**lect.6**

**Plankton Toxicology**

**سمية الهائمات**

**الهائمات بشكل عام لها القدرة على إنتاج السموم والتي تكون على ثلاثة أنواع**:

1**-سموم خلوية cytotoxin**

 **2-سموم كبدية hepatotoxin**

 **3-سموم عصبية  neurotoxin**

بالنسبة للسموم الخلوية فان اسمها مشتق من الاختبارات التي تدخل بها هذه السموم وهي اختبارات خلويه لمعرفة امكانية استخدام هذة السموم في علاج الخلايا السرطانية
اما السموم الكبديه فسميت كذلك بسبب استهدافها للكبد عند دخولها للجسم فتسبب تفكك الخلايا الكبديه وتحطمها وتنخرها وهدم الهيكل الخاوي الساند مما يسبب في حصول النزف في الكبد ويؤدي ذلك لتضخم الكبد وتغير لونه ثم فشله في اداء وظيفته وهناك ادلة حديثة على امكانيه هذة السموم من احداث السرطان وعموما فهي تكون على نوعين:

1- المايكروسستينات microcystins

**Structure of the microcystin**

2-النوديولارينات nodularins

**Structure of nodularin**

وهذة السموم تنتج من الطحالب الخضر المزرقة cyanophyta وقد تم تسجل اكثر من 65 نوعا من هذة السموم
واخيراا**لسموم العصبيه** فانها تؤثر بشكل مباشر على الجهاز العصبي وتسبب الشلل ثم الموت خلال وقت قصير وهذة السموم تكون على خمسة انواع فقط حيث أن السموم العصبية (**Neurotoxins**) التي تمثلها حالات التسمم (**NSP- PSP**) تحدث عن طريق ارتباط بعض المواد بقنوات نقل التيار العصبي التي تعرف بقنوات الصوديوم في الأعصاب **( voltage-sensitive sodium channels)** حيث تبين أنه في حالة تسمم (**PSP**) تتألف المواد السمية من المركبات التالية : 1) **Saxitoxins**  2) **Gonyautoxins**  3) مجموعة مركبة من مشتقات **Sulfocarbomate** ، تقوم هذه المواد بالاستقرار في موقع رقم واحد لمستقبلات الصوديوم وبالتالي تمنع تدفق الصوديوم في قنوات نقل التيار العصبية ، بينما السموم التي تحويها حالة التسمم (**NSP**) تتألف من مجموعة لا تقل عن تسعة تشكلات من السموم **(toxic isoforms)** المعروفة باسم  (**brevetoxins**) ، وتقوم هذه السموم بالاستقرار بموقع رقم خمسة من مستقبلات الصوديوم الذي يؤدي إلى انقلاب للتيار العصبي وبالتالي فقد القطبية نتيجة أن الأيونات السالبة تكون زائدة بشكل كبير

 وهنالك ظاهرتين مميزتين لسموم الهائمات وهما **(Harmful Algal Bloom)** نتيجةإزدهارات طحلبيةضارة و المد أحمر سام **(Toxic red tide )** المسؤولة عنها السوطيات الثنائية.(Dinoflagellates)

وتحدث هذه الظواهر عند توفر ظروف بيئية مناسبة لتجمعاتمعينة من الهائماتالنباتية  ، فيتغير لون الماء غالباً نتيجة لتكاثر كثيف وسريع لهذه الكائنات ليكون ما يعرف بالإزدهارات  (**Bloom**) ، وغالباً يكون هذا اللون هو الأحمر الداكن لذلك عرفت بالمد الأحمر **(Red Tide)** ، وأحيانا يتلون ماء البحر باللون الأحمر المائل إلى البني ، أو البني  فيسمى بالمد البني (**Brown Tide**) ، ويكون هذا اللون في بعض الحالات  اخضراً أو اخضر مسود ، وذلك بحسب نوع الهائمات المكونة للإزدهارات ، وتتضمن هذه التجمعات من الهائمات النباتية  أنواعاً منتجة للسموم فيتسبب ذلك  في نفوق الأحياء البحرية تتمثل في  الأسماك  بشكل رئيس إضافة إلى القواقع.

واشتهرت هذه الظاهرة سابقاً باسم المد الأحمر ويستخدم  لوصفها عدة مصطلحات أخرى هي ازدهار الهائمات النباتية (**Phytoplankton Bloom**) ، و ازدهار الطحالب المجهرية (**Micro-Algal Bloom**) ، و الطحالب السامة (**Toxic Algal**)  .

.

واحيانا يطلق مصطلح **(HAB)** الذي  يتضمن  مدى واسع لهذه الظاهرة ، فكلمة ضار **(Harmful)** تشير إلى الأضرار الناتجة منها وتشمل نفوقالأسماك والأنواع مختلفة من الكائنات الحية مثل الهائمات الحيوانية (**Zooplankton**) والقواقع والطيور البحرية  إذا تناول هذه الكائنات بشكل مباشر أو غير مباشر وأعظم هذه الأضرارهوما يحدثمنضرروخللللنظامالبيئي. وكلمة طحلبي **(Algal)**  تشير إلى الهائمات النباتية المسببة لهذه الظاهرة والتي تتضمن أنواع متعددة من الطحالب المجهرية التي تشملها شعبتي **)** **( Diatoms & Dinoflagellates**، أما كلمة ازدهار **(Bloom)** فهي تشير إلى وصف الزيادة العددية الكبيرة جداً والسريعة جداً لتلك الأنواع من الهائمات النباتية

ومع أن الازدهار يمثل أغلب حالات هذه الظاهرة إلا أنه توجد حالات منها يحصل فيها الضرر نتيجة عدد قليل من خلايا هذه الطحالب لكل لتر ،حيث تنتج عنها سمومشديدة الفعالية تؤدي إلىالآثارالسلبيةالكبيرةمنهذهالظاهرة ومثالذلك حالةالتسمم**(DSP)**حيثتحصلفيحالوجودبضعةمئاتمنالخلايا من جنس **(Dinophysis)** لكللتر لذا فليسكل**(HAB)**يحدثعنهازدهار.

إن أسباب حدوث هذه الظاهرة يعتمد على اجتماع و توافق مجموعة من العوامل البيئية **( Environmental Factors )** في آن واحد وذلك في وجود أنواع من الهائمات النباتية التي لها القدرة على افراز السموم

وهذه العوامل يمكن إجمالها في الآتي  :

1. ارتفاع تركيز المغذيات  بكميات هائلة

2. التعرض لفترات طويلة من الإضاءة وبشدة مناسبة لعمليات البناء الضوئي   .

3.  توفر درجات  حرارة مناسبة لنمو الهائمات المسببة للظاهرة .

هنالك  (300) نوع من أنواع الطحالب المجهرية التي لديها المقدرة على تكوين حالة الإزدهارات (**Blooms**) يوجد فقط ما يقارب الربع له المقدرة على إفراز السموم ، و تتوزع هذه الأنواع  السامة في اربعة  مجاميع من الطحالب وهي :

**1.      Dinophycae (Dinoflagellates ).**

**2.      Prymresiophycie (Haptophycae).**

1. **Raphidophycae.**

**4.      Bacillariophycae**

 **اما اهم** الأنواع  السامة فهي :

**1.        *Alexandrium spp .***

**2.       *Aureococcus anophagefferent .***

**3.       *Chaetoceros spp.***

**4.       *Chrysochromulina polylepis***

**5.       *Dinophysis  spp .***

**6.       *Gyrodinium aureolum***

و يتخذ التأثير الضار **(Harmful effects)** لظاهرة (**HAB**) ثلاث  آليات أو أشكال للضرر أشدها خطورة وأكثرها تأثيراً آلية الضرر الناتجة من الإفرازات السمية الطحلبية ، ومكمن الخطورة التي تشكلها هذه السموم على صحة الإنسان  هو أن الأسماك و الرخويات البحرية التي تتعرض لهذه السموم تقوم بعملية تجميع وتراكم**(Accumulation)**   لهذه السموم في أنسجتها ، فيكون تركيزها عالي نسبياً ولا يظهر ذلك تغيرا في شكل تلك الكائنات وبالتالي يكون من السهل استهلاكها من الإنسان دون أن يعلم ، بالإضافة إلى أن هذه السموم لا يتغير تركيبها الكيميائي ولا يضعف أثرها مع  الطبخ ، بل إن بعض السموم المفرزة مثل  **(Brevetoxins)** ليس لها رائحة و لا طعم ويصعب تميزها وهي حوامض ثابتة كيميائيا ولا يزول أثرها مع الطبخ  ، كما أن هذه السموم يمكن أن يحملها الهواء في صورة هباء جوي **(Aerosolized )**  وذلك عن طريق الرياح الساحلية أو عن طريق تكسر الأمواج على الشواطئ وعندما يستنشق الإنسان هذا الهواء يصاب بمجموعة من المشاكل الصحية منها الإمراض الصدرية مثل  الربو **(asthma )** ومنها تهيج الأغشية المخاطية للأنف والعين    .

وقد أحصيت الإصابات المرضية التي تظهر على الإنسان نتيجة تناوله لأطعمة كائنات ملوثة بسموم الهائمات بستة  إصابات مرضية وهي :

1.    تسمم القواقع المؤدي إلى الشلل (**PSP**) **Paralytic Shellfish Poisoning**

يظهر الضرر المتوسط لهذه الإصابة المرضية خلال ( 3 - 6 ) ساعات من تناول أطعمة ملوثة بهذه السموم

وتبدأ أعراض الإصابة بوخز خفيف أو تخدر حول الشفة وينتشر شيئا فشيئا إلى الوجه ثم الرقبة يتطور إلى وخز شديد في أطراف الأصابع اليد والقدم و صداع و دوخة و غثيان و قيء و إسهال.

ويظهر الضرر الشديد لهذه السموم  (من  2 -  24 ساعة ) في صورة شلل العضلات ، واضطراب عصبي غالبا يؤدي إلى سرعة التنفس ، الوفاة بسبب شلل الأجهزة التنفسية ، وقد تم التعرف على أنواع  الهائمات النباتية التي سببت هذه الإصابة المرضية وهي   ***(Alexandrium catenella , A.***

***, Gymnodinium catenatum , Pyrodinium bahamense)******minutum ,A. tamarense , A. tamiyavanichi***

كما حددت الدراسات السموم المفرزة من هذه الهائمات وهي **Saxitoxin(STX)**  ومشتقاتها **Neosaxitoxin(neoSTX)**

**Structure of PSP toxins**

2.    تسمم القواقع المؤدي إلى فقدان الذاكرة (**(ASP**  **Amnesic Shellfish Poisoning**

يظهر الضرر المتوسط خلال ( 3 - 6 ) ساعات في صورة غثيان وقيئ و إسهال و مغص شديد، بينما يظهر الضرر الشديد لهذه السموم  في صورة  دوخة ، غثيان ، هذيان وهلوسة ، ارتباك و فقدان الذاكرة القصيرة**(amnesia)**  و الغيبوبة وقد تؤدي هذه الإصابة  إلى الموت ، وقد تم التعرف على أنواع  الهائمات النباتية التي سببت هذه الإصابة المرضية وهي

**( *Pseudo-nitzschia multiseries, P. australis , Pseudodelicatissima*)**

و حددت الدراسات السموم المفرزة من هذه الهائمات وهي**Domoic acid (DA)**ومشتقاتها .

**Structure of the domoic acid called ASP toxin**

3.    تسمم القواقع المؤدي إلى الإصابة بالإسهال ( **DSP**) **Diarrhetaic Shellfish Poisoning** .

يظهر الضرر المتوسط خلال ( 3 – 6 ) ساعات في صورة إسهال  ، غثيان ،  قيئ  ، الآم ومغص و قد تظهر هذه الأعراض بعد 30 دقيقة فقط ، بينما يظهر الضرر الشديد لهذه السموم في صورةالتهابات حادة في الأمعاء ، و التعرض الحاد لهذه الحالة يزيد من احتمال تكوين ورم خبيث بالجهاز الهضمي ، أما الهائمات التي سجلت الدراسات و الأبحاث أنها سببت هذه الإصابة المرضية فهي

(***Dinophysis acuta , D. fortii , D. norvegica , Prorcentrum lima*)**

**Structure of DSP toxins of the OA group**

4.    تسمم القواقع المؤدي لأمراض عصبية (**NSP**) **Neurotoxin Shellfish Poisoning**

يظهر الضرر المتوسط خلال ( 3 – 6 ) ساعات في صورة قشعريرة ، صداع ، الآم في العضلات والمفاصل، ضعف في العضلات ،غثيان وقيئ  ، بينما يظهر الضرر الشديد لهذه السموم  في صورة شعور بالتنميل ، اختلال الإحساس بين الحرارة والبرودة ، صعوبة التنفس  ، غشاوة بالرؤية أو الرؤية المزدوجة ، صعوبة في الكلام أو البلع ، كما ينتج عنها سموم طيارة تنتقل بواسطة الريح وتسبب أمراض شبيه بالربو **(Asthma-like)**، وقد سجلت الدراسات نوع من  الهائمات التي سببت هذه الإصابة المرضية وهي**(*Gymmnodinium breve*)** ، وحددت هذهالدراساتالسمومالمفرزةمنهذهالهائمات وهي

**(Brevetoxins)** .

5.    تسمم أسماك سيقوترا (**CFP**)**Ciguatera Fish Poisoning**

الإصابة بهذه السموم في العموم غير مميتة ، لكن سجلت وفيات من بعض الإصابات وتؤدي حالة التسمم هذه إلىاضطرابات هضمية وعصبية  واضطرابات بالأوعية القلبية تظل لمدة (5) أشهر  وقد تطول لتبلغ السنة وقد سجلت الدراسات والأبحاث الهائمات التي سببت هذه الإصابة المرضية وهي **(*Gambierdiscus toxicus , Ostreopsis ovata*)**  ، كماحددت هذهالدراساتالسمومالمفرزةمنهذهالهائمات وهي   **( ciguatoxins  ciguatoxins-1(CTX-1)**  .

6.    تسمم اسماك تترودونتك (**TTX** ) **Tetrodotoxin or Puffer fish Poisoning**

حددت بعضالدراساتالسمومالمفرزةفيهذهالحالة المرضية وهي **(Tetrodotoxin)**

والحالتين الأخيرتين لحالات التسمم الطحلبي  اقل انتشاراً .

أما الآلية الثانية للضرر لظاهرة **(HAB)** فهي فقدان أو نضوب الأوكسجين **Anoxic conditions)**) وتحدث في حالة الازدهار الكثيف **(Dense blooms)**  لأعداد الطحالب المجهرية فتتسبب في فقدان الأكسجين أو نضوبه**Depletion)**) من مياه المنطقة المتضررة وذلك نتيجة معدلات التنفس العالية لهذه الطحالب في الليل ، أو عن طريق  انخفاض شدة الإضاءة وتكوين ظلمة وبالتالي انخفاض معدل عملية البناء الضوئي وارتفاع معدل عملية التنفس للطحالب ، أو عن طريق منع مرور الأكسجين إلى الماء بسبب الكثافة العددية لهذه الطحالب ،وينضب الأوكسجين أيضاً في هذه الحالة بسبب معدلات التنفس للبكتريا عند تناقص حالة الازدهار للطحالب ، وتؤدي هذه الحالة  إلى موت مختلط وغير مميز للكائنات التي تقع في مكان الحادث سواء كانت أسماك أو أي حيوانات فقارية أخرى .

أما  آلية الضرر الثالثة لظاهرة **(HAB)** فهي أضرار ميكانيكية تتسبب في  إتلاف بعض أجزاء الجهاز التنفسي للأسماك وغيرها من الأحياء البحرية الفقارية ، ويحدث ذلك أما بواسطة الأشواك المسننة لبعض الأجناس من الهائمات النباتية مثل أجناس (**Chaetoceros sp**) التي تغرس أشواكها المسننة في أنسجة خياشيم الأسماك مسببة لها تهيج يؤدي إلى إفرازات السوائل المخاطية بشكل متواصل يؤدي إلى  وفاتها ،

أو بواسطة إفراز المواد المحللة لكريات الدم **(Hemolytic substances)** من بعض الأجناس الأخرى من الهائمات النباتية  التي لهاأثرشديدالفاعليةفي تدمير وإتلاف خياشيمالأسماك .

وتعتبر المكسيك من أكثر شواطئ العالم تضررا ب**(HAB)** حيث تشكل ضررا وتهديدا ضخما لها يتمثل في الخلل الهائل الذي تحدثه هذه الظاهرة في الأنظمة البيئية لمياه المنطقة ، إضافة لذلك الخسائر الاقتصادية الفادحة التي لحقت بالمناطق المتضررة ، بل إن الشواطئ المكسيكية سجلت جميع حالات التسمم المسجلة لهذه الظاهرة ، وكمثل لفداحة هذه الأضراربلغت ( 45%) من حالات الطوارئ البيئية في المكسيك عام (1996م) هي حالات سامة من (**HAB**) ومعظم الحوادث كانت على شواطئ الباسفيك وسجلت من ضمن هذه الحوادث حالات تسمم لأناس تناولوا القواقع (**Oysters**) , وأدت هذه الحوادث إلى مصادرة الرخويات (**Molluscs**) الموجودة في الأسواق والمراكز الطبية كمستحضرات صحية وبلغت هذه الخسائر بعدة ملايين من الدولارات  ،

وفي الدول الاسكندنافية  وعلى حافة بحر البلطيق سبب حالات الازدهار ل**( Cyanophyceae )** وإفرازاتها لسموم تؤثر على الكبد (**Hepatotoxic**) في قتل الحيوانات الأليفة بتلك المنطقة وصاحب هذه الحادثة إصابة بحساسية الجلد للناس في تلك المنطقة ، وتعرضت المزارع السمكية للشواطئ الاسكندنافية من جهة بحر الشمال والمحيط الأطلنطي لحالات نفوق الأسماك و الأحياء البحرية المستزرعة بسبب ظاهرة **(HAB)**  مما أدى إلى خسائر ضخمة  في التجارة السمكية  لهذه الشواطئ **(SCOR-IOC 1998)** .

هنالك أربعة نظريات لتفسير زيادة الآثار السلبية لظاهرة  (**HAB**) وهي : 1) زيادة المقاومة والضراوة للأنواع السامة ، 2) زيادة استخدام ومعالجة مياه الشواطئ في الزراعة والصناعة ، 3) إثارة عملية الازدهار للكائنات المجهرية بواسطة المغذيات والتغيرات المناخية غير الطبيعية مثل ارتفاع درجة حرارة المحيطات ، الرياح والأعاصير ، ارتفاع درجة حرارة الجو  4) انتقال أنواع من الهائمات النباتية بواسطة السفن ومياه الاتزان للناقلات الضخمة أو بواسطة الرخويات التي تكون ملتصقة بها  .

والجدير بالذكر أن  الهائمات البكتيريه التي تهاجم الهائمات النباتية تكون إما بطريقة مباشرة أو بواسطة إفرازات كيميائية سامة وهذا الأثر الإبادي لا يكون إلا في حالة ازدهار الطحالب (**Bloom**) وإضافة لذلك فإن هذا الأثر تخصصي  أي أن تأثير هذه البكتيريا لا يكون  إلا لأنواع محددة من الطحالب ،**,**وتكون قدرة هذه البكتيريا على أن التأثير الإبادي لا يعمل مع نوع آخر لنفس الجنس هو طحلب (***G.mikimotoi***) ، وعلى الجانب الآخر أن التأثير الإبادي لا يعمل مع جنس آخر أيضا ليس له إفرازات سمية وهو (***G.sangnineum***)    .

 ستقوم بتحميله .