

### برای تشخیص باکتری‌های تولید کننده اسلایم

مورد استفاده در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، صنایع هوایی، صنایع غذایی، آب و فاضلاب، سایر صنایع با فرمولاسیون‌های اختصاصی جهت بررسی نمونه‌های مختلف از جمله آسامیدنی، نمونه‌های فاضلاب و نمونه‌های غذایی.



باکتری‌های تولیدکننده اسلایم، به گروهی از باکتری‌ها گفته می‌شود که می‌توانند حتی بدون نیاز به تجمع آهن نیز اسلایم تولید کنند. به همین دلیل اسلایم‌های تولیدشده توسط این باکتری‌ها با رنگ‌های زرد، قرمز و قهوه‌ای که اغلب توسط IRBها تولید می‌شود، دیده نمی‌شوند. برخی از باکتری‌های IRB هم توانایی تولید اسلایم را دارند. اسلایم تولید شده توسط باکتری‌های IRB به دلیل تجمع آهن نامحلول، معمولاً متراکم‌تر است.

باکتری‌های تولیدکننده اسلایم هم در شرایط هوایی و هم بی‌هوازی قادر به تولید اسلایم هستند اما معمولاً در شرایط هوایی (اکسیداسیون)، اسلایم تولید شده تراکم بیشتری را نشان می‌دهد.

اکثریت باکتری‌ها می‌توانند ساختارهای اسلایم مانند تولید کنند. اسلایم‌ها معمولاً متشکل از پلیمرهای آگزوپلی ساکارید هستند. این مواد پلی‌مری خارج سلولی (EPS) با استفاده از فعالیت‌های آنزیمی بر روی کربوهیدرات‌ها ساخته می‌شوند. اسلایم‌ها علاوه بر اینکه سلول‌ها را به هم متصل می‌کنند، حجم زیادی آب را نیز به دام می‌اندازند. در واقع بین ۹۵ تا ۹۹٪ از حجم اسلایم از آب تشکیل شده است.

در صورتی که شرایط محیطی سخت باشد مثلاً مواد غذایی کمی در محیط موجود باشد، لایه‌های اسلایم تشکیل شده، ضخیم‌تر و متراکم‌تر خواهند بود. در واقع به نظر می‌رسد اسلایم، برای باکتری‌ها نقش محافظتی داشته باشد. همچنین می‌تواند برخی مواد شیمیایی را نیز جذب کند.

بسیاری از باکتری‌های تولیدکننده اسلایم می‌توانند پیگمنت‌های رنگی نیز تولید کنند. این اسلایم‌ها معمولاً با رنگ‌های سفید، خاکستری، زرد یا بژ دیده می‌شوند. رنگ قرمز در صورت حضور باکتری *Serratia marcescens* و رنگ بنفش نیز در صورت حضور *Chromobacterium* یا سویه‌ها *Janthionobacterium* تشکیل می‌شود. رنگ سیاه مشخصه تولید سولفید آهن یا کربنات‌ها است که اغلب با حضور ترکیبی از باکتری‌های روده‌ای در نمونه همراه است.

باکتری‌های تولید کننده اسلایم می‌توانند مشکلات بسیار جدی در ساختارها ایجاد کنند. زیرا رشد آنها با کاهش هدایت الکترولیکی یا حرارتی و کاهش کیفیت آب همراه است. رشد آنها با افزایش کدورت و تغییر در طعم، بو یا رنگ آب دنبال می‌شود. تست کیت MicrobCheck™ Slime می‌تواند حضور یا عدم حضور باکتری‌های تولیدکننده اسلایم را مشخص کند. همچنین با توجه به روز شروع واکنش تشکیل اسلایم می‌تواند تخمینی از جمعیت تقریبی باکتری‌های تولید کننده اسلایم را نیز ارائه دهد. تست کیت MicrobCheck™ Slime به صورت یک فالکون ۵۰ ml حاوی محیط کشت و گوی شناور طراحی شده است.

### توصیه تولیدکننده

از تماس با جداره داخلی فالکون و در آن خودداری کنید. در شرایط استریل آزمایش را انجام دهید. پس از باز کردن در فالکون، آن را وارونه، به صورتی که کف آن به سمت زمین باشد، روی سطحی تمیز قرار دهید. پس از آنکه نمونه اضافه شد فالکون را تکان ندهید یا نیچر خانید. اجازه دهید گوی خود بر روی سطح مایع شناور شود.



## روش انجام تست

## آماده‌سازی

حداقل ۲۵ ml نمونه را جمع آوری کنید.  
مقدار ۱۹ ml نمونه را داخل فالكون ریخته و در آن را ببندید.  
روی فالكون تاریخ و نام نمونه را یادداشت کنید.

## گرماگذاری

فالكون را در دمای اتاق (۲۱-۲۵ °C) و به دور از نور خورشید گرماگذاری کنید.  
نمونه را هر روز به مدت ۸ روز مشاهده کنید. تاریخ اولین واکنش مشاهده شده را یادداشت کنید.

## حضور / عدم حضور

در صورتی که یکی از الگوهای رشد در فالكون مورد آزمایش مشاهده شود، نشان دهنده تست مثبت است. با توجه به نوع الگوی مشاهده شده، می‌توان در خصوص باکتری‌های موجود در نمونه فرضیاتی را ارائه داد که در جدول زیر ذکر شده‌اند.

## الگوهای رشد

**Dense slime or Gel-Like - DS:** در این الگو، اسلایم‌ها به صورت ساختارهای ژل مانند کروی هستند. ممکن است برای مشاهده بهتر لازم باشد فالكون به آرامی چرخانده شود. در این صورت اسلایم‌های ته‌نشین شده به سمت بالا می‌آیند. شکل این ژل‌ها با لبه‌های نامشخص تعریف می‌شود که به سرعت نیز ته‌نشین می‌شوند. در زمان ته‌نشینی اسلایم، محیط به صورت شفاف دیده می‌شود. رنگ اسلایم می‌تواند بژ، سفید یا نارنجی متمایل به زرد باشد.

**Slime ring around the ball - SR:** حلقه‌ای از اسلایم با ضخامت ۲ - ۵ mm در سطح بالای گوی تشکیل می‌شود. ظاهر آن اغلب موکوبیدی است و می‌تواند به رنگ‌های سفید، زرد، نارنجی یا بنفش باشد. این حلقه با گذشت زمان متراکم‌تر و شدیدتر می‌شود.  
**Cloudy plates layering - CP:** زمانی که جمعیت غالب موجود در نمونه، باکتری‌های هوازی باشند، رشد اولیه در بخش اکسیداسیون و هوازی رخ می‌دهد و با رنگ زرد متمایل به قهوه‌ای دیده می‌شود. اغلب این ساختارها شبیه به صفحاتی نازک با ضخامت ۱ - ۲ mm هستند. در این الگو، اگر فالكون کمی تکان داده شود، صفحات برای حفظ موقعیت خود در فالكون، حرکت می‌کنند. این لایه‌ها معمولاً ۱۵ - ۳۰ mm در زیر سطح مایع دیده می‌شوند. الگوی CP می‌تواند گسترش پیدا کند و در تمامی مایع پراکنده شود و الگوی CL را بسازد.

**Cloudy growth - CL:** محلول درون فالكون به شدت ابری می‌شود. گاهی اسلایم‌هایی به دور گوی رشد می‌کند. گاهی درخششی در بالای فالكون مشاهده می‌شود. این درخشش ناشی از تولید پیگمنت‌های فلورسنت توسط سویه‌های سودوموناس است. این پیگمنت‌ها با رنگ آبی کم‌رنگ یا زرد - سبز دیده می‌شود. این درخشش ممکن است بدون نور UV دیده نشود. در صورتی که در حضور نور UV، درخشش مشاهده شود، احتمالاً ناشی از سویه‌های بالقوه بیماری‌زا سودوموناس در نمونه باشد. در این صورت تست‌های تاییدی مورد نیاز است.

**Blackened liquid - BL:** این واکنش اغلب واکنش دوم یا سوم است. واکنش BL اغلب با محیط کشت شفاف و اغلب بی‌رنگ و رسوب سیاه‌رنگ در مخروط کف فالكون یا بر روی دیواره‌ها مشخص می‌شود. الگوی BL در این تست اغلب با الگوی BL در تست IRB همراستا است.

**Thread-like strands - TH:** در این الگو، اسلایم‌ها به صورت رشته‌ایی می‌توانند ساختارهای شبکه مانند را در محیط مایع تشکیل دهند که از گوی به سمت درون فالكون دیده می‌شود. این الگو به شدت نادر است.





حلقه آبی فلورسنت

این الگو با تولید فلورسنت با رنگ آبی کم‌رنگ و زرد - سبز در زیر نور UV مشخص می‌شود. در صورتی که جمعیت سودوموناس در نمونه بسیار زیاد باشد، علاوه بر مشاهده فلورسنت، حلقه آبی‌رنگی نیز در اطراف گوی تشکیل می‌شود. در تصویر روبرو نمونه‌ای از این الگو قابل مشاهده است.

از میان الگوهای ذکر شده، CL متداول‌ترین الگوی مشاهده شده است. معمولاً CL به دنبال CP ایجاد می‌شود. CP الگوی موقتی است و معمولاً کمتر از ۲۴ ساعت باقی می‌ماند. در واقع اغلب زنجیره‌ای از الگوها به دنبال هم رخ می‌دهند. در جدول زیر، باکتری‌های غالب برای برخی از زنجیره‌های الگویی ذکر شده است.

باکتری‌های تولیدکننده اسلایم متراکم با میزان EPS بالا و جمعیت غالب بی‌هوازی‌های اختیاری	DS – CL
جمعیت غالب باکتری‌های تولیدکننده اسلایم هوازی مانند <i>Micrococcus</i> ها و برخی از بی‌هوازی‌های اختیاری	SR – CL
جمعیت غالب باکتری‌های بی‌هوازی اختیاری مانند <i>Proteus</i>	CP – CL
ترکیبی از فلور باکتریایی با حضور برخی از باکتری‌های تولیدکننده اسلایم هوازی	CL – SR
باکتری‌های تولیدکننده اسلایم با جمعیت غالب <i>Pseudomonas</i> ها و باکتری‌های روده‌ای	CL – BL
جمعیت غالب <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	CL – PB
گروه <i>Pseudomonas fluorescens</i>	CL – GY
جمعیت غالب باکتری‌های تولیدکننده اسلایم هوازی با قابلیت تولید اسلایم‌های رشته‌ای مانند <i>Zoogloea</i>	TH – CL

در صورتی که الگوی BL در این کیت مشاهده شود، نشان‌دهنده حضور باکتری‌های سودوموناس و همچنین باکتری‌های روده‌ای در نمونه است که با خطرات بهداشتی همراه است. در صورتی که واکنش در طول ۸ روز مشاهده شود، لازم است تست کلیفرم روده‌ای به صورت جداگانه بررسی شود. در صورتی که الگوهای PB یا GY مشاهده شود نیز نیاز است با استفاده از کیت MicrobCheck™ FLOR تایید شود.

### تخمین جمعیت تقریبی و قدرت تهاجمی باکتری‌ها

چنانچه نتیجه آزمایش مثبت باشد، می‌توانید جمعیت باکتری و میزان تهاجم آن‌ها را مطابق با جدول راهنما تخمین بزنید. واکنش سریع‌تر زمانی رخ می‌دهد که جمعیت باکتری بالا باشد. باکتری‌های تولیدکننده اسلایم رشد تهاجمی بسیار سریعی دارند. محیط استفاده شده در تست کیت MicrobCheck™ Slime نیز بسیار غنی است تا رشد طیف وسیعی از باکتری‌ها را حمایت کند. با این حال، زمانی که رشد به سرعت رخ ندهد نشان‌دهنده این است که جمعیت بسیار کمی از باکتری‌های تهاجمی در نمونه وجود دارد.

پتانسیل تهاجمی	تاخیر زمانی (روز)	جمعیت تقریبی باکتری (cfu / ml)
بسیار تهاجمی	۱	۱۸۰۰۰۰
بسیار تهاجمی	۲	۳۵۰۰۰
تهاجم متوسط	۳	۶۶۵۰۰



تهاجم متوسط	۴	۱۲۵۰۰
تهاجم متوسط	۵	۲۵۰۰
تهاجم متوسط	۶	۵۰۰
نرمال	۷	۱۰۰
نرمال	۸	۱۰

### کنترل کیفی تست کیت MicrobCheck™ Slime

برای تایید کیفیت و عملکرد کیت MicrobCheck™ Slime می‌توان سویه‌های مشخص شده را کشت داد و الگوهای واکنشی مشخص شده را بررسی کرد. بعد از اضافه کردن رقت باکتری صبر کنید تا سوسپانسیون وارد محیط شود و از تکان دادن فالكون بپرهیزید. کیت را در دمای محیط نگهداری کنید و به مدت ۸ روز واکنش‌ها را مورد بررسی قرار دهید.

ارگانیزم (ATCC)	الگو
<i>Citrobacter freundii</i> (8090)	CL
<i>Enterobacter aerogenes</i> (13048)	CL - BL
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (27853)	CL - PB
<i>Staphylococcus epidermidis</i> (12228)	DS
<i>Enterobacter cloacae</i> (23355)	CP - CL
<i>Proteus vulgaris</i> (13315)	CP - CL
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (13883)	SR - CL
<i>Escherichia coli</i> (25922)	CL - BL

### بهترین زمان مصرف

انقضای کیت‌ها ۶ ماه است و لازم است در دمای یخچال (۴ - ۸ °C) نگهداری شوند. توصیه می‌شود از تغییرات مکرر دما و نگهداری در فریز و یخ‌زدگی شدیداً جلوگیری شود.

### امحا و دفع

تست کیت‌ها پس از استفاده و رشد باکتری کاملاً آلوده هستند. در نتیجه لازم است اتوکلاو شوند یا در کوره سوزانده شوند. در صورتی که این امکان وجود ندارد، در زیر هود، در فالكون‌ها را باز کنید و آن را با مایع سفیدکننده با غلظت ۵ تا ۱۰٪ پر کنید. اجازه دهید یک شب بماند و بعد از آن دور بریزید.

