(●)میلی گرم در لیتر؛ و (ب) غلظت های زیاد شامل ، ۱۰۰ (◇)، ۲۰۰ (□)،۵۰۰ (▲)، و شاهد یا صفر (●) میلی گرم در لیتر

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]



شکل ۳: تاثیر آنتی بیوتیک اوفلوکساسین برروی میزان تجمعی متان سازی ویژه بیومس بی هوازی: (الف): در غلظت های کم شامل ، ۰،۱(△)، ۱(◇)،۵۰ (▲)، ۱۰۰(○) و شاهد یا صفر(●) میلی گرم در لیتر ۰ و (ب) غلظت های زیاد شامل :۲۰۰(◇)، ۵۰۰(▲)، ۱۰۰۰(○)و شاهد یا صفر(●) میلی گرم در لیتر

بحث

شـــکل ۲- الـــف میزان متان تولیـــدی در برابر غلظت های متفاوت تزریقی سیپروفلوکساســـین در مقایســـه با نمونه شاهد را نشـــان می دهد. همان طور که در شـــکل (۲- الف) مشاهده می شـــود، افزایش غلظت سیپروفلوکساسین در گستره mg/L ۵۰ – ۰/۱ باعـــث افزایـــش متـــان تولیدی در لجـــن بی هوازی شـــده اســـت که ایـــن افزایـــش در هورمـــون E_2 در محدوده mg/L ۵ – ۰/۱ نیز مشـــاهده شده اســـت (شکل ۴-الف). این موضوع می تواند بیانگر آن باشد که دو ترکیب سیپروفلوکساسین و E_2 در گســـتره غلظت های ذکر شـــده بازدارنده نبوده، و بعد از تجزیه شـــدن توسط باکتری ها به ماده ای واسط تبدیل شده اند که در نقش سوبســـترا با قابلیت تجزیه بیولوژیکی آسان تر برای باکتری های متان سازعمل کرده و باعث افزایش راندمان

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

متان تولیدی در لجن بی هوازی شـده است. همچنین، غلظت کـم این ترکیبات می تواند بـه بازدارندگی کمتر و تجزیه بهتر توسـط باکتری های فعـال در بیومس بی هـوازی کمک کند. در مقابل همان طور که در شـکل ۲- ب مشـاهده می شود با افزایش غلظت سیپروفلوکساسین در گستره mg/L ۵۰۰ ـ ۱۰۰ در لجـن بی هوازی مورد آزمایش میـزان متان تولیدی کاهش می یابد به گونه ای که این تفاوت بین غلظت های mg/L ۵۰۰ ـ ۲۰۰ قابل ملاحظه اسـت. از آنجا که سیپروفلوکساسین سبب از بیـن رفتن باکتری های گرم منفی می شـود می توان نتیجه گرفت که افزایش غلظت سیپروفلوکساسین باعث از بین رفتن باکتری های گرم منفی متانوژنیک شـده و سـبب کاهش میزان متان تولیدی در مرحله ی بی هوازی می شود.

شکل (۳-الف و ب) میزان متان تولیدی را در برابرغلظت های متفاوت تزریقی اوفلوکساسـین نشـان می دهد. در این شکل افزایش تدریجی در متان تولیدی ویال ها در طی ۷۶۸ سـاعت مشاهده می شود، این پدیده نشان دهنده سازگار شدن باکتری ها بـا لجن بی هـوازی و مقاومـت آن ها در برابـر آنتی بیوتیک هاسـت. با افزایـش تدریجی غلظت افلوکساسـین میزان متان تولیدی کاهش می یابد. آنتی بیوتیک اوفلوکساسین نیز همانند سیپروفلوکساسـین بر باکتری های گـرم منفی اثر می کند. پس می تـوان نتیجه ای را که در مـورد محدوده غلظت های بالای سیپروفلوکساسین به دسـت آمد را در مورد اوفلوکساسین نیز تعمیم داد.

شکل ۴- ب میزان متان تولیدی در محدوده ۱۰ و ۵۰ میلی گرم بـر لیتر هورمـون E_2 در لجن بـی هوازی را نشـان می دهد، همان طور که در شـکل نیز مشخص است میزان متان تولیدی در غلظت mg/L ۵۰ نسـبت به غلظت mg/L ۱۰ کمتر است. ایـن پدیده می تواند به دلیل بازدارندگی ناشـی از غلظت های بالای هورمون بر روی فعالیت متان سازی باکتری ها باشد.

جداول ۴-۲ محدوده غلظت هورمون و آنتی بیوتیک های مورد اسـتفاده همراه بـا حداکثر متان تولیدی و COD حذف شـده مربوط را نشـان می دهد. همان طور که در جدول ۲ مشـاهده می شـود با افزایش غلظت افلوکساسـین در دامنه۰/۱ تا ۱۰۰ میلی گرم در لیتر، درصد کاهش منظمی در تولید متان مشاهده نشد. علاوه بر این، در غلظت های ۲۰۰ ، ۵۰۰ و mg/L ۱۰۰۰ آنتی بیوتیک اوفلوکساسین کاهش تولید متان به ترتیب به میزان ۴۵، ۷۶ و ۸۸ درصد بود. با توجه به جدول۳ با افزایش غلظت سیپروفلوکساسـین در دامنه ۵-۰/۱ میلی گـرم در لیتر درصد کاهش منظمی در تولید متان مشاهده نگردید و کاهش ۶۸، ۸۱ و ۸۸ درصـدی تولیدی متان به ترتیـب در غلظت های ۱۰۰، ۲۰۰ و mg/L ۵۰۰ آنتی بیوتیک سیپروفلوکساسـین مشـاهده شد.

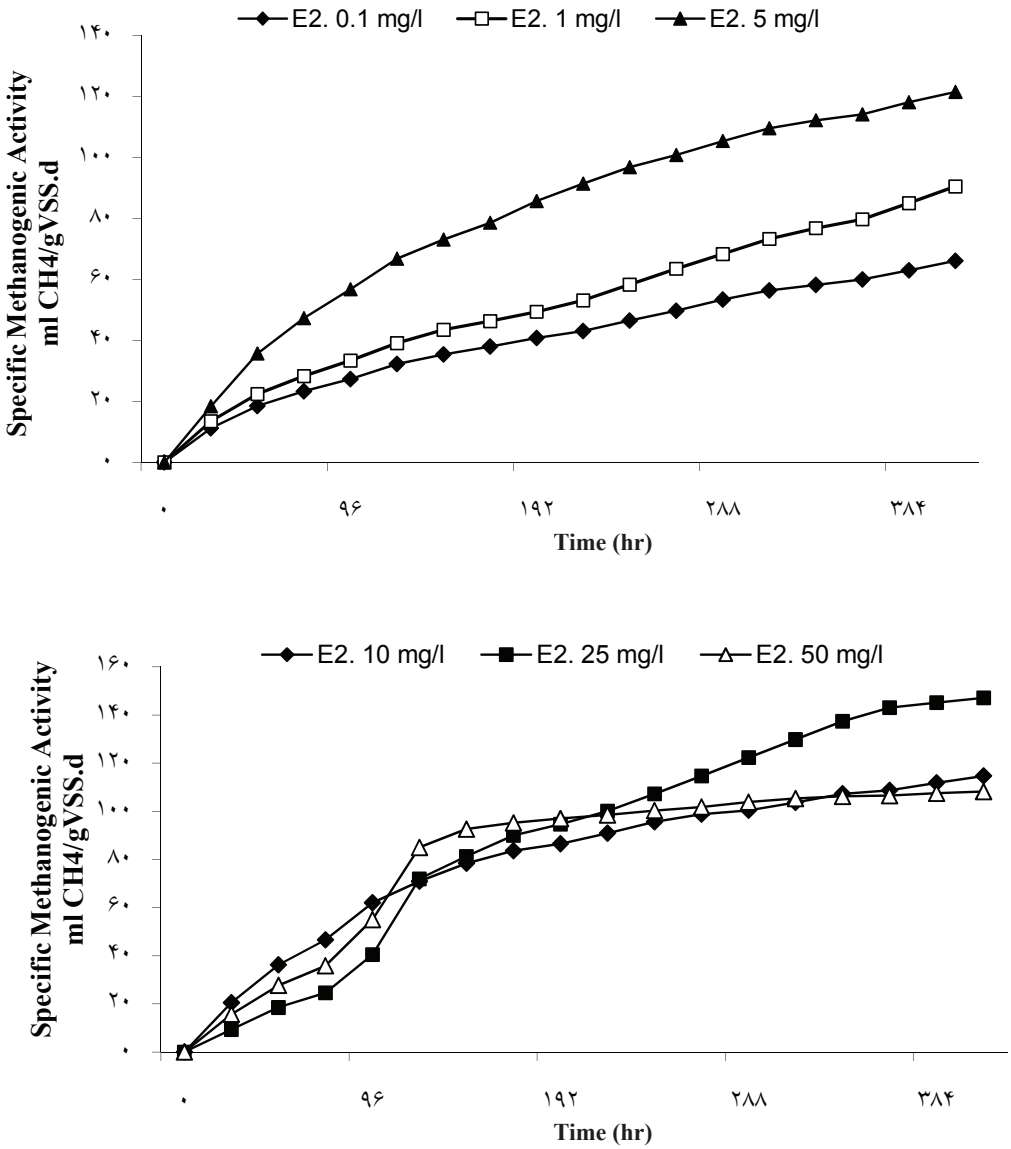
میزان متان تجمعی تولیدی هورمون در غلظت های۰/۱، ۱، و ۵ میلـی گرم در لیتر E_2 به ترتیب ۶۶ ، ۹۰ ، و۱۲۱ میلی لیتر بود، به طوری کـه با افزایش غلظت هورمون، میـزان متان تولیدی افزایش یافت. میـزان متان تجمعی تولیدی هورمون در غلظت mg/L ۵۰ E_2 برابر۱۰۸ میلی لیتر اسـت که نسـبت به غلظت mg/L ۱۰ با میزان متان سـازی تجمعـی ۱۱۵ میلی لیتر، کمتر است.

نتایج حاصل از این مطالعه با یافته های به دسـت آمده توسط مطالعات Gamel-El-Din (۱۹۸۶) قابل مقایسـه اسـت. وی کاهـش به ترتیـب ۳۲، ۴۰ و ۴۹ درصدی بیـوگاز تولیدی در طول هضم بـی هوازی مزوفیلیک ناپیوسـته فاضلاب محتوی غلظت هـای ۱۲/۵، ۳۷/۵ و ۷۵ میلـی گـرم بـر لیتر فاضلاب حاوی اکسـی تتراسـایکلین را نشـان داد ه است(۸). همچنین Sankveist و همکاران (۱۹۸۴) به ترتیب کاهش ۳۵ درصدی (در ۱۵ روز) و ۵۵ درصـدی (در ۲۵ روز) میزان متان تولیدی در شـرایط مزوفیلیک و ترموفیلیک در مورد فاضلاب محتوی ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر اکسـی تتراسـایکلین را مشاهده کردند (۸).

یافته های این مطالعه با نتایجی که توسـط Lallai گرفته شده اسـت را بیشـتر تصدیق می کند (۷). طبق نظر Lallai حضور آنتی بیوتیک ها و هورمون ها در فاضلاب می تواند مشـکلاتی را در تصفیه فاضلاب بـه طریق بی هوازی ایجاد کند، به ویژه

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

وقتی که تولید بیوگاز اهمیت دارد. نتایج بالا همچنین بیان کننده آنســت که در تزریــق غلظت هــای متفاوت آنتــی بیوتیک و هورمون امکان پیشگویی در رابطه با درجه بازدارندگی و میزان بیوگاز تولیدی نیســت و نتیجه ای را که در مورد این ترکیبات در غلظت های تزریقی گرفته شــد نمی توان به سایر ترکیبات با فرمولاسیون های متفاوت نســبت داد. Lallai نتیجه گرفت کــه تمام باکتری های تولیدکننده اســید و متان از این ترکیبات تاثیر نمی پذیرند.



شکل ۴: تاثیر هورمون E2 برروی میزان تجمعی متان سازی ویژه بیومس بی هوازی: (الف): در غلظت های کم شامل : ۰،۱ (◆) ، ۱ (□) و ۵ (▲) میلی گرم در لیتر و(ب) غلظت های زیاد شامل ، ۱۰ (◆) ، ۲۵ (■) و ۵۰ (△) میلی گرم در لیتر

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

نتیجه گیری

از یافته های این مطالعه نتیجه گیری می شود که آنتی بیوتیک سیپروفلوکساسین در غلظت های مشابه نسبت به آنتی بیوتیک اوفلوکساسین دارای بازدارندگی بیشتری بر فعالیت متان سازی ویژه بیومس بی هوازی است. همچنین، هورمون E_2 نسبت به دو آنتی بیوتیک سیپروفلوکساسین و اوفلوکساسین در غلظت های پایین بازدارنده تر است. با افزایش تدریجی غلظت اوفلوکساسین میزان متان تولیدی کاهش می یابد ولی هورمون E_2 در غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر و بالاتر و سیپروفلوکساسین در غلظت های بالاتر از ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر بازدارنده هستند. ورود آنتی بیوتیک ها و هورمون های بررسی شده در این مطالعه به سیستم تصفیه ممکن است منجر به تداخل در فعالیت متان سازی در هاضم های بی هوازی تصفیه خانه های شهری و صنایع داروسازی شود.

جدول ۲: میزان متان تولیدی و COD حذف شده در ویال های حاوی آنتی بیوتیک اوفلوکساسین

غلظت اوفلوکساسین، میلی گرم در لیتر	حداکثر متان سازی ویژه، میلی‌لیتر متان به ازای هر گرم VSS در روز	تولید تجمعی متان، میلی لیتر	میزان کاهش متان، برحسب درصد	COD حذف شده معادل میلی لیتر متان تولیدی، میلی گرم
۰/۱	۲۱/۹۵	۲۳/۷	۷۸/۶۰	۶۰
۱	۲۴/۸۴	۳۲/۱	۷۱/۰۱	۸۱/۳
۵۰	۱/۴۶	۱/۳	۹۸/۸۳	۳/۳
۱۰۰	۳/۲۱	۹/۳۵	۹۱/۵۶	۲۳/۷
۲۰۰	۱۱/۶۹	۶۰/۶۵	۴۵/۲۳	۱۵۳/۶
۵۰۰	۱۰/۲۳	۲۶/۲۰	۷۶/۳۴	۶۶/۴
۱۰۰۰	۵/۸۴	۱۳/۴	۸۷/۹۰	۳۳/۹
شاهد	۲۴/۸۶	۱۱۰/۷۳	۰	۲۸۰/۴

جدول ۳: میزان متان تولیدی و COD حذف شده در ویال های حاوی آنتی بیوتیک سیپروفلوکساسین

غلظت سیپروفلوکساسین، میلی گرم در لیتر	حداکثر متان سازی ویژه، میلی لیتر متان به ازای هر گرم VSS در روز	تولید تجمعی متان، میلی لیتر	میزان کاهش متان،برحسب درصد	COD حذف شده معادل میلی لیتر متان تولیدی، میلی گرم
۰/۱	۱/۱۷	۰/۸	۹۹/۲۸	۲
۱	۱/۱۷	۰/۶	۹۹/۴۶	۱/۵
۵	۴/۰۹	۵/۹۳	۹۴/۶۴	۱۵
۵۰	۱۲/۸۶	۳۷/۸	۶۵/۸۶	۹۵/۷
۱۰۰	۱۴/۶۱	۳۴/۹	۶۸/۴۸	۸۸/۴
۲۰۰	۵/۲۶	۲۱/۱	۸۰/۹۴	۵۳/۴
۵۰۰	۴/۹۷	۱۳/۷۹	۸۷/۵۵	۳۴/۹
شاهد	۲۴/۸۶	۱۱۰/۷۳	۰	۲۸۰/۴

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

جدول ۴: میزان متان تولیدی و COD حذف شده در ویال های حاوی هورمون E2

غلظت E_2، میلی گرم در لیتر	حداکثر متان سازی ویژه، میلی لیتر متان به ازای هر گرم VSS در روز	تولید تجمعی متان، میلی لیتر	COD ورودی، میلی گرم در لیتر	COD حذف شده معادل میلی لیتر متان تولیدی، میلی گرم
۰/۱	۱۹	۶۶	۱۷۹۵	۱۶۷
۱	۲۳	۹۰	۲۳۷۸	۲۲۹
۵	۳۱	۱۲۱	۲۷۶۷	۳۰۷
۱۰	۳۵	۱۱۵	۳۰۵۹	۲۹۰
۲۵	۵۳	۱۴۷	-	۳۷۲
۵۰	۵۱	۱۰۸	۱۷۷۳۶	۲۷۴

منابع

1. Bailon-Perez MI, Garcia-Campana AM, Cruces-Blanco C, del Olmo Iruela M. Trace determination of β-lactam antibiotics in environmental aqueous samples using off-line and on-line pre-concentration in capillary electrophoresis. Journal of Chromatography A. 2008;1185:273-80.
2. Carballa M, Omil F, Ternes T, Lema JM. Fate of pharmaceutical and personal care products (PPCPs) during anaerobic digestion of sewage sludge. Water Research. 2007;41:2139-50.
3. Carballa M, Fink G, Omil F, Lema JM, Ternes T. Determination of the solid -water distribution coefficient (Kd) for pharmaceuticals, estrogens and musk fragrances in digested sludge. Water Research. 2008;42(1-2):287-95.
4. Arikan OA, Sikora LJ, Mulbry W, Khan ShU, Rice C, Foster GD. The fat and effect of oxytetracycline during the anaerobic digestion of manure from therapeutically treated calves. Process Biochemistry. 2006;41:1637-43.
5. Boe K, Batstone DJ, Steyer JP, Angelidaki I. State indicators for monitoring the anaerobic digestion process. Water Research. 2010;44(20);5973-80.
6. Amin MM, Zilles JL., Greiner J, Charbonneau S, Raskin L, Morgenroth E. Influence of the antibiotic Erythromycin on anaerobic treatment of a pharmaceutical wastewater. Environmental Science and Technology. 2006;40:3971-77.
7. Lallai A, Mura G, Onnis N. The effect of certain antibiotics on biogas production in the anaerobic digestion of pig waste slurry. Bioresource Technology. 2002;82:205-208.
8. Massé DI, Lu D, Mass L, Droste RL. Effect of antibiotics on psychrophilic anaerobic digestion of swine manure slurry in sequencing batch reactors. Bioresource Technology. 2000;75:205-11.
9. Wang Y, Zhang Y, Wang J, Meng L. Effect of volatile fatty acid concentrations on methane yield and Methanogenic bacteria. Biomass and Bioenergy. 2009;33:848-53.
10. Jawed M, Tara V. Microbial composition assessment of anaerobic biomass through methanogenic ac-

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

tivity tests. Water SA. 1999;25(3):345-50.
11. APAH, WEF, AWWA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st ed. Washington, DC: American Public Health Association; 2005.
12. Van-Haandel AC, Lettinga G. Anaerobic Sewage Treatment, A Practical Guide for Regions with a Hot Climate. Chichester: John Wiley & Sons Inc; 1994.
13. Irini A, Madalena A, David B, Liliana B, Luis C, Alan G, et al. Anaerobic biodegradation, activity and inhibition (ABAI). Task Group Meeting; 2006 Oct 9-10; Prague.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

Inhibition Effect of Antibiotics Ciprofloxacin and Ofloxacin and Hormone β-stradiol 17 Valerat on the Methanogenic Activity of Anaerobic Biomass

Heidari M.[1], Saffari Khouzani H.[2], *Amin M.M.[3], Ghasemian M.[4], Taherian E.[5], Attari L.[6], Hassanzadeh A.[2]

[1]Department of Environmental Health Engineering, Shahrekord University of Medical Sciences, Chaharmahal and Bakhtiari, Iran

[2]Department of Environmental Health Engineering, Health Center No. 1, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

[3]Department of Environmental Health Engineering, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

[4]Department of Environmental Engineering, Tehran Wastewater Engineering Cooperation, Tehran, Iran

[5]Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

[6]Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Ahwaz Jondishapour University of Medical Sciences, Khouzestan, Iran

Received; 15 January 2011 Accepted; 11 April 2011

ABSTRACT

Background and Objectives: Antibiotics and hormones are excreted with other wastes following their influences on bodies.These substances can disturbed treatment process by their entery to the wastewater. In this study the inhibitory behavior of antibiotics Ofloxacin and Ciprofloxacin and hormone β stradiol 17- valerat have been investigated on Specific Methanogenic Activity (SMA) of anaerobic biomass.

Materials and Methods: Twenty one SMA tests were done using 120-mLvials in batch mode. In each vial, substrate, biomass and biogas were occupied 66, 17, and 17 % (v/v), respectively. Each test longed in range of 15-30 days. Produced methane was measured by gas replacement with 2N KOH solution as CO2 absorbent.

Results: In this study, at the concentrations of 200, 500 and 1000 mg/L of antibiotic Ofloxacin, the methane production reduced to 45, 76 and 88 percent, respectively. Reduced methane production of 68, 81 and 88 percent was observed in Ciprofloxacin concentrations of 100, 200, and 500 mg/L, respectively. Cumulative methane at the concentrations of 0.1, 1, and 5 mg E2 /L was 66, 90, and 121 mL, respectively

Conclusion: Antibiotic Ciprofloxacin at concentrations similar to the antibiotic Ofloxacin have a greater inhibitory effect on specific methanogenic activity of anaerobic biomass. Also, the hormone E2 at lower concentrations showed more inhibitory effect than other two antibiotics Ciprofloxacin and Ofloxacin.

Key word: Antibiotic Ciprofloxacin, Antibiotic Ofloxacin, Hormone E2, Specific Methanogenic Activity (SMA)

***Corresponding Author:** *amin@hlth.mui.ac.ir*
***Tel:** +98 311 79 22 686 **Fax:** +98 311 66 82 509*

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]