Bioremediation

" المعالجه الحيويه "

يعتبر النفط (البترول) من اهم مصادر الطاقه حيث يعتمد العالم على النفط في الكثير من المجالات وتعد مواقع الصناعات البتروكيميائيه ومصافي النفط مصدر خطير من مصادر التلوث اذ تطرح كميات كبيره من الفضلات الخطيره على البيئه كذلك عمليات استخراج النفط ونقل النفط تؤدي الى مشاكل بيئيه كبيره .

غالبا ما تتم معالجه التلوث النفطي باستخدام الطرق الفيزيائيه او الكيميائيه او البايلوجيه ، استخدام الطرق الفيزيائيه والكيميائيه في المعالجه قد يؤدي الى تفاعل المواد المستخدمه مع النفط الخام مما يؤدي الى تكون مركبات سامه كما ان الطرق الفيزيائيه و الكيميائيه لا تنظف البيئه من مركبات النفط الخام بشكل كامل ولذلك تستخدم عاده الطرق البايلوجيه كبديل عنها تلعب المركبات المزيله او المخفضة للشد السطحي Biosurfactants تلعب دورا مهما في عمليه المعالجه الحيويه وذلك لفعاليتها في تشتيت ومعالجه المركبات النفطيه وهي مركبات صديقه للبيئه كما ان سميتها قليله وتساعد على تكسير المركبات النفطيه بشكل كبير ولهذه المركبات العديد من التطبيقات فهي تستخدم في معالجه او تنظيف النفط المتسرب ، وفي ازاله بقايا النفط من خزانات الخزن وفي تحسين انتاج النفط وفي معالجه الحيويه للترب والماء كما تدخل في العديد مثل الصناعات الدوائية ومضادات الاورام والصناعات الغذائية والتجميلية .

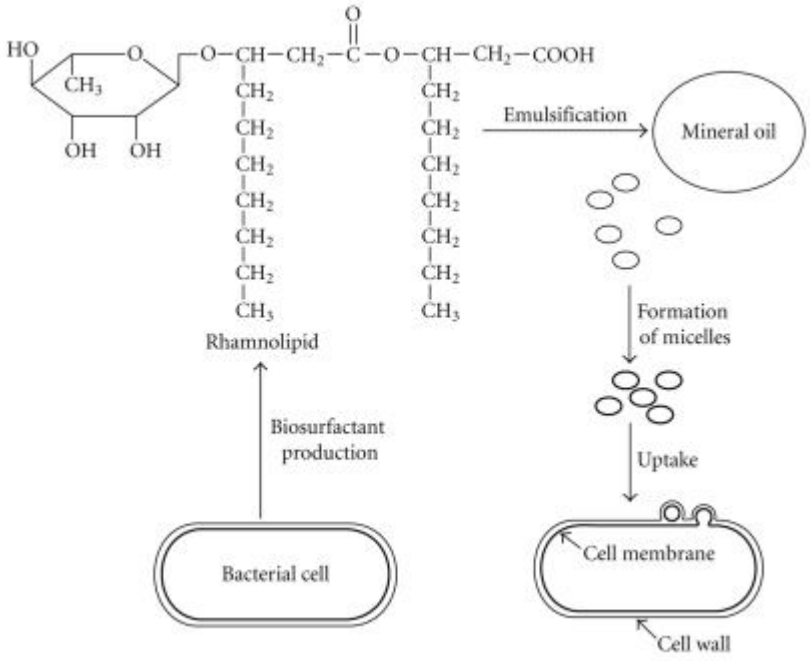
ما هي المركبات المخفضة للشد السطحي: Biosurfactant

الشد السطحي أو **التوتر السطحي** : كما ذكرنا هو خاصية لسطح السائل إذ يعمل كغشاء مشدود تقف عليه الحشرات وتطفو عليه الإبرة أو الشفرة الفلزية أو حتى قطعة نقدية مع أن كثافتها أكبر من كثافة السائل.

تربط بين جزيئات المادة المتجانسة قوى تسمى قوى الجذب الجزيئية (قوى التماسك) تعمل على تماسك جزيئات هذه المادة بعضها ببعض، إن قيمة هذه القوى في السوائل تكون أقل مما عليه في الأجسام الصلبة وهذا ما يفسر تغير شكل السائل بتغير الإناء الموجود فيه، بالإضافة إلى تلك القوى توجد قوى تؤثر بين جزيئات السائل وجزيئات الأوساط الأخرى التي تلامسها سواء أكانت (حالة تلك الأوساط صلبة أو سائلة أو غازية تدعى هذه القوى ب (قوى التلاصق).

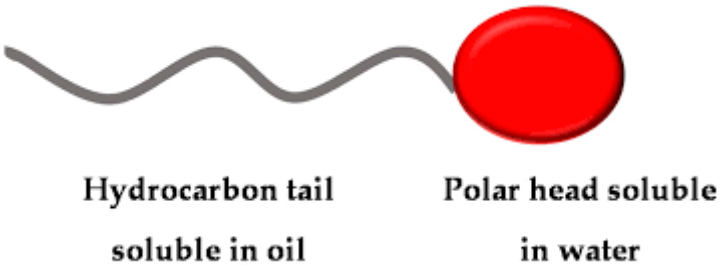
تقدم ظاهرة الشد السطحي تفسيراً لكثير من الظواهر الشائعة في حياتنا. فعلى سبيل المثال تأخذ قطرات السوائل أشكال شبه كروية بسبب ظاهرة الشد السطحي، وذلك لأن الكرة هي الشكل الهندسي ذو مساحة السطح الأقل. كما أن تباين مدى قوة قوى تماسك جزيئات السائل وقوى الالتصاق بالمادة المحيطة بالسائل يفسر لنا لماذا قد يبلل سائل معين بعض المواد في حين أنه لا يبلل مواد أخرى. فعلى سبيل المثال فإن الماء لا ينتشر على الأسطح النايلونية أو الأسطح المغطاة بالشمع وذلك لأن قوى تماسك جزيئات الماء مع بعضها البعض أكبر من قوى التصاق الماء بالسطح المشمع، وبالتالي تتجمع قطرات الماء فوق ذلك السطح على شكل قطرات يمكن أن تسقط بسهولة دون أن تبلل السطح.

تنتج المركبات المخفضة للشد السطحي من قبل الاحياء المجهريه وبعض الاحياء الراقيه كالنباتات والحيوانات ، وغالبا ما تنتجها الاحياء المجهريه الهوائيه في الاوساط السائله الحاويه على مصادر كاربونيه كالكاربوهيدرات او الهيدروكاربونات او الدهون او الزيت وتنتجها هذه الاحياء حتى تساعدها على النمو حيث انها تسرع وتسهل من دخول المواد غير الذائيه عبر الغشاء الخلوي .



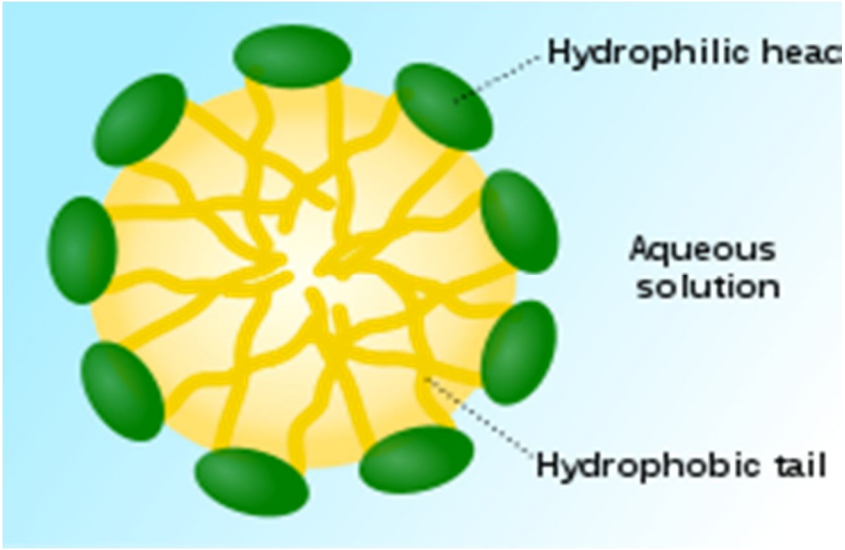
شكل يوضح انتاج المركبات المخفضة للشد السطحي من قبل البكتريا

Biosurfactant : وهي مركبات تخفض او تقلل من الشد السطحي Surface tension بين سائلين او بين سائل وماده صلبه وهي تعمل اما كمنظفات detergents او مستحلبات emulsifiers او عوامل مرطبه wetting agent او عوامل رغوه Foaming agents او مشتات dispersants وهي مركبات عضويه ثنائيه القطب amphiohilic بمعنى انها تحتوي او تتكون من مجموعتين ، مجموعه كارهه للماء hydrophobics (وشكل الذيول) ومجموعه محبه للماء hydrophilic (الرؤوس) اي انها تتكون من جزئين (مكونات غير ذائبه في الماء لكنها ذائبه في النفط ومكونات ذائبه في الماء)

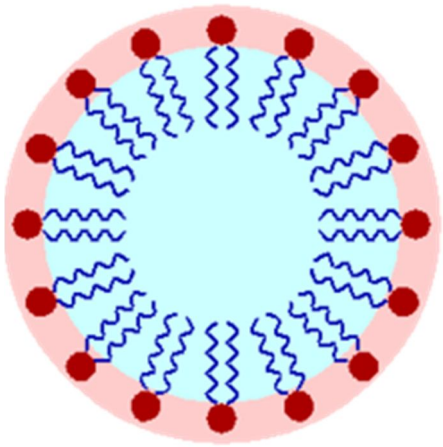


تنتشر المسطحات في الماء وتدمص في الفراغ البيني بين الهواء و الماء او بين النفط والماء وفي هذه الحاله يختلط الماء مع النفط تكون المجموعه الكارهه للماء الغير ذائبه في الماء (الرؤوس) تبقى متصله مع الماء . تكون المسطحات عندما تكون في محيط سائل تجمعات تسمى المذيلات

Micelles تمثل الذيول الكارهه للماء لب هذه التجمعات في حين الرؤوس المحبه للماء تكون باتصال مع الماء ان نوع التجمعات التي قد تتكون مختلفه قد تكون دائريه الشكل او اسطوانيه او على هيئه دهون ثنائيه الطبقه lipid bilayers ان شكل هذه التجمعات يعتمد على التركيب الكيميائي للمسطحات يعني على التوازن في الحجم بين الرؤوس المحبه للماء والذيول الكارهه للماء . كما مبين في الشكل التالي :



مخطط يوضح المذيله Micelle وميكانيكيه الارتباط حيث ترتبط الذيول الكارهه للماء باتجاه النفط لانها تتفاعل مع النفط اكثر من الماء بينما الرؤوس المحبه للماء تحيط او تغلف المذيله باتجاه الماء لانها تتفاعل مع الماء اكثر وسوف تكون طبقه محبه للماء خارجيه تكون حاجز بين المذيلات . هذا سوف يثبط تقطر النفط (اي يمنع رجوع النفط ليكون قطره) ، ان المركبات التي تحيط بالمذيله تكون ثنائيه القطب وهذا يعني ان المذيلات قد تكون ثابته على هيئه قطرات تسمى aprotic solvent مثل وجود النفط في الماء ، او قد تتواجد بهيئه pratic solvent كوجود الماء في النفط ، وعندما تكون القطرات aprotic فانها تسمى المذيله العكسية.



شكل يوضح المذيلات

الاحياء المجهريه المنتجه للمشتات :

عدد كبير من الاحياء تنتج المشتتات مثل الفطريات والخمائر والبكتريا وهي تنتج عاده من قبل الاحياء المجهريه المكسره للهيدروكاربونات النفطيه ومثال عليها بكتريا Pseadomonas التي تمتاز بقدرتها على انتاج كميات كبيره من مركبات glycolipids كذلك بكتريا Bacillus subtilis وهي معروفه بانتاجها لمركبات lipopeptide كذلك الخمائر مثل Candida bombicola و Candida lipolytica.

التطبيقات المختلفة للمركبات المخفضة للشد السطحي Biosurfactants

1- التلوث بسب تسرب النفط واستخدام المشتتات في المعالجه :-

يحدث الثلوث نتيجه لتسرب النفط او المنتجات النفطيه الى البيئه ويعتبر التلوث النفطي احد اخطر المشاكل البيئيه التي تعاني منها الكره الارضيه ، ان مصادر التلوث بالمشتقات النفطيه متعدده منها

1-الحوادث اثناء عمليه نقل الوقود بواسطه السفن او الناقلات

2-التسرب من الخزانات الموجوده تحت الارض حيث تتعرض هذه الخزانات للتأكل والتلف

3-عمليه استخراج النفط الخام

4-تحرر مشتقات النفط من معامل ومصانع البلاستك والادويه والمذيبات ومواد التجميل وغيرها

واخطر مصادر التلوث هي حوادث الناقلات والتي تؤدي الى تلوث النظام البيئي البحري بكميات كبيره من النفط الخام وهنا ياتي دور المشتقات الحيويه Biosurfactant التى تعمل على تشتيت النفط وتزيد من قابليه استهلاكه من قبل الاحياء المجهريه وبالتالي التخلص من هذه الملوثات بسب تكسيرها بفعل البكتريا والاحياء المجهريه الاخرى .

2- استخدام المشتقات في تحسين انتاج النفط:

تستخدم المشتقات في مجال الصناعات النفطيه حيث انها تحسن صناعه او انتاج النفط Microbial –enhanced oil Recorery (MEOR) من خلال مايأتي :

A- استخراج النفط الخاممن المكامن النفطيه :

تستخدم العديد من الطرق لاستخراج النفط من المكامن كالطرق الفيزيائيه والكيميائيه والحراريه وجميع هذه الطرق غاليه الثمن كما انها مؤذيه للبيئيه ولذلك تستخدم المشتقات الحيويه كونها رخيصه الثمن وصديقه للبيئيه وتقوم هذه المشتقات بتحسين انتاج النفط من خلال تحسين حركه الهيدروكاربونات مما يؤدي الى زياده انتاج النفط ، حيث انه في مراحل الانتاج الثالثي للنفط tertiary recorer of oil تقوم الاحياء المجهريه او منتجاتها الايضيه المتمثله بالمشتات biosurfactant او البوليمرات التي تعمل على استخراج الكميات المتبقيه من النفط داخل المكامن من خلال تقليل الشد السطحي للنفط المتواجد بين الصخور عن طريق خفض القوه الشعريه التي تعيق حركه النفط عبر مسامات الصخور . مما يسهل اندفاع النفط نحو ابار الانتاج كما ان المشتقات تساعد على استحلاب وتكسير غشاء النفط في الصخور ، اما تطبيق استخدام المشتقات الحيويه فيتم بعده طرق منها حقن الاحياء المجهريه المنتجه للمشتقات الى داخل مكامن النفط حيث تبدا هذه الاحياء بالنمو والانتشار او تتم من خلال حقن المغذيات الى مكامن النفط لتحفيز نمو الجراثيم المنتجه للمشتقات او العمل على انتاج المشتقات في مفاعلات ثم تحقن داخل المكامن ، هذه الطرق تستخدم عاده في المكامن النفطيه التي تم استنفاذ النفط منها لذلك فهي تطيل من عمر المكمن وبالتالي فهي تحسن انتاج النفط بكلفه قليله مقارنه مع تحسين انتاج النفط كيميائيا

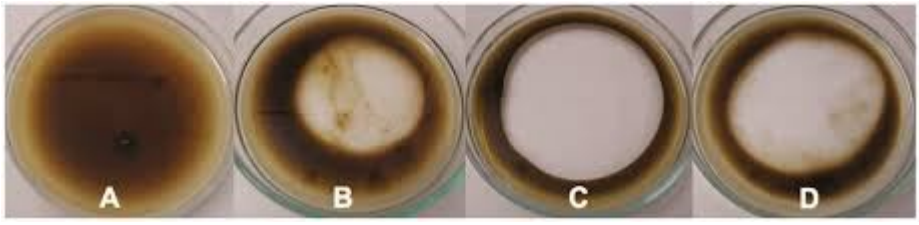
B-نقل النفط الخام عبرانابيب النقل :

عاده ما يتم نقل النفط الخام من مواقع الانتاج الى المصافي عبر مسافات طويله ، ويكون نقل النفط الثقيل heavy oil صعبا جدا والسبب يكون في صعوبه سيلان هاو جريانه بسبب لزوجته العاليه ومحتواه العالي من ماده الاسفلتين والبرافين وانخفاض الضغط الذي يؤدي بدوره الى

مشاكل الانسداد في خطوط انابيب النقل . عندما يترسب الاسفلتين في انابيب نقل النفط المعدنيه وبوجود ايونات الحديد تتفاعل مع الاسفلتين تحت ظروف حامضيه مكونه يسمى طين الاسفلتين asphaltene mud الذي يترسب في انابيب النقل ويسد جريان النفط تستخدم عاده مذيبات كيميائيه مثل التلوين والزايلين لاذابه هذا النوع من الطين وهذا يزيد من كلفه الانتاج كما انها اي (التلوين والزايلين) يولدان مواد عاليه السميه . التقنيات الحديثه تستخدم المستحلبات الحيويه (bioemulsifiers) او Biosurfactant – based emulsifiers التي تكون مناسبه لحل هذه المشكله ، اذا ان المستحلبات الحيويه مركبات او مسطحات ذات اوزان جزيئيه عاليه وذات خصائص مختلفه عن الكلايكولبد glycolipids والليبوبيتايد lipopeptides وظيفتها ليس التقليل من الشد السطحي لكن لها قدره العاليه على تكوين مستحلبات زيتيه ذائبه في الماء بسب وجود عدد كبير من المجاميع الفعاله في الجزيئه ، وترتبط المستحلبات الحيويه بقوه مع قطرات النفط او الزيت وتكون حاجز فعاله يمنع امتزاج القطره ويستخدم المستحلب الحيوي Emulsan بكثره في مجال الصناعات النفطيه لغرض تقليل اللزوجه العاليه في خطوط انابيب النقل .

C- تنظيف خزانات خزن النفط : Oil storage tank cleaning

تستخرج كميات كبيره من النفط يوميا ، بعضه ينقل الى المصافي والبعض الاخر يخزن في الخزانات tanks وللحفاظ على هذه الخزانات يجب ان تغسل بين فتره واخرى ، الفضلات والنفط الثقيل المترسب في قعر الخزان وعلى الجدران يكون لزج جدا ويصبح على هيئه ترسبات صلبه لايمكن ازالتها باستخدام المضخات التقليديه ، ازاله مثل هذه الترسبات تحتاج غسل بالمذيبات وتنظيف يدوي الذي يكون خطر ويستهلك وقت وجهد كبير كما انها عمليات مكلفه وغليه الثمن ، عمليات التنظيف تتضمن احيانا ضخ الماء الساخن او باستخدام المذيبات التي تصهر او تذيب هذه الترسبات وهذا يؤدي الى طرح متكرر للفضلات الى البيئة وخصوصا التربة .تستخدم المسطحات الحيوية كطريقه بديله لكل الطرق التي ذكرناها لتقليل اللزوجة للوحل وترسبات النفط من خلال تكون النفط المستحلب في الماء والذي يسهل ضخ الفضلات . كما ان هذه العمليات تتيح من اعاده استخراج النفط او الاستفادة من النفط الموجود في هذه الفضلات .



أ

شكل يوضح تأثير Biosurfactants على غشاء النفط.

3-الاستخدامات الطبية للمركبات المخفضة للشد السطحي

العديد من المركبات المخفضة للشد السطحي تستخدم كمضادات حيوية ضد الممرضات التي تصيب الانسان بمختلف انواعها الفيروسات والبكتريا والطفيليات وحتى الاورام والسرطانات كما ان لها فعالية قوية على البكتريا المقاومة للمضادات الحيوية والغشاء الاحيائي Biofilm للبكتريا المرضية.

1- Lipopeptides

مثال عليه Surfactin وهو من المركبات الفعالة جدا ضد البكتريا والفيروسات والاورام اذ ان له فعالية على فيروس الايدز وفيروس الانفلاونزا ويؤثر على الفيروسات من خلال التداخل الفيزيوكيميائي بين المركب والدهون الموجودة في الغشاء الخلوي للفيروس.

2- Daptomycin

ينتج هذا المركب من بكتريا Streptomycetes له فعالية ضد البكتريا المسببة للاصابات الجلدية Staphylococcus aureus المقاومة للمثيسيلين.

3- Glycolipids

مثل sophorolipids تنتج من قبل الخمائر مثل Candidaو Rhamnolipids تنتج من قبل البكتريا مثل Pseudomonas لها فعالية على البكتريا الموجبة لصبغة كرام والفطريات.

4- Arthrofactin

ينتج من قبل بكتريا Arthrobacter وهو مركب فعال جدا وتتداخل او تتفاعل جزيئات هذا المركب مع phospholipid الموجود في جدار الخلايا البكتيرية مما يؤثر على خصائص الغشاء.