السيانوتوكينات Cyanotoxins :

هي نواتج سامة لمسارات الايض الثانوي تنتجها انواع معينة من السيانوبكتريا القادرة وراثيا على انتاج تلك السموم كانواع *Microcystis* , *Anabaena*, *cylindrospermopsis* , *Nodularia* ،*Lyngbya* .

اول حادثة وقعت بالتسمم بالسيانوتوكسين كان في استراليا عام ١٨٧٨ عندما حصل تسمم الماشية بسبب شرب المياه الملوثة بالازدهار السيانوبكتيري السام .

وتختلف السيانوتوكسينات في تركيبها الكيميائي وسميتها وتقسم الى اربع اقسام حسب تأثيرها على العضو الهدف:

١- **السموم الكبدية Hepatotoxins** : وهي اهم انواع السموم لانها اكثرها انتشاراً وسمية وخطورة على صحة الانسان والحيوان. وتضم **Microcystin, nodularin, cylindrospermopsin** .

٢- **السموم العصبية Neurotoxins** : وهي اربع انواع **Saxitoxins, anatoxin-a, anatoxin-a(s), homo anatoxin-a,**

٣- **السموم الخلوية Cytotoxins** : وهي **aplysiatoxin, debromoaplysiatoxin, lingbyatoxin** .

٤- **السموم الداخلية Endotoxins** : توجد في الجدار الخلوي في طبقة Lipopolysaccharide .

ميكانيكية تأثير السيانوتوكسينات:

١- تثبط السموم الكبدية انزيمات الفوسفاتيز في الكبد وتسبب سرطان الكبد.

٢- السموم العصبية تسبب توقف انتقال الاشارات العصبية بين الخلايا العصبية وتسبب الشلل.

٣- السموم الخلوية تسبب توقف تصنيع بروتينات الكلوتاثيون الذي يكافح الجذور الحرة المسببة للاورام وبالتالي تحفز على تكوين الاورام وكذلك تسبب تهيج الجلد والامعاء، وتثبط عمل انزيمات الكاينيز المسؤولة عن الفسفرة وانتاج الطاقة.

٤- السموم الداخلية تسبب الحمى والاسهال والتقيؤ وانخفاض ضغط الدم .

وحددت منظمة الصحة العالمية (WHO) الاستهلاك اليومي المقبول (TDI) لسموم المايكروسستين في مياه الشرب بـ $0.04\mu g/Kg^{-1}$ من الجسم وقيمة التركيز المسموح بـ 1 g/L من الماء .

تأثيرات السيانوتوكسين على النظام البيئي

تسبب سموم السيانوبكتريا والخلايا السامة نفسها تأثير واضح على السلسلة الغذائية في النظام البيئي المائي، اذ ان تغذية الهائمات الحيوانية Zooplankton على الهائمات النباتية Phytoplankton والتي تشكل السيانوبكتريا السامة احد افراد مجتمعاتها الى تراكم السموم في المستوى الغذائي الثاني :

الهائمات النباتية ← **الهائمات الحيوانية** ← **الاسماك والحيتان**

المستوى ١ المستوى ٢ المستوى ٣

ويسبب ذلك الى تغيير في مجتمعات العوالق نتيجة تحطم السلسلة الغذائية .

وان سموم المايكروسستين تسبب تثبيط مباشر لفعالية انزيم الفوسفاتيز في القشريات مثل *Daphnia* ومجذافية الاقدام Copepods و موت لتلك العوالق الحيوانية وتحطم السلسلة الغذائية، كما ان تراكم سموم السيانوتوكسين في اجسام القشريات يؤدي الى التراكم الحيوي Bioaccumulation على طول سلسلة الغذاء نتيجة انتقال السموم وتركيزها في المستويات الغذائية العليا .

وتتأثر الاسماك بالسموم اما بطريقة غير مباشرة نتيجة اختزال اعداد الهائمات الحيوانية وقلة الغذاء او بصورة مباشرة نتيجة للإختناق Anoxia الناجم من قلة الاوكسجين بسبب تنفس الكتلة الحيوية السامة في الظلام او عن طريق ابتلاع السموم الحرة في الماء وبذلك يتأثر الكبد والكلى وتقرحات في الغلاصم نتيجة تماسها المباشر مع السموم.

ثانياً: تأثير السيانوتوكسينات على الفقريات البرية

تسبب السيانوتوكسينات تسمم المواشي كلابقار والاغنام وكذلك الطيور الداجنة كالبط والآوز نتيجة شرب مياه البرك الحاوية على الطفوات السامة للسيانوبكتريا ، وسجلت العديد من حالات التسمم للمواشي والطيور في استراليا وجنوب افريقيا واوربا .

ثالثاً : تأثير السيانوتوكسينات على الانسان

تحصل اصابة الانسان بالسموم السيانوبكتيرية نتيجة ابتلاع السيانوبكتريا السامة او المياه الحاوية على سمومها بمستوى اعلى من الحد المسموح به ومن اهم طرق اصابة الانسان بالسيانوتوكسين هي :

١- عن طريق التلامس الجلدي عند السباحة في البرك والبحيرات والمسابح الحاوية على السموم الحرة او طفوات الخلايا السامة .

٢- عن طريق شرب الماء الحاوي على الطفوات السامة او المياه الحاوية على السموم المتحررة من الخلايا.

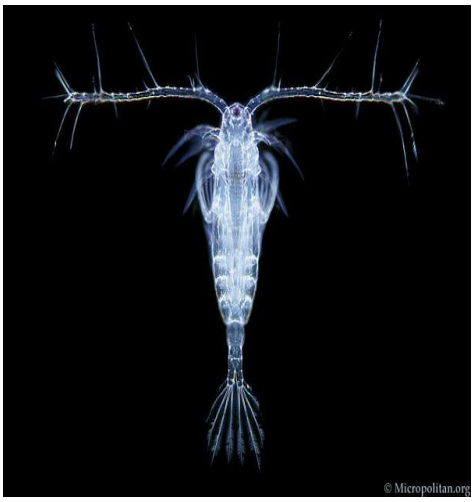
٣- استنشاق السموم عند السباحة ودخول المياه الملوثة بالسموم الى الانف .

٤- تناول المحار والاسماك الحاوية على السموم المتركزة في عضلاتها .

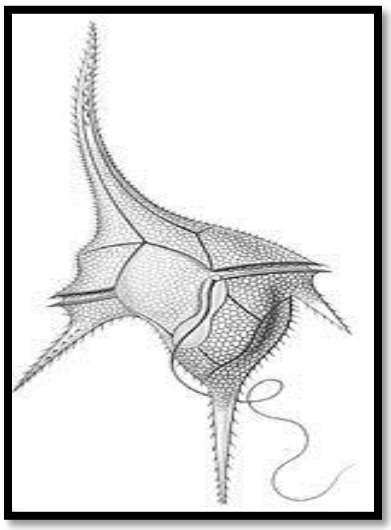
٥- استعمال المياه الملوثة بالسموم في الديلزةDialysis (غسل الكلى) يسبب تسمم كبدي حاد .

وسُجلت اول اصابة للانسان بالسيانوتوكسين في ولاية اوهايو الاميركية عام ١٩٣١ عندما عولجت مياه الشرب بكبريتات النحاس للتخلص من الازدهارات السيانوبكتيرية وهذا ادى الى تحلل الخلايا وتحرر السموم الامر الذي ادى الى تسمم الآف الاشخاص وموت المئات منهم .

الطفوات السامة للسيانوبكتريا Toxic Blooms of cyanobacteria



مجذافية الاقدام Copepod



السوطيات الدوارة

القشريات جنس *Daphnia*