بيئة الهائمات Plankton ecology

١- توزيع الهائمات النباتية Phytoplankton distribution :

أولا : التباين المداري في التوزيع Latitudinal variations of distribution

تتباين الهائمات النباتية في توزيعها المداري (وفق خطوط العرض) ، أذ يمكن القول بشكل عام أن إنتاجية الهائمات النباتية هي الأعلى في منطقتي المدارات العالية (القطبين) تليها المناطق المعتدلة الباردة والدافئة (Cold and warm temperate regions) ، ثم المناطق الاستوائية .

هذا الاعتقاد هو حالة عامة تشمل جميع الهائمات النباتية سواء تلك التي تعيش في المياه البحرية أو في المياه العذبة في المناطق المدارية أعلاه .

وفيما يلي أدناه عدد من النظريات التي حاولت تفسير الإنتاجية العالية للهائمات النباتية في مياه منطقتي المدارات العالية :

١- أن الشتاء في منطقتي المدارات العالية طويل وبدون الإضاءة المطلوبة لغرض عملية البناء الضوئي ، لذا فان المغذيات النباتية سوف تتوفر لها الفرصة للتراكم ، وعند توفر الضوء الكافي خلال الصيف سوف يكون هناك أنتاج واسع للهائمات النباتية .

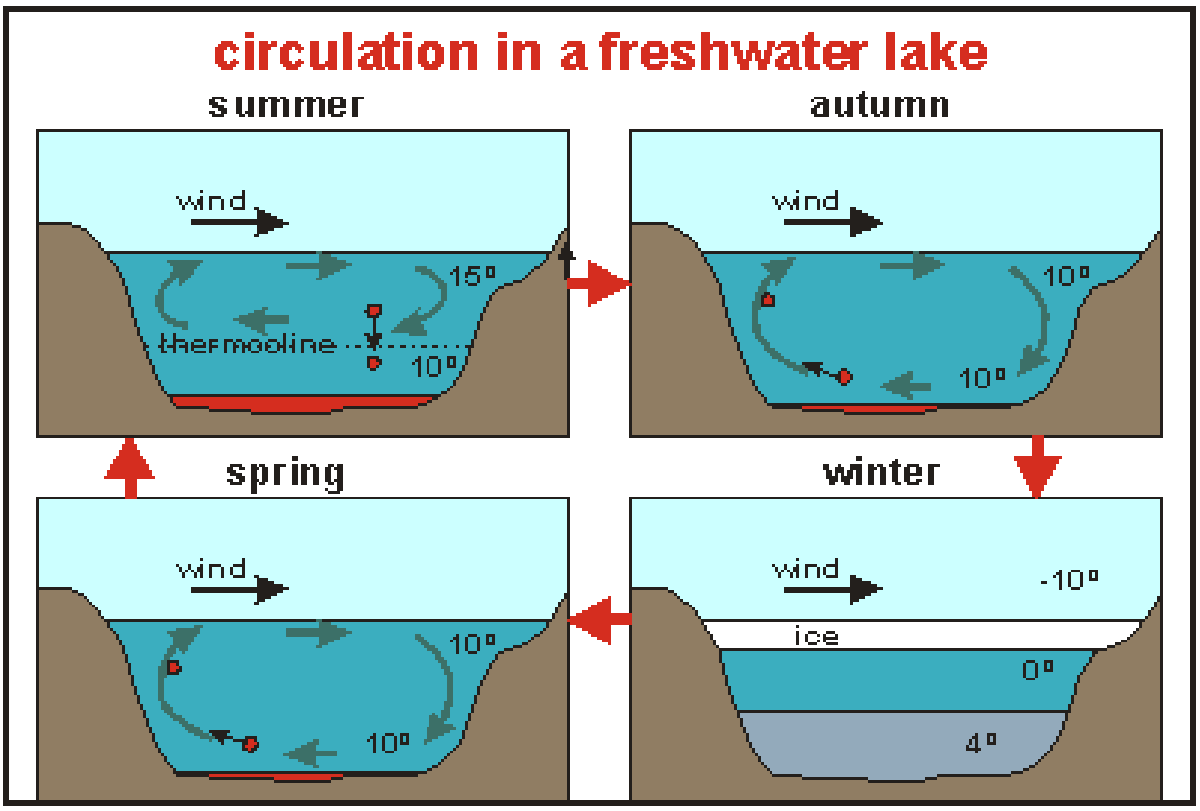
٢- أن طول فترة الإضاءة خلال النهار أثناء الصيف في منطقتي المدارات العالية ، قد تؤثر في إنتاجية الهائمات النباتية من خلال توفير فترة ٢٤ ساعة إضاءة خلال اليوم الواحد لغرض عملية البناء الضوئي ، على عكس تناوب الليل والنهار في المناطق المدارية الأوطأ سواء المناطق المعتدلة أو الاستوائية .

٣- بما أن العمليات الأيضية للأحياء في مياه منطقتي المدارات العالية تكون أوطأ ، لذا فان موت الأحياء فيهما يكون أبطأ ، وبالتالي يحتمل تجمع عدد من أجيال هذه الأحياء مما يؤدي الى الزيادة الملحوظة أعلاه في الكتلة الحية أو المحصول القائم للهائمات النباتية في هاتين المنطقتين .

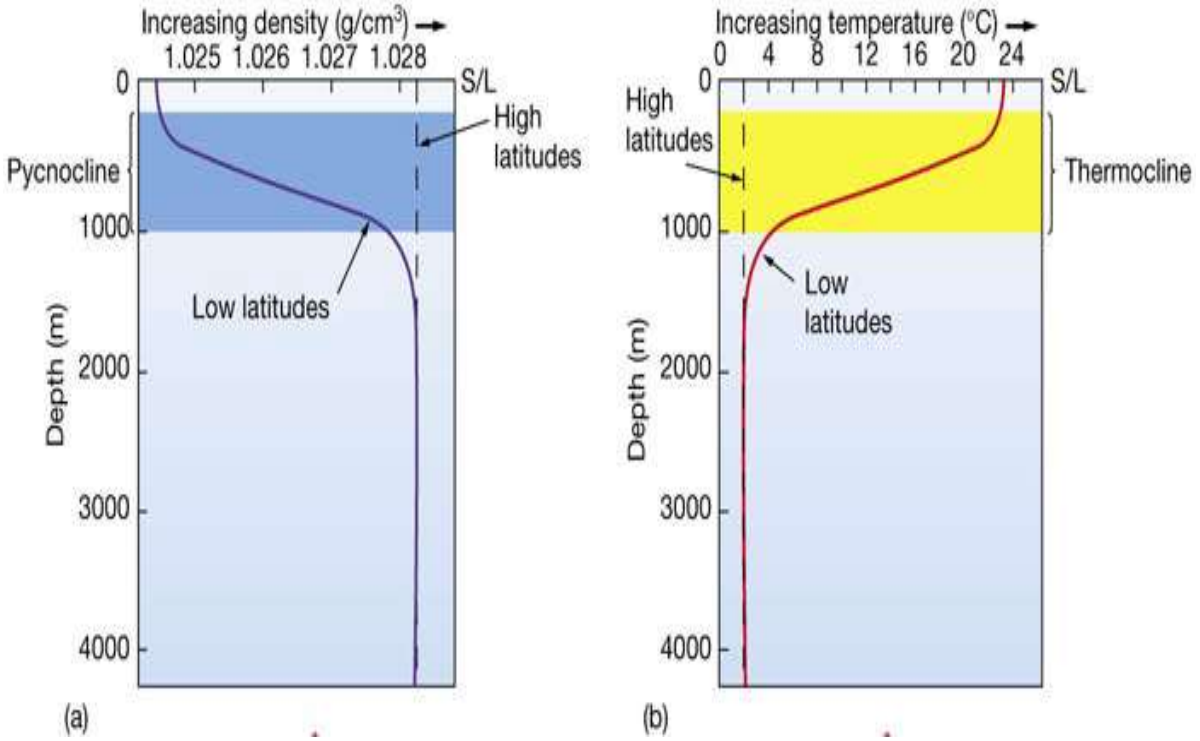
٤- أن اختزال كمية ضوء الشمس النافذ من مناطق الجو الى المياه السطحية في منطقتي المدارات العالية، بسبب إمتصاص الأشعة الضارة من قبل طبقات الجو الأسمك فوق هاتين المنطقتين ، قد يعمل على وفرة الأشعة المفيدة لعملية البناء الضوئي .

٥- أن المياه الباردة في منطقتي المدارات العالية لها قابلية أكبر لأذابة الغازات ومنها غاز ثاني أوكسيد الكاربون المؤثر في عملية البناء الضوئي ، إلا أن هذا الاحتمال ضعيف نظرا للوفرة الكبيرة لهذا الغاز في كلا البيئتين البحرية والعذبة .

٦- قد تكون الإنتاجية العالية للهائمات النباتية في منطقتي المدارات العالية ناتجة عن وفرة المغذيات النباتية بسبب انقلابات المياه المتواصلة نظرا لغياب التنضيد الحراري فيهما ، بالإضافة لما هو معروف من قلة لتباين الأنواع فيهما . أما المياه في المناطق المدارية الأوطأ سواء في المناطق المعتدلة أو الاستوائية فهي على العكس تكون واقعة تحت تأثير التنضيد الحراري ، كما أنها تمتاز بأرتفاع تباين الأنواع فيها (الشكلين ٩ و١٠ للأطلاع فقط) .



شكل ٩(للأطلاع فقط) : انحدار درجة حرارة المياه وانقلابها في البحيرات ثنائية الخلط



شكل ١٠ (للأطلاع فقط) : أ- انحدار كثافة المياه البحرية ب- الانحدار الحراري في درجة حرارة المياه البحرية

ثانيا : التباين الجغرافي (أو الأفقي) في التوزيع Geographical variations of distribution

هناك عادة تباين جغرافي (أو أفقي) كبير في توزيع الهائمات النباتية ضمن الجسم المائي الواحد في اي من المناطق المدارية المعروفة . وهذا التباين قد يعود الى عدة عوامل ، أهمها:

١- الرياح السائدة : قد تعمل الرياح السائدة على تركيز الهائمات النباتية على أحد السواحل دون المواقع الأخرى ، علما أن تأثير الرياح في الهائمات السطحية يكون أكبر من تأثيرها على الهائمات في الأعماق .

٢- التيارات : قد تعمل التيارات المختلفة على تركيز الهائمات النباتية في مواقع معينة دون أخرى .

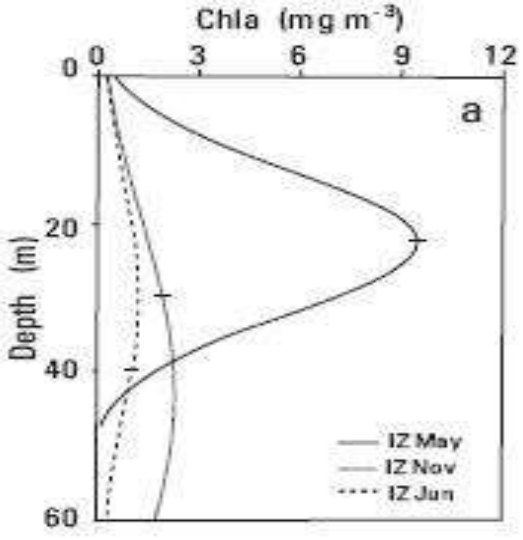
٣- الرعي : قد يعمل الرعي من قبل الهائمات الحيوانية على تغيير التوزيع المتجانس للهائمات النباتية ، كما هي الحال عند الهجرة العمودية لبعض مجاميع الهائمات الحيوانية الى السطح لغرض التغذية .

٤- تراكيز المغذيات النباتية : التباين الموقعي الحاصل في تراكيز المغذيات النباتية نتيجة مثلا ، للتباين في تصريفها من الأراضي المجاورة ، يعتبر أحد أهم العوامل في التباين الموقعي في توزيع الهائمات النباتية .

٥- روافد الجسم المائي : روافد الجسم المائي كالقنوات الفرعية للأنهر أو للبحيرات في بيئة المياه العذبة والمصبات في البيئة البحرية تمثل مواقع غنية بالهائمات النباتية بالمقارنة مع كتلة المياه الرئيسية في النهر أو البحيرة أو البحر . وهذا يؤدي الى تباين موقعي واضح في التوزيع الجغرافي للهائمات النباتية في الجسم المائي الواحد .

ثالثا : التباين العمودي في التوزيع Vertical variations of distribution

يقتصر وجود الهائمات النباتية فقط على المناطق التي يصلها الضوء ، سواء في البيئة البحرية أو في بيئة المياه العذبة ، وليس هناك أي حياة للهائمات النباتية في المناطق الغير مضيئة من هذه البيئات . لذا فأن التباين العمودي في توزيع الهائمات النباتية غالبا ما يكون وفقا لما يلي (الشكل ١١) :



شكل ١١ : التباين العمودي في توزيع الهائمات النباتية

أن غالبية أنتاج الهائمات النباتية يقع في المنطقة المضيئة ثم الميل للانخفاض التدريجي حتى اضمحلال الهائمات النباتية في بداية المنطقة غير المضيئة . كما أن أعلى أنتاج للهائمات النباتية يقع عادة على بعد عدد من الأمتار تحت السطح ، وذلك بسبب التأثيرات الضارة لشدة الإضاءة العالية لأشعة الشمس في السطح ، والتي تؤدي أما الى قتل الهائمات النباتية أو الإعاقة الضوئية لها . وقد وجد أن عمق أعلى أنتاج يختلف تبعا للاختلافات المدارية ، أذ يكون هذا العمق كبير في المناطق الاستوائية وأقل في مناطق المدارات الأعلى باتجاه القطبين .

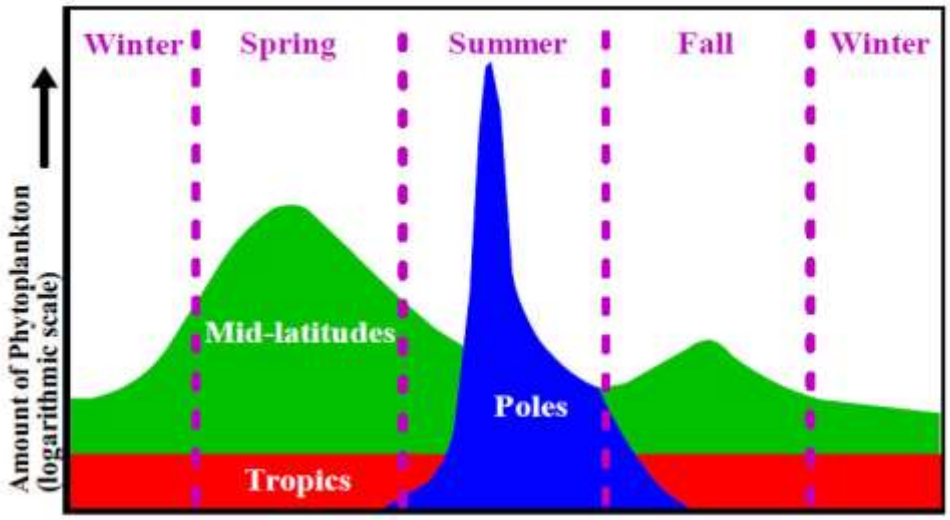
رابعا : التباين الفصلي في التوزيع Seasonal variations of distribution

هناك ثلاث أشكال رئيسية مختلفة من التباين الفصلي للهائمات النباتية على النطاق العالمي في كلا البيئتين البحرية والعذبة ، وذلك تبعا للاختلافات المدارية (الشكل ١٢) ، و كما يلي :

١- التباين الفصلي في التوزيع في المنطقتين القطبيتين : ويشمل التباين الفصلي في توزيع الهائمات النباتية في البحار الشمالية في نصف الكرة الأرضية الشمالي مع مثيله في الجزء الجنوبي من المياه القطبية الجنوبية في نصف الكرة الأرضية الجنوبي .

٢- التباين الفصلي في التوزيع في المنطقتين المعتدلتين : ويشمل التباين الفصلي في توزيع الهائمات النباتية في المنطقة المعتدلة الشمالية مع مثيله في المنطقة المعتدلة الجنوبية .

٣- التباين الفصلي في التوزيع في المنطقة الاستوائية : ويقتصر هذا التباين الفصلي على توزيع الهائمات النباتية ضمن المنطقة الاستوائية فقط .



شكل ١٢ : التباين الفصلي للهائمات النباتية على النطاق العالمي

التباين الفصلي في توزيع الهائمات النباتية في المنطقة المعتدلة الشمالية ، يمثل التوزيع الأكبر نصيبا في الدراسات البيئية ،وهو يشمل وجود زيادتين وإنخفاضين خلال السنة . الزيادة الأولى تحدث خلال الربيع والثانية خلال الخريف ، أما الانخفاض الأول فيحدث خلال الشتاء والثاني خلال الصيف . وعادة ما تكون الزيادة الربيعية أكبر من الزيادة الخريفية والانخفاض الشتوي أقل بكثير من الانخفاض الصيفي .

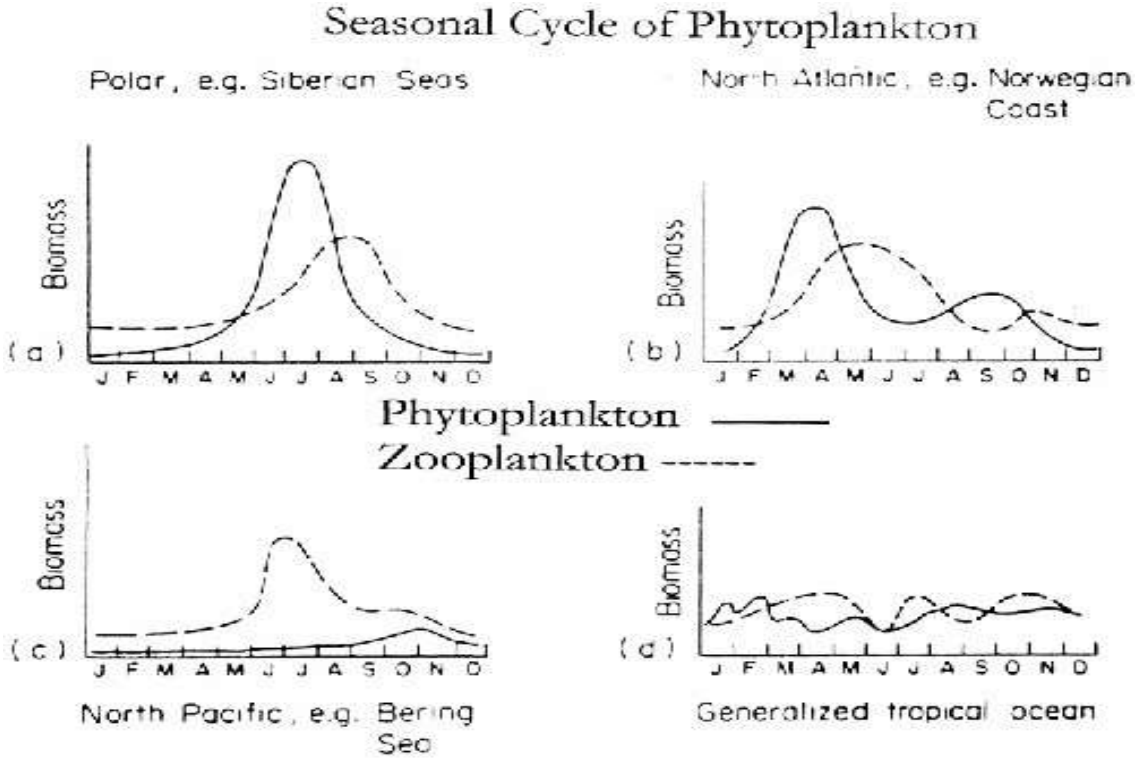
وفيما يلي أدناه التفسيرات التي وضعت لهذا الشكل من التباين الفصلي في توزيع الهائمات النباتية في بحار المنطقة المعتدلة الشمالية وفي بحيراتها .

١- التباين الفصلي في توزيع الهائمات النباتية في بحار المنطقة المعتدلة الشمالية :

أن الانخفاض الشتوي في الهائمات النباتية يسمح بتراكم المغذيات ، لذا يعتقد أن الزيادة السريعة للهائمات النباتية في الربيع ناتجة عن عاملي وفرة المغذيات النباتية وأشعة الشمس الساقطة على سطح المياه في هذا الفصل . أما الزيادة الخريفية فلا يمكن تفسيرها وفقا لهذين العاملين فقط .

الانخفاض الشتوي هو بسبب درجات الحرارة الواطئة للمياه في هذا الفصل ، والتي تؤدي الى اختزال الفعاليات الأيضية للهائمات النباتية . أما الانخفاض الصيفي فيعتقد أنه بسبب نفاذ الأملاح المغذية في مياه السطح نظرا للزيادة الكبيرة الأولى للهائمات النباتية خلال الربيع . وهناك عامل مهم أخر ، هو فرضية تأثير عملية الرعي من قبل الهائمات الحيوانية ، أذ تنتج الزيادة الربيعية للهائمات النباتية غذاء

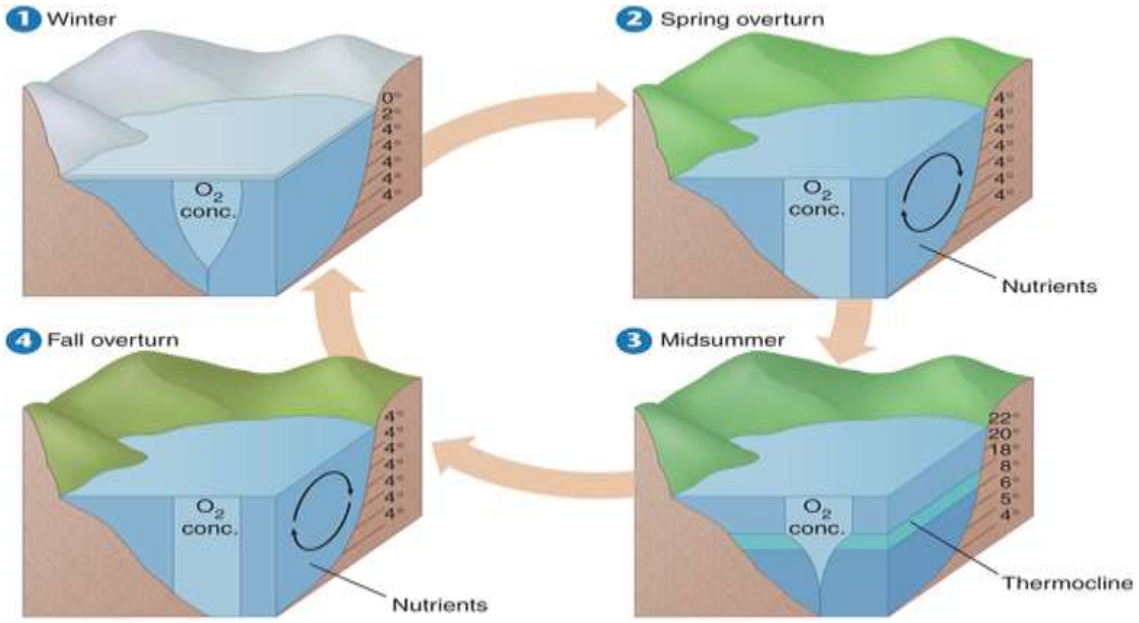
بشكل واسع ، مما يؤدي الى نشوء زيادة لاحقة في الهائمات الحيوانية أيضا . وعندما تحقق الهائمات الحيوانية أعلى زيادة واضحة لها في نهاية الربيع ، فأنها سوف تعمل على استهلاك الهائمات النباتية بسرعة كبيرة تفوق الإنتاج ، وبالتالي تراجعه ونشوء الانخفاض الصيفي . وتبعا لهذه الفرضية أيضا ، فأن الانخفاض الصيفي للهائمات النباتية سوف يتبعه لاحقا انخفاض أيضا في الهائمات الحيوانية التي تتغذى عليها ، وبالتالي اختزال أعداد الهائمات الحيوانية في نهاية الصيف ، مما يوفر الفرصة لتحقيق الزيادة الثانية للهائمات النباتية خلال الخريف (شكل ١٣ للأطلاع فقط) .



شكل ١٣ (للأطلاع فقط) : التباين الفصلي للهائمات النباتية والحيوانية في المناطق المدارية المختلفة

٢- التباين الفصلي في توزيع الهائمات النباتية في بحيرات المنطقة المعتدلة الشمالية :

البحيرات العميقة في المنطقة المعتدلة الشمالية ، تمتاز عادة بوجود الغطاء الجليدي خلال الشتاء وبوجود التنضيد الحراري خلال الصيف ، لذا فهي عادة بحيرات ثنائية الخلط . الخلط الأول يحدث في الربيع بعد ذوبان الجليد وانتهاء الركود الشتوي ، ويدعى الانقلاب الربيعي ، والخلط الثاني يحدث في الخريف بعد تحطيم الانحدار الحراري الناتج خلال الصيف ، ويدعى الانقلاب الخريفي
(شكل ١٤ للأطلاع فقط) .



شكل ١٤ (للأطلاع فقط) : الأنقلاب الربيعي و الأنقلاب الخريفي في بحيرات المنطقة المعتدلة الشمالية

ويعتقد أنه خلال فترة الركود الشتوي ، سوف تتراكم الأملاح المغذية بسبب ضعف الإنتاج في هذا الفصل . أما خلال الانقلاب الربيعي فأن أية أملاح مغذية تجمعت على القاع ستعود للاختلاط بعمود الماء مرة أخرى ، يرافقها كذلك وصول أشعة الشمس الى سطح المياه بعد ذوبان الجليد ، وبالتالي نشوء الزيادة الربيعية . بعد ذلك فان الأملاح المغذية سوف تتلاشى من سطح الماء سريعا بسبب الاستهلاك الكبير لها من قبل الهائمات النباتية ، مما يؤدي الى نشوء الانخفاض الصيفي للهائمات النباتية والذي يترافق عادة مع بداية الركود الصيفي الناتج عن التنضيد الحراري . وتنشئ الزيادة الثانية للهائمات النباتية بعد ذلك خلال الخريف ، بسبب الانقلاب الخريفي للمياه ، والذي يعمل على خلط المغذيات المتجمعة خلال الركود الصيفي في الطبقة العميقة من البحيرات مع عمود الماء مرة أخرى ، مما يؤدي الى نشوء هذه الزيادة.

العوامل الفيزياوية والكيمياوية المؤثرة في التباين الفصلي للتوزيع :

فيما يلي أدناه بعض العوامل الفيزياوية والكيمياوية الرئيسية والمؤثرة بالتباين الفصلي في التوزيع .

١- درجة حرارة الهواء والماء ٢- شدة الضوء ٣- شفافية المياه ٤- درجة الأس الهايدروجيني

٥- المغذيات النباتية ٦- الملوحة .

خامسا : ازدهار الهائمات النباتية (التباين غير الفصلي في التوزيع) Phytoplankton bloom

بالإضافة الى خاصية الزيادات الفصلية المنتظمة للهائمات النباتية ، فأنها قد تحقق أحيانا زيادة كبيرة ومؤقتة في وفرتها ، تكون غير مرتبطة بفصل معين من السنة . ومثل هذه الزيادة قد تحدث في كلا البيئتين البحرية والعذبة على حد سواء ، كما أنها قد تكون بطيئة أو سريعة في ظهورها واختفائها . وكمثال أزدهار طحالب السوطيات الدوارة في البيئة البحرية ونشوء ظاهرة المد الأحمر (شكل ١٥) وأزدهار الطحالب الخضر- المزرقة في بيئة المياه العذبة بفعل نشوء ظاهرة الأثراء الغذائي فيها (شكل ١٦) .

شكل ١٥ : ظاهرة المد الأحمر في البيئة البحرية

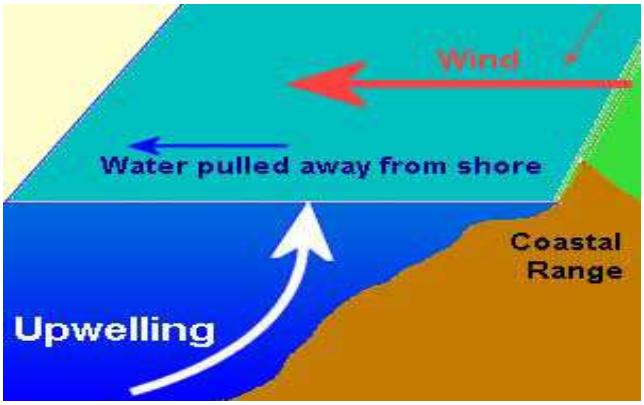
شكل ١٦ : أزدهار الطحالب الخضر ـ المزرقة في بيئة المياه العذبة

أسباب الازدهار :

يعتقد أن هناك سبب رئيسي واحد لحالات الازدهار بشكل عام وهو الزيادة في وفرة المغذيات النباتية ، تبعا لعدة عوامل أهمها :

١- الرياح الشديدة التي تعمل على خلط رواسب القاع وتحرير المغذيات المتراكمة ودفعها الى عمود الماء

٢- انبثاق المياه (Upwelling) البحرية الساحلية من المنطقة المعتمة والغنية بالمغذيات النباتية بسبب غياب عملية البناء الضوئي فيها (شكل ١٧ للأطلاع فقط) .



شكل ١٧ (للأطلاع فقط) : ظاهرة أنبثاق المياه البحرية الساحلية

٣- الأمطار والفيضانات التي تعمل على نقل المغذيات النباتية من اليابسة الى المياه .
٤- الإثراء الغذائي (Eutrophication) والإغناء الاصطناعي (Enrichment) ، وهما من وسائل زيادة المغذيات النباتية في البيئة المائية ، نتيجة لاستخدام الأسمدة العضوية و اللاعضوية من قبل الإنسان في الزراعة أو في الاستزراع المائي أو البحري أو من خلال طرح الملوثات الى البيئة المائية.

التأثيرات الحياتية لازدهار الهائمات النباتية :

أولا : التأثيرات الضارة :

١- نفوق الحيوانات على نطاق واسع :

ظاهرة الوفيات الكبيرة للحيوانات والمصاحبة عادة لازدهار الهائمات النباتية قد تتم ، أما بسبب الاختناق أو التسمم . الاختناق يتم عادة خلال ساعات الظلام في غياب عملية البناء الضوئي نتيجة لاستهلاك الأوكسجين المتوفر في تنفس الأعداد الهائلة من الهائمات النباتية ، أو بسبب التحلل الهوائي العالي للأعداد الكبيرة الميتة من هذه الهائمات . أما التسمم فيتم أما بسبب أنتاج غاز H_2S السام نتيجة لعدم كفاية الأوكسجين اللازم لإتمام التحلل الهوائي والتحول الى التحلل اللاهوائي نتيجة الظروف اللاهوائية الجديدة ، أو بسبب الطرح المباشر للعديد من أنواع السموم من قبل الهائمات النباتية نفسها . وكلا المجموعتان من طحالب السوطيات الدوارة في البيئة البحرية والطحالب الخضر - المزرقة في بيئة المياه العذبة ، مشهورتان في هذا المجال .

٢- تغيير الطبيعة الفيزياوية و الكيمياوية للمياه ، مثل العكارة واللزوجة واللون والرائحة أضافة للعديد من الخواص الكيميائية المهمة وأن مثل هذه التغيرات قد تكون ضارة فقط أو سامة أحيانا .

ثانيا : التأثيرات المفيدة :

أن مبدأ الزيادة الكبيرة وغيرالفصلية في إنتاجية الهائمات النباتية بفعل الزيادة في الأملاح المغذية في المياه ، جعلت العديد من البلدان ومنها بالذات بلدان شرق وجنوب شرق آسيا ، أن تعتمد ذلك كطريقة لزيادة أعداد الأحياء المعتمدة في تغذيتها على الهائمات النباتية . وبالتالي زيادة الغذاء الأساسي المناسب للأسماك والأحياء الأقتصادية الأخرى في برك وأحواض التربية ، بهدف توفير الغذاء للإنسان .

التكوين النوعي للهائمات النباتية عند الازدهار :

عادة ما تتضمن الهائمات النباتية عند ازدهارها سيادة نوعا محددا من الهائمات وبنسبة مئوية قد تصل الى حوالي ٩٩% من مجموع الأنواع الأخرى في البيئة . وبالرغم من أن الظروف الفيزياوية والكيمياوية قد تكون مؤاتية لنمو انواع أضافية أخرى ، إلا أن النمو يكون مقتصرا على هذا النوع فقط . ويعتقد أن حالة النمو المنفردة هذه ، قد تعود الى قابلية النوع المعني على طرح مواد كيميائية أيضية تكون مشجعة له ومثبطة لغيره . أذ وجد أن الجنس *Nitzschia* يحقق نمو سريعا في المختبر عندما يكون الوسط الزرعي المستخدم في تنميته مأخوذ من المياه التي جلب منها بالمقارنة مع نموه في وسط زرعي أخر مأخوذ من مياه بحرية أخرى ينعدم وجوده فيها . والتجارب المختبرية العديدة أثبتت فعلا وجود مثل هذه المواد .|