

بیوفیلم

رقیه قلی زاده دوران محله*^۱، نادیا کاظمی پور^۲، آرتادوخت توکلی^۳

۱- عضو هیات علمی، گروه علوم آزمایشگاهی، دانشکده پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی

۲- عضو هیات علمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، گروه میکروبیولوژی دانشکده علوم پایه

چکیده

بیوفیلم نوعی پوشش لزجی در روی سطوح جامد بوده که در طبیعت رخ می‌دهد. یک گونه یا بیش از یک گونه از باکتری‌ها ممکن است در تشکیل بیوفیلم دخالت کنند. بیوفیلم‌های یکه توسط یک نوع باکتری بوجود می‌آید monoculture و بیوفیلم‌های تشکیل شده بر روی سطوح مخاطی مثل روده که اغلب حاوی مخلوطی از گونه‌های مختلف باکتری‌ها می‌باشند را multiculture گویند. بیوفیلم نوعی لجن باکتریایی است که در هر جایی که آب موجود باشد، رشد می‌کند. ۹۹ درصد تمام باکتری‌ها در درون بیوفیلم زندگی می‌کنند. در درون یک لایه لزج محافظت کننده، باکتری‌ها اجتماعاتی را می‌سازند که آن‌ها را قادر می‌نماید که مواد غذایی را که یک باکتری منفرد به تنهایی قادر به هضم و تجزیه آن‌ها نیست، را مصرف نمایند. بیوفیلم به سلول‌هایی گفته می‌شود که روی یک سطح تثبیت شده و عموماً بوسیله یک ماتریکس از مواد پلیمری آلی، با منشاء میکروبی (اگزوپلیمر گسترده گلیکوکالیکس) احاطه شده‌اند. این اگزوپلی ساکاریدها که بیش از ۹۰ درصد وزن خشک بیوفیلم را تشکیل می‌دهند؛ اتصال به سطوح، تشکیل میکروکلونی و مقاومت به مواد ضد میکروبی را تسهیل می‌نمایند.

کلمات کلیدی: بیوفیلم، میکروبی، اثرات، باکتری

مقدمه

بیوفیلم نوعی تجمع باکتریایی است که اثر متقابل بر روی هم دارند و به سطح جامد یا به یکدیگر چسبیده‌اند و آن‌ها را ماتریکس خارجی از جنس پلی ساکاریدی احاطه کرده است. توانایی باکتری‌ها برای چسبیدن به سطوح، به ویژه در ارگانسیم‌های پاتوژن که از این خاصیت برای شروع بیماری استفاده می‌کنند، به عنوان یک پدیده مهم شناخته شده است.

در طبیعت معمولاً باکتری‌ها به صورت کلونی‌هایی با جمعیت مخلوط رشد می‌نمایند و به ندرت به صورت ایزوله و یا کشت خالص یافت می‌شوند. بیوفیلم‌های مخاطی و پلاک‌های دندانی، نمونه‌های شناخته شده این پدیده در انسان هستند. همچنین در طبیعت ماده لغزنده موجود بر روی سنگ‌های رودخانه و پوشش نازک ژل مانند بر دیواره داخلی گلدان که گل‌ها به مدت یک هفته در آن نگهداری شده‌اند، نیز نمونه‌هایی از بیوفیلم هستند. تشکیل بیوفیلم به عنوان استراتژی جهانی باکتریایی جهت بقا و جایگزینی بهتر نسبت به مواد غذایی مطرح است.

بیوفیلم‌ها اجتماعاتی از باکتری‌ها، جانوران و گیاهان میکروسکوپی می‌باشند که به یک سطح متصل شده‌اند و غالباً یک لایه ژله ای تولید می‌کنند. این لایه علاوه بر فراهم نمودن محیط مناسب برای زیست، به چسبیدن و باقی ماندن میکروب‌ها بر روی سطوح کمک نموده و نقش محافظتی نیز دارد. در محیط‌های آبی، سلول‌های میکروبی به مواد جامد نظیر مواد معدنی و فلزات موجود در محیط چسبیده و واکنش‌های معدنی شدن را شروع می‌نمایند. سلول‌های تثبیت شده رشد نموده و پلی‌مرهای خارج سلولی که اغلب به شکل یک ماتریکس درهم از جنس فیبریل می‌باشند، را تولید می‌نمایند.

در اکثر موارد در بیوفیلم‌هایی که در محیط‌های آبی تشکیل می‌شوند، مقادیر قابل ملاحظه‌ای از مواد و ذرات معدنی نظیر خاک رس، جذب شده و در این ساختار به دام می‌افتند. به طور کلی بیوفیلم‌ها ساختار چند گونه‌ای^۱ دارند؛ به این معنی که حاوی ساختارهای بسیار پیچیده با فضاهای خالی، مجراها، حفرات، منافذ و رشته‌ها می‌باشند که در این ساختار سلول‌ها آرایش خوشه‌ای داشته و یا به صورت میکروکلونی‌ها توسط حفرات بین آن‌ها مجزا می‌گردند. این چنین ساختارهای پیچیده ای در انواع وسیعی از بیوفیلم‌ها گزارش شده است:

بیوفیلم‌های متانوژنیک در راکتورهای Fixed – bed

بیوفیلم‌های هوازی تشکیل شده در گیاهان موجود در آب‌های آلوده

بیوفیلم‌های تثبیت کننده ازت

بیوفیلم‌های کشت خالص ویبریو پاراهمولیتیکوس و سودوموناس اثرورژینوزا

حفرات درونی در رساندن مواد غذایی به لایه‌های زیرین بیوفیلم نقش مهمی را ایفا می‌کنند. بیوفیلم در سطوح مرطوب گاه به صورت پوشش پیوسته و گاه به صورت تکه تکه تشکیل می‌شود.

^۱ - Multi Species

خواص بیوفیلم

بیوفیلم ها و اجتماعات میکروبی خواص فیزیکوشیمیایی دارند که برای عملکرد آنها در طبیعت، اهمیت زیربنایی دارند. این خواص عبارت‌اند از:

مقاومت نسبت به اصطکاک

پایداری مکانیکی بیوفیلم ها و توده‌ها

مقاومت هیدرولیتیکی بیوفیلم در غشاءهای جداکننده

مقاومت به هدایت گرمایی در سطوح تغییرات دمایی

مقاومت انتشاری ماتریکس بیوفیلم در راکتورهای بیوفیلمی

ظرفیت جذب سطحی، به خصوص مکانیسم بیوفیلم ها در جذب سطحی بیولوژیکی

خواص اتصالی به ملکول های آب

معماری ماتریکس و پیچیدگی ساختار پلی ساکاریدها و آنزیم‌های خارج سلولی.

یکی از ترکیبات مهم که در ایجاد خواص فیزیکی و فیزیکوشیمیایی بیوفیلم ها نقش مهمی ایفاء می‌کند، ماتریکس آگروپلی ساکاریدی می‌باشد.

میکروارگانسیم‌های موجود در بیوفیلم

اگر چه میکروارگانسیم‌های تشکیل دهنده بیوفیلم، زندگی پلانکتونی نیز دارند، اما بیوشیمی این میکروارگانسیم‌ها متفاوت است. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که این تغییر و تفاوت مربوط به خاموش شدن یک دسته از ژن‌ها و روشن شدن یک دسته دیگر ژنی است. به عنوان مثال سودوموناس اثرورینوزا در حالت زندگی بیوفیلمی به سنتز آلژینات نیاز دارد. بنابراین ژن‌های سنتز کننده آلژینات روشن می‌گردند. مطالعات نشان می‌دهد که رونویسی از ژن alg که محصول آن آلژینات می‌باشد، در زندگی بیوفیلمی چهار برابر بیش از حالت پلانکتونی صورت می‌گیرد.

اثرات زیانبار ناشی از تشکیل بیوفیلم

کاهش ضریب انتقال حرارت در مبدل‌های حرارتی و کندانسورها

گرفتگی خلل و فرج مخازن نفتی در مراحل ازدیاد برداشت

چسبیدن میکروارگانسیم‌ها بر روی بدنه کشتی به ضخامت ۱۰ میکرون که باعث افزایش مصرف سوخت شناور از ۰/۳ درصد تا یک درصد می‌گردد. ضخامت‌های زیاد گاهی تا ۵۰ درصد، مقدار مصرف سوخت را افزایش می‌دهند.

تشکیل بیوفیلم با ضخامت ۱۰۰۰ میکرون در لوله‌هایی به قطر ۱۲/۵ میلی متر، سبب کاهش سرعت جریان به میزان ۵۰ درصد می‌گردد.

مقاومت به بیوسایدها یا زیست کش ها.

ایجاد خوردگی.

تجزیه و تخریب پوشش‌های آلی از جمله رنگ‌ها و پوشش‌های اپوکسی.

مزایای تشکیل بیوفیلم

فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی باعث آزاد شدن فلزات سنگین و سمی در محیط می‌شوند. این فلزات حیات اکوسیستم‌ها و سلامتی انسان را به مخاطره می‌اندازند. باکتری‌ها می‌توانند کاتالیزکننده حالت سمی فلزات به حالت‌های غیرسمی یا کم تحرک آن‌ها باشند. نظیر احیای مستقیم CrIV (سمی و محلول) به CrIII (کمتر سمی و نامحلول)، اکسیداسیون MnII، انتقال فعال جیوه به خارج سلول توسط اپران mer. زیست درمانی به معنی استفاده از این موجودات در پاکسازی محیط از آلودگی‌هاست. می‌توان سوبیه‌های باکتری مهندسی شده‌ای ایجاد کرد که توانایی زیادی در تجمع یون‌های فلزی داشته باشند. تلاش‌هایی که در این راستا انجام شده شامل بیان بالای پپتیدها یا پروتئین‌هایی نظیر پلی هیستیدین‌ها یا متالوتیونین‌ها است که به فلزات سمی و محلول متصل می‌شوند و فلزات را از چرخه طبیعت جدا می‌سازند.

انفصال بیوفیلم‌ها

با افزایش سن یک بیوفیلم، باکتری‌های چسبیده به منظور تنازع بقاء و ایجاد کلونی‌های جدید باید قادر به جدا شدن و ترک بیوفیلم باشند. به این منظور سلول‌های دختر به صورت انفرادی یا توده‌ای از بیوفیلم جدا می‌شوند.

کنترل و حذف بیوفیلم

بهترین روش کنترل بیوفیلم ممانعت از توسعه و گسترش آن‌هاست. موثرترین اقدام بهداشتی و پاکسازی ترکیبی از روش‌های شیمیایی و فیزیکی است که از تجمع باقی مانده‌های محصولات غذایی و سلول‌های باکتریایی بر سطوح تجهیزات جلوگیری می‌نماید. پاکسازی توسط برس زدن، ساییدن و خراش دادن سطوح لازمست، زیرا یک سلول باکتریایی رها شده از محافظت یک بیوفیلم، مقاومت کمتری به مواد بهداشتی دارد.

نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی متون به عمل آمده باکتری‌های موجود در بیوفیلم نسبت به آنتی بیوتیک‌ها مقاوم هستند. درمان بیوفیلم هنوز یکی از معضلات مهم بشر بوده و نیاز به مطالعه بیشتری دارد. به طور کلی از بین بردن بیوفیلم‌ها پس از تشکیل سخت و طاقت فرسا است و بهتر است از تشکیل بیوفیلم جلوگیری شود. در این راستا شناساگرهای تشکیل بیوفیلم در تشخیص زود هنگام بیوفیلم کمک کننده خواهند بود. استفاده از آنتی بیوتیک‌های آهسته رهش یا به همراه حاملین پلی مری مؤثر می‌باشند. تحقیق روی ژنوم باکتری و طرز تشکیل بیوفیلم در افزایش درک ما از خصوصیات فیزیولوژی بیوفیلم کمک می‌نماید. طراحی کامپیوتری اهداف جدیدی را ارائه کرده و با کمک سیستم‌های بیولوژیکی آن را برای درمان بیوفیلم پیشنهاد می‌نماید. شناسایی ژن‌های ویروانس مؤثر بر تشکیل بیوفیلم و کلونیزاسیون راه را برای درمان بهتر بیوفیلم همراه می‌نماید. درک عمیق کوپروم سنسینگ و نقش آن در تشکیل بیوفیلم یکی دیگر از راه‌های مقابله می‌باشد. با توجه به عدم تأثیر مناسب آنتی بیوتیک‌های فعلی بر علیه پسدوموناس اثرورینوزا موجود در بیوفیلم دانشمندان دنبال اهداف درمانی دیگری هستند.

منابع:

- امتیازی، گیتی، میکروبیولوژی و کنترل آلودگی آب، هوا و پساب، انتشارات مانی، ۱۳۷۹.
- نوروزی، جمیله، کلیات باکتری شناسی پزشکی، انتشارات جعفری، ۱۳۸۷، صفحه ۳۰۹-۳۱۱.
- Biofilm, Key to understanding and controlling bacterial growth in Automated Drinking Water Systems, Edstrom Industries, Inc. (800)-558-5913
- Characklis, W.G., 1981. Fouling biofilm development: A process analysis. *Biotechnol. Bioeng.* 23, 1923-1960.
- Carballo L, Arajjo AB. Influence of surface characteristics of food contact materials on bacterial attachment. *Biomicro world. Int Conference of Biofilms in Spain.* 2005.
- Debeer,D., Stoodley, P., Lewandowski, Z., 1997. Measurement of local diffusion coefficients in biofilms by microinjection and confocal microscopy. *Biotechnol. Bioeng.* 53, 151-158.
- Deibel, Virginia. Biofilms, Brain Wave Technologies, Inc., *Internet Journal of Food Safety V.1*, 6-7.
- Gudbjornsdottir B, Suihko ML, Gustavsson P, Thor kelsson G, Salo S, Sjoberg AM, et al, Effect of Bacterial Biofilm on Corrosion and biocorrosion, *Corrosion Science Section Journal*, March 2008.
- Hodgson, A.E., Nelson, S.M., Brown,M.R.W., Gilbert, P., 1995. A simple in vitro model for growth control of bacterial biofilms. *Bacteriol.*79,87-93.
- Jean Barbeau, Carl Gauthier, and Pierre Payment. Biofilms, infectious agents, and dental unit waterlines: a review, *Can. J. Microbiol.* Vol. 44, 1998.