

## فساد الأسماك

### مقدمة

يبدأ الفساد بعد موت الأسماك . وهنا يثار تساؤل هام لماذا تتجه حالة الأسماك بعد الموت إلى الأسوأ؟ . والأجابة على هذا السؤال ليست بالسهلة ، ففساد الأسماك أو القشريات ينجم عن عملية معقدة حيث لا تحدث بتأثر عامل واحد بل يحدث عدة عوامل مرتبطة ببعضها البعض.

ومن عوامل ومظاهر الفساد عملية تحطيم البروتين مع تكوين مركبات الهيبوزانثين ، وثلاثي ميثايل الأمين ثم تتكون مركبات أخرى يعقبها عملية تحطيم لها فتتجمع بالتدرج روائح ونكهات غير مرغوبة في لحم الأسماك ، كما تحدث طراوة للحم ، وتفقد نسبة من السوائل الخلوية بما تحويه من مركبات بروتينية ذائبة ودهون ويحدث فساد الأسماك بتأثير ثلاث عوامل أساسية ميكروبية ، وإنزيمية ، وكيميائية.

### 1) الفساد الميكروبي (Microbial spoilage)

يعتبر الفساد الميكروبي بالإضافة للنشاط الإنزيمي المصاحب له العامل الرئيسي لفساد الأسماك والقشريات المبردة . وهناك أنواع عديدة من الكائنات الحية الدقيقة تسبب فسادا للأسماك ولكن أهمها على وجه الإطلاق البكتيريا . فهناك أعداد كبيرة من البكتيريا توجد بصورة طبيعية في طبقة المخاط السطحي ، وعلى الخياشيم ، وفي أمعاء الأسماك الحية وطبعا بعد موتها . وهذه البكتيريا لا تكون ضارة للأسماك الحية السليمة صحيا ذات الجهاز المناعي الطبيعي الذي يمنع البكتيريا من تعدي حدود معينة ، إلا أنه بعد موت الأسماك تبدأ البكتيريا والأنزيمات التي تفرزها في غزو أنسجة الأسماك بدءا بالخياشيم ، ثم تتحرك في الأوعية الدموية ، أو تغزو الجلد مباشرة ثم من خلال الأغشية المبطنة للتجويف المعوي . وقد تدخل للحم من خلال أي خدوش أو جروح ، ولذلك فدائما ما ينصح بضرورة تناول الأسماك في كافة مراحل التداول برفق وعناية مع عدم إستخدام أية آلات حادة أثناء تلك العملية قد تؤدي لخدوش في الأسماك.

وتفرز البكتيريا عصارات هاضمة وإنزيمات تؤدي إلى تحطيم وإذابة الأنسجة التي تهاجمها . وتسبب البكتيريا التي تهاجم الأنسجة تغيرات في رائحة ونكهة لحم الأسماك والنتيقد توصف بأنها روائح حامضية أو حشائشية ، ثم تتحول هذه الروائح والنكهات بالتدرج إلى نكهات مرة ، رائحة الكبريت وفي المراحل النهائية للفساد تظهر رائحة الأمونيا . وبالإضافة لتلك التغيرات غير المرغوبة في الرائحة والنكهة تحدث أيضا تغيرات في مظهر الأسماك وصفاتها الطبيعية . وتتحول كذلك طبقة المخاط على الجلد والخياشيم من مظهرها الطبيعي الرائق إلى المظهر العكر أو تتلون تلونا غير مرغوب . وبتقدم الفساد يفقد الجلد مظهره اللامع ويصبح أكثر دكانة كما تبدأ الأحشاء في الانفصال عن جدر الجسم الداخلية.

وعكس أنواع البكتيريا التي تتواجد على الأسماك تلك الأنواع المتوقع وجودها في البيئة المائية التي تعيش فيها الأسماك ويؤكد ذلك أنه يفرض صيد نوع واحد من الأسماك من منطقتين مختلفتين نجد أن هناك تباينا كبيرا في الفلورا البكتيرية في نفس النوع باختلاف منطقة صيده.

ولا يبدأ الفساد البكتيري إلا بعد زوال التيبس الرمي وخروج نسبة من السوائل من الألياف العضلية تنشط عليها وتنمو البكتيريا . وبذلك فإن تأخر زوال التيبس الرمي يطيل من فترة حفظ الأسماك . وتجدر الإشارة أن هجوم وزوال التيبس الرمي يكون أسرع عندما تقاوم الأسماك أثناء صيدها مقاومة عنيفة ، وبارتفاع درجة الحرارة بعد الصيد وبالتالي فإ تحسين وسائل الصيد وتبريد الأسماك بعد صيدها مباشرة تبريدا مناسباً يؤخر من هجوم وزوال التيبس الرمي فيطيل ، بطبيعة الحال ، من فترة صلاحية الأسماك ومن الأهمية بما كان معرفة أن انخفاض pH لحم الأسماك بعد الموت وإستمرار إنخفاضه لفترة زمنية أطول يطيل من فترة صلاحية الأسماك حيث ينخفض معدل النشاط البكتيري مع إنخفاض رقم ال. pH

ويحدث فساد الأسماك من سطحها الداخلي والخارجي . وتعتبر الخياشيم منطقة الغزو الأولى للبكتيريا حيث تتميز بطرواتها ورطوبتها العالية مما يمثل بيئة مثالية لنمو البكتيريا والتي تنمو بسرعة على تلك الخياشيم منتجة ناتجاً تمثيل ذات روائح كريهة مع بدء حدوث تغير في لونها للون البني أو الباهت . ويمكن بفحص الخياشيم الإستدلال على درجة جودة الأسماك فالخياشيم الممزقة ذات اللون غير المرغوب تعتبر معياراً يدل على تدهور جودة الأسماك . ومن منطقة الخياشيم تمر البكتيريا من الأوعية الدموية ثم من خلال الكلي لتغزو لحم الأسماك.

هذا وإذا ما تم صيد الأسماك في المواسم التي تتغذى فيها وكانت أمعاءها حينئذ ممتلئة بكميات كبيرة من الغذاء فإن هذه الأمعاء تكون محملة بأنواع عديدة وأعداد هائلة من الميكروبات المسببة للفساد ، وفي هذه الأثناء تتكون المركبات ذات الروائح الكريهة نتيجة تحلل وهدم بقايا المواد الغذائية البرازية في الأمعاء ثم تنتشر هذه المركبات في لحم الأسماك المحيط بمنطقة الأمعاء فتنتج فيه روائح كريهة ولون غير مرغوب . ولحل تلك المشكلة يفضل دائماً إزالة أحشاء الأسماك بمجرد صيدها ، هذا وبالطبع يجب ألا نغفل عن أن نوصي دائماً بالتبريد السريع للأسماك بمجرد صيدها لأقرب درجة حرارة ممكنة من نقطة تجميدها ( حوالى - 1 م . )

أما البكتيريا التي تتواجد على السطح الخارجي للأسماك فتكون أقرب للحم الذي يمكن إعداده على صورة شرائح فيليه عن تلك البكتيريا المتواجدة في الأمعاء ، ولذلك فإن لحم الأسماك يتم غزوه أولاً بالبكتيريا السطحية قبل أن تغزوه البكتيريا التي تتواجد في الأمعاء . هذا وتبلغ أعداد البكتيريا التي تتواجد في طبقة المخاط وعلى سطح جلد الأسماك عدة ملايين في كل سم مربع ولهذا فإنه يوصي دائماً بإجراء غسيل جيد للأسماك بماء نظيف يعادل ماء الشرب من حيث جودته الميكروبيولوجية مما يؤدي لخفض أعداد البكتيريا بنحو 80-90 %

وتجدر الإشارة إلى أن الأسماك عند تحميلها على العربات المبردة في الموانئ قد تكون ملوثة بمخلفاتها البرازية خاصة تلك الأسماك الممتلئة الأمعاء بالمخلفات البرازية وعندما يكون الجو حاراً ، عندئذ ، تكون هذه المخلفات البرازية من مصادر التلوث الرئيسية لتلك الأسماك ناهيك عن أن هذه الأنواع من البكتيريا تكون الأسرع في إحداث الفساد.

وهناك مصادر أخرى لتلوث الأسماك تنجم عن الأعمال وعدم إتباع الشئون الصحية والبعد عن إتباع نظام الممارسة العملية السليمة لحفظ الأسماك بعد صيدها . ومن هذه المصادر التي قد تلوث الأسماك التلج الملوث ، وأوعية تعبئة الأسماك على ظهر السفن ، والصيادين أنفسهم بتداولهم غير السليم للأسماك ، ومن أسطح السفينة أثناء تنظيفها.

وتختلف أنواع البكتريا التي تسبب فسادا للأسماك باختلاف درجة حرارة الأسماك بعد صيدها ، فعندما تخضع الأسماك لتبريد جيد تنحصر البكتريا المسببة لفسادها في بكتريا *Pseudomonas spp* بصفة أساسية ثم بكتريا *Achromobacter spp* ، *Flavobacterium spp* أما إذا لم يتم تبريد الأسماك جيدا وتركت لفترة في جو دافئ نسبيا فإن بكتريا ال *Micrococcus spp* ، *Bacillus spp* تعتبر المسببات الرئيسية لبدء الفساد الميكروبي.

ويتميز لحم الأسماك عن لحم الحيوانات الثديية الأخرى بإحتوائه علي نسبة أعلى من المركبات النيتروجينية اللابروتينية . وتعمل إنزيمات السمك الطبيعية على إحداث تغيرات تحليلية من شأنها زيادة مصادر غذاء البكتريا الملوثة للأسماك ومن هذه المركبات الأمينات ، والأحماض الأمينية ، والجلوكوز حيث تمثل البكتريا هذه المركبات وتكون مصدرا لنشاطها وتكاثرها فتزداد أعدادها . وعندما تمثل البكتريا المركبات المشار إليها تنتج نواتج تمثيل عبارة عن مركبات الأمين ثلاثي الميثيل TMA ، والأمونيا ، والأمينات ، والألدهيدات ،... إلخ . وبإستمرار النشاط البكتيري والإنزيمي تنتج في النهاية مركبات كبريتيد الهيدروجين ، ومركبات السلفيد الأخرى ، والميركابتان ، والإندول وتكون هذه المركبات يدل بما لا يدع مجالا للشك ، على حدوث التعفن وفي الأسماك البحرية يوجد مركب أكسيد الأمين ثلاثي الميثيل TMAO بصورة طبيعية كأحد المركبات النيتروجينية اللابروتينية ، وهذا المركب عديم الرائحة وبعد موت الأسماك وتقدم حدوث التغيرات التحليلية التي تعقب الموت يختزل TMAO إلى TMA ، وينتج عن هذا التفاعل إنتشار رائحة أمونيا ، إلا أن إختلاط هذه الرائحة مع روائح نواتج تحطيم مركبات أخرى ينتج رائحة سميكية "fishy" odor .

ويتخذ تقدير تركيز مركب TMA كمعيار كيميائي يدل على تقدم مراحل فساد أسماك المياه المالحة . ولا تحتفي أسماك المياه العذبة على مركب TMAO ولذلك تتخذ معايير كيميائية أخرى لتقدير درجة طزاجتها حيث لا يتكون فيها مركب ال TMA بكميات محسوسة . وبالإضافة للتغيرات الكيميائية والبيوكيميائية التي تنتج عنها روائح كريهة بتقدم فساد الأسماك يحدث أيضا تغيرات غير مرغوبة في لون لحم الأسماك تنتج عن نشاط *Pseudomonas fluorescens* ، *Yellow micrococci* التي تحول لون لحم الأسماك إلى لون مصفر ثم لون أصفر مخضر . أما اللون الأحمر والقرنفل فيسببها نمو بكتريا *Sarcina* ، *Micrococcus* ، *Bacillus* بالإضافة للفطريات والخمائر وبالإضافة لذلك تسبب الميكروبات المرضية تقرحات وألوانا مختلفة غير مرغوبة.

1. فساد أسماك المياه المالحة أجريت إختبارات ميكروبيولوجيه عديدة لدراسة الفلورا البكتيرية الملوثة للأسماك البحرية بعد صيدها فكانت أهم المجموعات البكتيرية السائدة والتي تم عزلها من الخياشيم والأمعاء وطبقة المخاط هي *Pseudomonas* ، *Achromobacter* وقد مثل هاتين المجموعتين نحو 60% من أنواع البكتريا المعزول
2. وكانت المجموعات الغالبة التالية السابقة والتي تمثل نحو 20% من البكتريا المعزولة هي *Corynebacterium* ، وال *Flavobacterium* ، وال *Micrococcus* أما أنواع البكتريا الأخرى التي تم عزلها ووجدت بأعداد محسوسة فكانت مجموعات *Alcaligenes*

، Bacillus ، Proteus ، Serratia ، Gaffkya ، Escherichia بالإضافة لأنواع أخرى لم يتم التعرف عليها. وبطبيعة الحال تباينت نسب تواجد أنواع البكتيريا المختلفة باختلاف البيئة التي تم صيد الأسماك منها.

هذا وتجدر الإشارة إلى تشابه تركيب الفلورا البكتيرية الملوثة للأسماك مع تلك الفلورا التي توجد بصورة طبيعية في البيئة التي تصاد منها الأسماك . ولزيادة احتمالات تلوث الأسماك عند صيدها بالقرب من الشاطئ أو المياه الساحلية سجلت عديد من الأبحاث المنشورة تلوث أسماك تلك المناطق ببكتيريا Salmonella ، Shigella ، Escherichia بالإضافة لإحتمالات التلوث بمجموعات أخرى من ال enterococci وكذلك بكتيريا ال Clostridium perfringens وأنواع البكتيريا الأخرى التي يحتمل وجودها في الماء الملوث.

ويبدأ النمو الميكروبي بمجرد موت الأسماك حيث يتلف جهازها المناعي ، ويعتمد معدل نمو الميكروبات على أنواع الميكروبات الملوثة للأسماك وأعدادها وكذلك درجة حرارة الأسماك . هذا وقد وجد أن البكتيريا تنقسم ومن ثم تتضاعف أعدادها كل 30 دقيقة تقريبا عندما تتراوح درجة حرارة الأسماك بين 18 إلى 21 م.

وتزداد معدلات نمو وتكاثر البكتيريا عند إرتفاع درجات الحرارة عن 4م ، وهناك بعض أنواع من البكتيريا تظل نشطة حتى 60م . ولذلك فإن النطاق المتسع من درجات الحرارة بين 4م وحتى 60م يطلق عليه نطاق الخطر ففي هذا النطاق تنمو البكتيريا ، وتفرز توكسيناتها تلك الأنواع المفترزة للتوكسين وتحتل وتهدم مكونات الأسماك المختلفة . وتموت معظم البكتيريا عند إرتفاع درجة الحرارة عن 60م ، ويظل نشاطها ومعدلات نموها كثيرا عندما تنخفض درجة الحرارة عن 4م ، ولو أنهناك بضعة أنواع من البكتيريا تستطيع النمو على درجات حرارة بين 0 وحتى 2.7 م . وعندما نتحدث عن فساد الأسماك ، والتي من المفترض أن تخضع لتبريد بمجرد صيدها ، فإن إهتمامنا سينصب بالدرجة الأولى على البكتيريا المحبة للبرودة وأهم أنواعها Pseudomonas ، Achromobacter ، Flavobacterium والتي تساهم بدرجة كبيرة في فساد الأسماك خاصة المبردة.

وبالإضافة لأنواع البكتيريا المحبة للبرودة المشار إليها لا تستطيع أن نغفل أنواعا أخرى من البكتيريا المحبة للحرارة المتوسطة ، والمحبة للحرارة وتأثيراتها المعنوية على إفساد الأسماك خاصة تلك التي تم صيدها من مياه دافئة من مناطق شبه إستوائية أو إستوائية ، وفي هذه الحالة تغلب علي الفلورا البكتيرية تلك الأنواع المحبة للحرارة المتوسطة مثل Bacillus ، Coryne forms ، Micrococci وتكون نسب الميكروبات المحبة للبرودة أقل بكثير عما أو تم الصيد من مناطق تتميز ببرودة الجو والمياه.

## 2.فساد أسماك المياه العذبة:

برغم تشابه ميكانيكيات الفساد الميكروبي لأسماك المياه العذبة مع أسماك المياه المالحة إلا أن المعلومات المتاحة في المراجع والأبحاث المختلفة عنها كانت أقل كثيرا عن تلك المعلومات والبيانات المتاحة عن أسماك المياه المالحة.

وقد أكدنا مرارا على أن التلوث البكتيري من حيث نوعيات وأعداد البكتيريا مرتبط ارتباطا وثيقا بالبيئة التي يتم صيد الأسماك منها . وعلى هذا الأساس تشمل أنواع البكتيريا المنتشرة على أسماك المياه العذبة تلك الأنواع التي توجد في المياه البحرية بالإضافة إلى بكتيريا Aeromonas ، Lactobacillus ، Brevibacterium ، alcaigenes ، Sterptococcus وتوجد بأمعاء كل من أسماك المياه المالحة وأسماك المياه العذبة أجناس بكتيريا Achromobacter : ، Pseudomonas ، Flavobacterium ، Vibrio ، Bacillus ، Clostridium ، Escherichia ،

### 3. فساد القشريات:

تتعرض القشريات تقريبا لنفس أنواع ميكروبات الفساد التي تتعرض لها الأسماك . الجمبري والكاپوريا واللويستر وأنواع القشريات الأخرى توجد على سطح أجسامها الخارجي طبقة مخاطية تتواجد عليها أنواع من البكتيريا كتلك التي تتواجد على مخاط السطح الخارجي للأسماك . هذا وقد تبين نمو أنواع عديدة من البكتيريا على الجمبري مثل Bacillus ، Micrococcus ، Pseudomonas ، Flavobacterium ، Alcaligenes وفي الجمبري المبرد كانت بكتيريا الأكروموباكتير هي السائدة والمسبب الرئيسي لفساده . أما الكابوريا المبردة فكانت مسببات فسادها الرئيسية كأنواع بكتيريا Pseudomonas ، وال Achromobacter وإذا ما ارتفعت درجة الحرارة كانت بكتيريا Proteus من مسببات فساد الكابوريا الرئيسية . وتصنيف البكتيريا التي سببت فسادا للويستر كانت بكتيريا Pseudomonas ، Flavobacterium ، Achromobacter وكذلك Bacillus هي الأنواع الرئيسية التي تم عزلها من اللويستر أثناء فسادها.

وفي المحاريات والرخويات والقشريات التي ترشح كميات كبيرة من الماء خلال أجسامها ، وحينئذ تلتقط البكتيريا السائدة في الماء والتربة ، تركزت بكتيريا فسادها في وعن رئيسيين ألا وهما ال Achromobacter ، Flavobacterium وتظل المحاريات محتفظة بجودتها لفترة أطول طالما كانت مبردة دون إزالة أصدافها ، ولكن بمجرد تحرر اللحم بإزالة الأصداف يتدهور اللحم بسرعة لغناه في البروتين والسكريات الناتجة عن تحلل الجليكوجين فيصبح بيئة مناسبة جدا لنمو البكتيريا.

هذا وقد وجد أن إزالة رؤوس الجمبري سواء على ظهر مراكب الصيد أو أثناء إعداده وتجهيزه يخفض من أعداد البكتيريا بنسبة تبلغ حوالى 75 % من أعداد البكتيريا على أجسامها . وبغزل الأنواع الرئيسية للبكتيريا الملوثة للجمبرى تبين أنها Achromobacter ، وال Bacillus ، وال Micrococcus ، وال Pseudomonas إذ بلغت نسبتها نحو 78 % من الأنواع المعزولة . وأثناء حفظ الجمبرى بالثلج المجروش تتغير نسب تواجد هذه البكتيريا ال Achromobacter هي السائدة ، فبعد 16 يوما من التخزين في الثلج المجروش أصبحت تمثل نسبة 82 % من الأنواع العزولة.

### 2- الفساد الإنزيمي:

عندما تكون الأسماك حية تظل إنزيماتها في حالة إتران بمساعدة نظامها الهضمي والدموي . وتظل الإنزيمات في حالة نشطة حتى بعد موت الأسماك ، وتؤدي لحدوث تغيرات واضحة في نكهتها خلال أيام قليلة من تخزينها حتى قبل أن يبدأ الفساد البكتيرى . وفي زمن قصير يمكن للنشاط الإنزيمي أن يحدث تغير في قوام ومظهر الأسماك.

فبعد صيد الأسماك والقشريات أثناء مواسم إقبالها على التغذية توجد في أحشاءها مواد غذائية ، وكذلك إنزيمات قوية . وبعد الموت تختزق الإنزيمات الأحشاء واللحم المحيط بها فتضعفه وتسبب طراوته ، وبعد ذلك تغزو بكتريا الفساد الأحشاء واللحم . ولتجنب جزء كبير من مشاكل الإنزيمات والبكتريا المفسدة ينصح بإزالة أحشاء الأسماك بعد صيدها مباشرة . وهذا الحل يسهل تنفيذه في الأسماك كبيرة الحجم ، أما الأسماك صغيرة الحجم نسبيا كالسردين والرنجة والماكريل والتي تبلغ أعدادها في الطن الواحد من 4000 إلى 7000 سمكة فلا يمكن من الناحية العلمية إزالة أحشاءها بسبب أعدادها الكبيرة.

وبعد زوال مرحلة التيبس الرمي تبدأ مرحلة الهضم الذاتي بمعنى أن يستهلك السمك نفسه بفعل إنزيمات التحلل الذاتي . وقد تحدث عملية الهضم الذاتي بسرعة خاصة في الأسماك الدهنية صغيرة الحجم والتي تمتلئ أمعاؤها بالغذاء . ويعتمد معدل حدوث الهضم الذاتي علي درجة الحرارة بصفة رئيسية ، ويمكن تأجيله بتبريد الأسماك تبريدا جيدا على درجة حرارة أقرب ما يمكن لنقطة تجمدها (من-1 إلى -1.5 م ) . ويمكن إتلاف الإنزيمات بمعاملة الأسماك بدرجات الحرارة المرتفعة ( فوق 70 م ) ، كما يمكن تثبيطها أو تأخيرها بطرق أخرى كالتملح ، والقلي ، والتجفيف.

وتعاني بعض القشريات كالجمبري واللوبيستر من حدوث تغير إنزيمي يؤدي لتكون بقع سوداء أو ما يعرف بـ melanosis . وبسبب هذه الحالة تتكون صبغة سوداء تحت القشرة ، وتحدث أولا في الأغشية التي تربط النهايات المتركمة لخطوط الذيل . ويؤدي التداول السيئ للجمبري لسرعة تكون تلك البقع السوداء . وبرغم أن هذه الحالة لا تؤثر على صلاحية الجمبري والقشريات الأخرى للإستهلاك الأدمى إلا أنها تعتبر إشارة لسوء تداول الجمبري و الإنخفاض الملحوظ في درجة جودته .

ويوجد في الجمبري إنزيمان ينتجا الأمونيا وهما adenosine deaminase ، وال AMP-deaminase . وقد وجد أن الظروف المثلى لإنتاج الأمونيا عند درجة حرارة تبلغ 37 م وعند رقمي pH سواء 6.0 أو 8.4.

ونؤكد في هذا المجال أن إنخفاض درجة حرارة التخزين تبطئ فقط من التفاعلات الإنزيمية ولاتوقفها أو تثبطها كلية لذلك فإن التبريد السريع بالتلج المجروش يؤدي لإطالة فترة الصلاحية ولا يمنع حدوث الفساد بل فقط يؤخر من حدوثه.

### -3-الفساد الكيماوي Chemical spoilage :

عندما تخزن الأسماك تتعرض زيوتها التي تتميز بتركيبها من الأحماض الدهنية غير المشبعة وعديدة عدم التشبع "للأكسدة" ، خاصة الأكسدة الذاتية بأكسجين الهواء الجوي . وتؤدي هذه الأكسدة إلى حدوث ترنخ ينتج عنه روائح ترنخ ونكهة غير مرغوبة بل وقد تؤدي أيضا إلى تغيرات لونية مرتبطة بهذا الترنخ الأكسيدي.

ويعتبر نوع الأسماك أهم عامل مؤثر في معدل أكسدة أو ترنخ ليبيداتها . فالأسماك الدهنية ، عند حفظها بالتجمد ، تكون فترة صلاحيتها أقصر من الأسماك غير الدهنية حيث تصل في الأولى لسنة أشهر فقط بينما قد تمتد الأسماك غير الدهنية حتى عام واحد . ومن الأسماك الدهنية أسماك التونة ،

الماكريل ، الرنجة ، والسردين ، وثعبان السمك بالإضافة لأنواع أخرى . وهناك عوامل أخرى تؤثر على معدل أكسدة دهون نوع ما من الأسماك أهمها:

1- في النوع الواحد من الأسماك الأصغر حجما للفساد الأوكسيدي بدرجة أسرع من الأسماك الكبيرة . وقد يفسر ذلك بأن البكتريا السطحية تؤثر بدرجة أكبر علي الأحجام الأصغر من الأسماك.