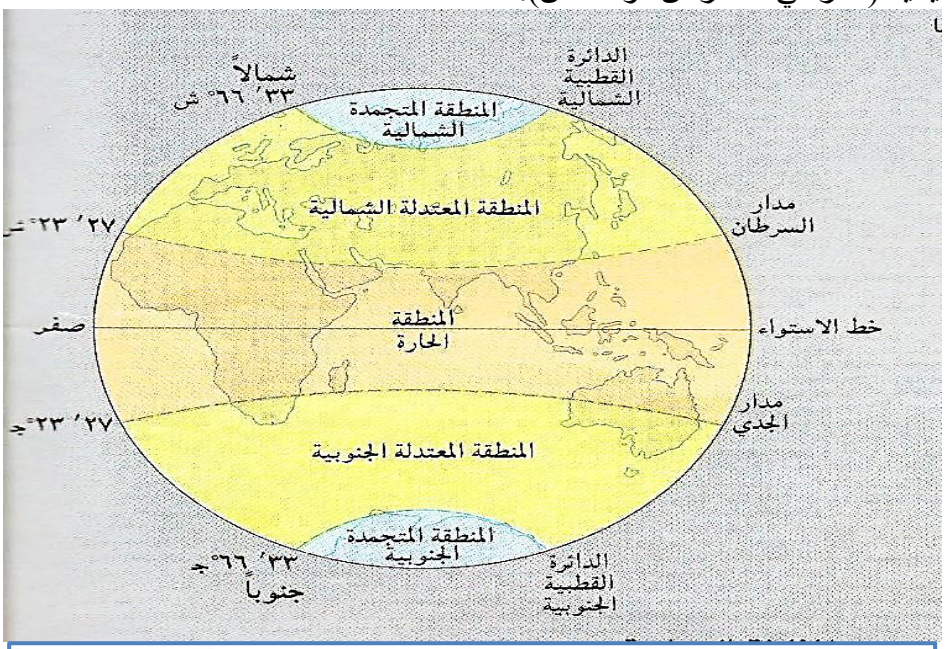
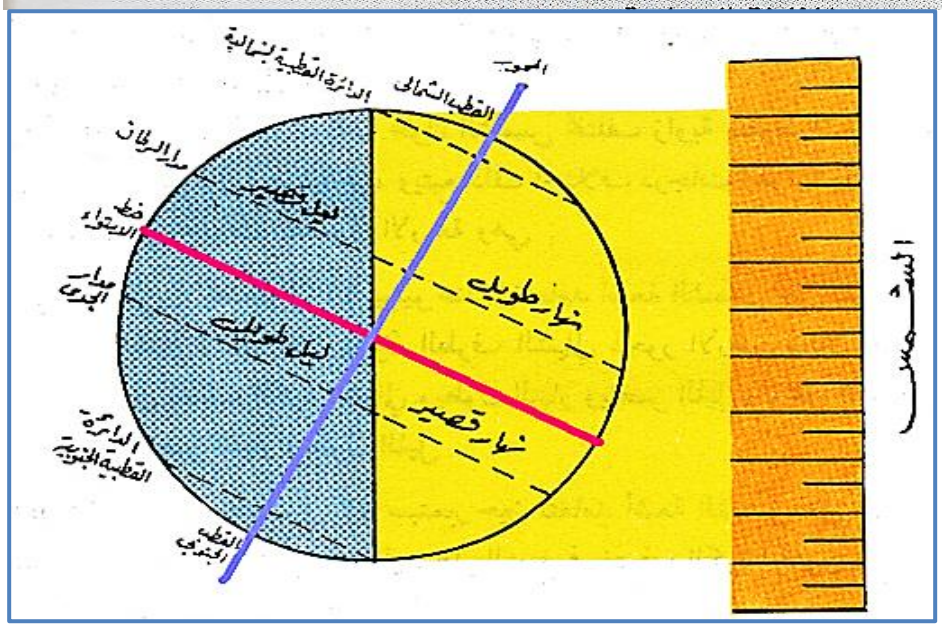
ثانياً: انماط تواجد وتوزيع الهائمات

Occurrence and distribution patterns of plankton

تتأثر انماط توزيع وتواجد ووفرة الهائمات بالتغيرات في العوامل البيئية المحيطة بها اعتماداً على موقعها الجغرافي على الكرة الارضية والتي تدعى بالمناطق المدارية - كالمناطق الاستوائية وشبة الاستوائية الدافئة والمعتدلة وكذلك المناطق القطبية الباردة (شكل 11)- اذ ان هناك العديد من العوامل ذات التأثير المباشر او غيرالمباشر على الهائمات كالعوامل الفيزيائية (ومن اهمها درجة الحرارة و والضوء والعكورة والامواج والتيارات المائية)، والعوامل الكيميائية (ومن اهمها الاس الهيدروجيني و الملوحة والمغذيات)، والعوامل الحياتية (كالرعي-الافتراس- والتنافس).





شكل 11: المناطق المدارية للكرة الارضية

اولاً: التغيرات الفصلية في توزيع الهائمات

1- **التغيرات الفصلية للهائمات النباتية**

في كلا بيئتي المياه العذبة والبحرية، سيكون هناك ثلاث اشكال اساسية مختلفة من التباين الفصلي للهائمات النباتية وذلك بسبب تعدد المناطق المدارية والجغرافية على الكرة الارضية (شكل12، 13):

أ- التغيرات الفصلية في التوزيع للمنطقتين المعتدلتين الشمالية والجنوبية:

وتتميز هذه المنطقتين بامتلاكها زيادتين وانخفاضين خلال السنة الواحدة، تحدث الزيادة الاولى خلال فصل الربيع بينما تحدث الزيادة الثانية خلال فصل الخريف ولكنها اقل من الزيادة الاولى، اما الانخفاضين فانهما يحدثان خلال فصلي الشتاء والصيف وعادة يكون الانخفاض الشتوي اكبر من الانخفاض الصيفي.

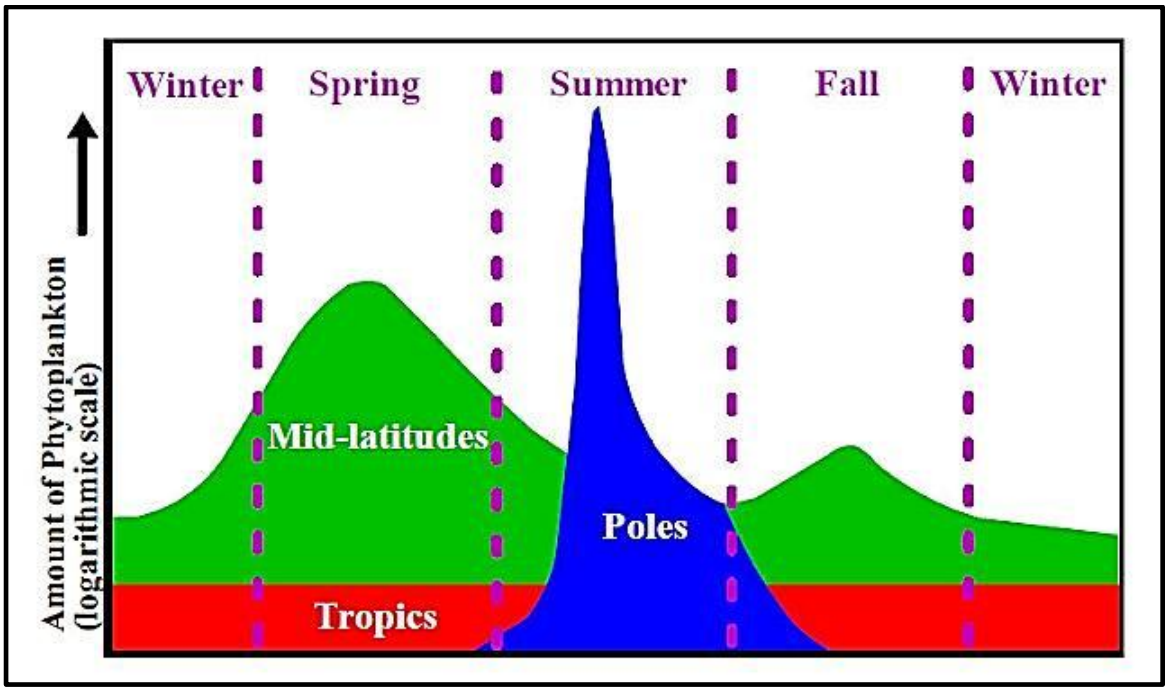
خلال **فصل الشتاء** تكون درجة حرارة واطئة فضلاً عن انخفاض في شدة وطول فترة الاضاءة خلال فترة النهار القصير، وهذا يؤدي الى انخفاض في الفعاليات الايضية لكل الاحياء بصورة عامة مما يقود الى تراكم في المغذيات، بمعنى توفر متزايد للمغذيات في البيئة. اما بالنسبة للعوامل الحياتية فتتمثل بقلة معدلات افتراس الهائمات الحيوانية للهائمات النباتية. ومن اهم المجاميع السائدة في هذا الفصل الطحالب العصوية او الدياتومية Bacillariophyta وقديرية الاسواط Pyrrophyta.

وتبدأ الحالة اعلاه بالتبدل عند بداية **فصل الربيع** او ما يسمى بالانقلاب الربيعي اذ تطرأ زيادة واضحة في درجة حرارة وايضاً زيادة في طول النهار مع ارتفاع متوسط في شدة الاشعاع الشمسي، وبطبيعة الحال فهناك توفر عالي للمغذيات بسبب تراكمها في الشتاء ولكن ما زال هناك معدل قليل للافتراس من قبل الهائمات الحيوانية، وكل ذلك يقود الى زيادة في الهائمات النباتية كماً ونوعاً. وتبقى الطحالب العصوية Bacillariophyta هي المجموعة السائدة في البيئة.

وعند قدوم **فصل الصيف** يستمر الارتفاع في درجة الحرارة بشكل سريع وايضاً زيادة كبيرة في كمية الضوء ويطول النهار كثيراً مما يؤدي الى نمو كبير ومتسارع في كل الهائمات النباتية يقود الى استهلاك كبير للمغذيات مما يتسبب في انحدارملحوظ في تراكيز المغذيات المتوفرة،ومن جهة اخرى فأن وفرة الهائمات النباتية يعني وفرة الغذاء للهائمات الحيوانية مما يشجع زيادة معدلات الرعي او الافتراس وبالتالي نمو وتكاثر الهائمات الحيوانية. المجاميع السائدة الطحالب العصوية و الذهبية Chrysophytes. ولكن هذه الحالة لاتستمر طويلا، فبسبب الارتفاع المتزايد في درجات حرارة وطول فترة التعرض للضوء الشديد وانخفاض ملحوظ في المغذيات بسبب استهلاكة الواسع فضلا عن المعدل ألأعلى للافتراس من قبل الهائمات الحيوانية سيؤدي ذلك لتحديد نمو الكثير من الهائمات النباتية التي كانت سائدة في بداية الفصل وتبديلها بمجاميع اخرى تتحمل الظروف الجديدة مثل الطحالب الخضر Chlorophyta. وباستمرار هذه الظروف البيئية سيقود الى انخفاض كبير في مجتمع الهائمات النباتية يتبعة معدل واطئ للافتراس من قبل

الهائمات الحيوانية، وعندئذ تظهر مجاميع اخرى من الهائمات مثل مستعمرات الطحالب الخضر colonial Chlorophyta والطحالب الخضر المزرقة Cyanobacteria.

ويتبدأ هذه الظروف بالتغير عند بداية **فصل الخريف** اذ ستبدا درجات الحرارة بالانخفاض التدريجي مع انخفاض في شدة الضوء ويبدأ تركيز المغذيات بالارتفاع لقلة الاستهلاك. كما ان الافتراس سيكون قليل لقلة انواع الهائمات الحيوانية المتواجدة. وخلال هذه الفترة سنلاحظ عودة الطحالب العصوية للظهورمرة اخرى. وتستمر حالة الانخفاض في درجات الحرارة وكمية الضوء وقلة الهائمات النباتية مع زيادة في المغذيات وقلة الرعي او الافتراس الى نهاية الخريف حيث يبدا فصل الشتاء لتعاد نفس العملية مره اخرى.



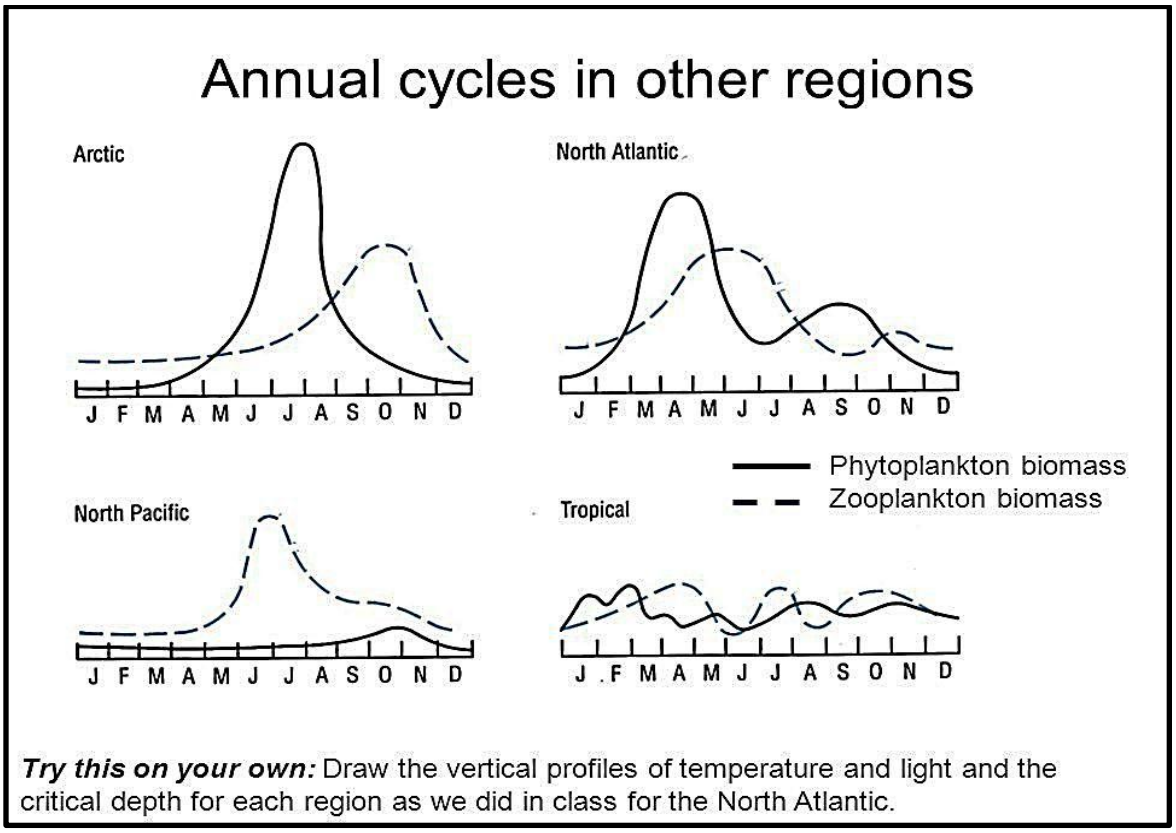
شكل 12: التغيرات الفصلية في توزيع الهائمات النباتية حسب المناطق المدارية

ب- التغيرات الفصلية في التوزيع للمنطقتين القطبيتين الشمالية والجنوبية:

ويحدث فيها زيادة واحدة واضحة خلال فصل الصيف فقط بينما تكون بقية اوقات السنة منخفضة جدا اومعدومة، وذلك يرجع للمناخ القاسي لهذة المنطقة والذي يتمثل بدرجات الحرارة المنخفضة جدا والتي غالبا ما تبقى تحت الصفر المئوي طوال السنة، فضلا عن الشتاء الطويل والذي يصل الى ستة اشهر مما يسبب ابقاء الفعاليات الحيوية في ادنى مستوياتها وهذا يقود لتراكم المغذيات طيلة اشهر الشتاء، وبقدوم الصيف والارتفاع الطفيف في درجات الحرارة وطول فترة النهار التي تصل الى 24 ساعة لمدة ستة اشهر تقريباً مما يوفر الوقت الكافي للزيادة الكبيرة في انتاجية الهائمات النباتية خصوصا مع توفر كميات كبيرة من المغذيات.

ت- التغيرات الفصلية في التوزيع للمنطقة الاستوائية:

وهي منطقة واحدة تقع عند خط الاستواء، وبسبب الاستقرار النسبي وعدم تواجد فروقات مناخية كبيرة بين فصول السنة في هذه المنطقة فلذلك يلاحظ عدم وجود زيادات او انخفاضات واضحة فيها بل يغلب عليها الاستقرار، فتتواجد الهائمات النباتية بنفس المستوى تقريباً طيلة ايام السنة.



شكل 13: التغيرات الفصلية في توزيع الهائمات النباتية والحيوانية حسب المناطق المدارية

2- **التغيرات الفصلية للهائمات الحيوانية**

يمكن وصف الدورات الفصلية للهائمات الحيوانية بطريقة مشابهة لما يحصل لدورات الهائمات النباتية الفصلية . ففي أيام **الشتاء** الباردة تتكون تجمعات الهائمات الحيوانية في المسطحات المائية الداخلية للمناطق المعتدلة من عدد قليل من الأفراد التي تنمو ببطيء حيث ندرة الغذاء وهذه الحالة مشابهة لتجمعات الطحالب الهائمة الحقيقية (Holoplankton algal populations) التي تنمو ببطيء في الشتاء . لكن بالمقارنة فأن اللافقريات النهرية غالبا ما تنموا بشكل جيد في الشتاء بسبب سقوط أوراق النباتات أثناء **الخريف** والتي تكون الغذاء الرئيسي لمثل هذه الحيوانات .

في أيام **الشتاء** الباردة تتكون الهائمات الحيوانية في الغالب من بالغات وصغار مجموعة مجذافية الأقدام، أما براغيث الماء فتكون نادرة التواجد في الشتاء و لو أن كميات لا بأس بها يمكن أن تتواجد في الرواسب في حالة سبات (resting state H أو ما يسمى diapause) اما ألدولابيات (Rotifers) هي كذلك أقل سيادة في هائمات الشتاء البارد وتبقى كبيض في حالة سبات في الرواسب.

وخلال **فصل الربيع** وبزيادة درجة حرارة المسطحات المائية الداخلية كالبحيرات والأهوار تصبح الهائمات الحيوانية أكثر فاعلية ونشاط ويمكن تمثيل العلاقة بين معدل التغذية ودرجة الحرارة فتظهر علاقة خطية تامة ، لذلك فأن النمو يزداد بسرعة إذا كان الغذاء متوفرا . في الربيع وعندما ترتفع درجة الحرارة الى الحد الملائم والمناسب لتبدأ بيوض براغيث الماء (Cladocera) والدولابيات (Rotifers) بالفقس منتجة أعداد كبيرة من الصغار التي سرعان ما تنضج عن بالغات . بيض مجموعة مجذافية الأقدام (Copepods) تفقس أيضا في الربيع لكن معدل نضج الصغار أبطأ بكثير . فالنتائج تعني الزيادة السريعة جدا في أعداد براغيث الماء والدولابيات في الربيع مع الارتفاع البطيء لأعداد مجموعة مجذافية الأقدام والمايسدس (Mysids) .

في البحيرات المعتدلة وخلال نهايات **فصل الربيع** فان براغيث الماء والدولابيات يمكنها زيادة كتلتها بنسب مئوية قليلة كل يوم جزئيا عن طريق التكاثر اللاجنسي (Asexually reproduction) . يزداد معدل حجم الهائمات الحيوانية القشرية في هذا الوقت مكونا منها حيوانات مهمة كمفترسات اكثر من افتراض زيادة عددها . التذبذبات الفصلية في الهائمات الحيوانية تكون مشابهة لما يحصل للهائمات النباتية وهي أقل دراماتيكية في المناطق الحارة (Tropical) مما هي في المناطق المعتدلة (Temperate regions) . تتغذى الأعداد الكبيرة من صغار الهائمات الحيوانية لفترة **الشتاء** البارد على الأزدهار الربيعي للدايتومات ، وبعد انحدار الأزهار الربيعي تصبح الطحالب نادرة وغالبا ما تتكون من الطحالب الخضراء الكبيرة غير القابلة للهضم على الأغلب أو من السوطيات الصغيرة (small flagellates).

3- ازدهار الهائمات النباتية غير الفصلي Phytoplankton bloom

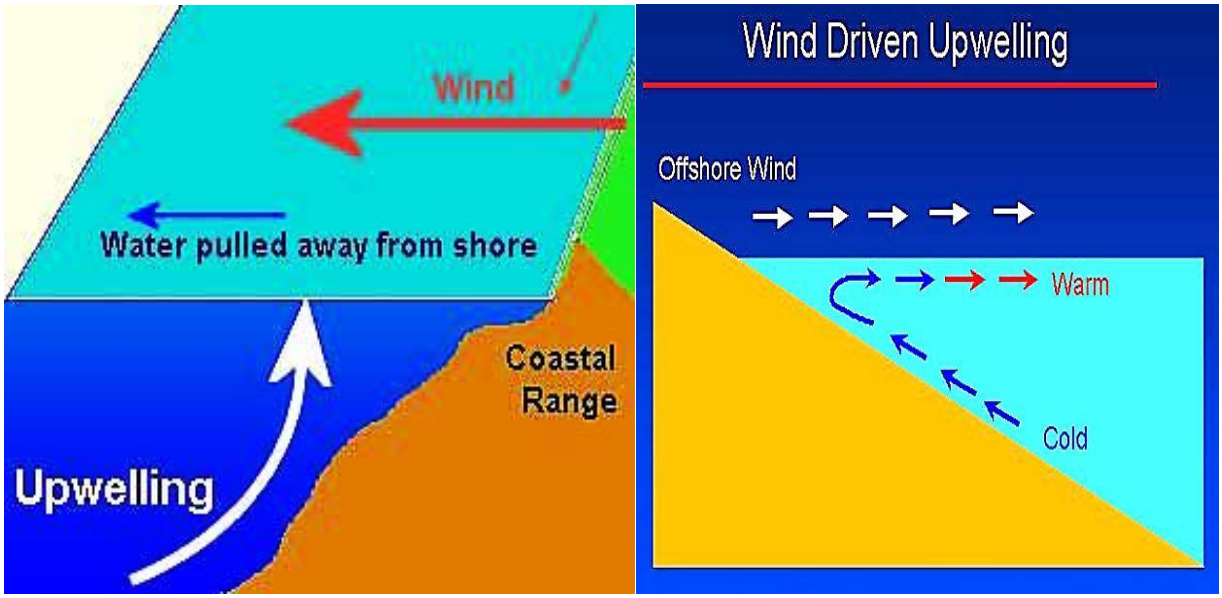
وهذه زيادات غير مرتبطة بفصل معين او مكان محدد وانما تحدث غالبا بشكل مفاجئ في المياه العذبة او البحرية وبشكل بطئ او سريع سواء في نشؤها او نهايتها. ويطلق على مثل هذه الازدهارات مصطلح **المد الاحمر** في حالة حدوثة في البيئة البحرية من قبل العديد من الهائمات كالانواع التابعة لمجموعة السوطيات الدوارة، كما يطلق عليها ظاهرة **الاثراء الغذائي** عند حدوثة في المياه العذبة عند ازدهار الطحالب الخضر المزرقة.

وهناك عدة اسباب تؤدي لحدوث مثل هذه الظاهرة منها:

1- وجود وفرة كبيرة من المغذيات النباتية في البيئة، ويعد هذا السبب الرئيسي والاهم للازدهارات، ووفرة هذه المغذيات اما يكون بصورة طبيعية نتيجة تراكمها بكميات كبيرة وعدم استهلاكها من قبل الهائمات النباتية، او تكون وفرتها بسبب الانسان من خلال ما يطرحة الى البيئة المائية خلال نشاطة الزراعي سواء من بزل الاراضي الزراعية او الفضلات المنزلية والصناعية او بسبب الاسمدة العضوية وغير العضوية المستخدمة في الاستزراع المائي.
2- الامطار والفيضانات التي تسبب في جرف التربة ونقل المغذيات المتواجدة فيها الى البيئة المائية.

3- الرياح التي تقوم بدفع وتكديس او تجميع كتل الهائمات عند الشواطئ، وقد تعمل الرياح باسلوب اخر من خلال خلط الرواسب القاعية وتحرير المغذيات النباتية واعادة خلطها مع المياه السطحية او مع عمود الماء وبالتالي زيادة تركيز المغذيات.

4- ظاهرة انبثاق المياه Upwelling وتجري عند السواحل البحرية حيث تصعد المياه من القاع المظلم مع ما تحملة من رواسب القاع والمغذيات الى الاعلى، اذ تحوي هذه المياه على المغذيات المتراكمة نتيجة عدم استخدامها بسبب غياب الضوء وبالتالي توقف عملية التركيب الضوئي في الاعماق المظلمة (شكل 14).



شكل 14: ظاهرة انبثاق المياهUpwelling في السواحل البحرية

التأثيرات السلبية لازدهار الهائمات النباتية

أ- احيائياً: يرافق ظاهرة ازدهار الطحالب موت العديد من الكائنات الحية بشكل مباشر او غير مباشر وخصوصا الاحياء المائية منها كالاسماك ويرقاتها بل وحتى الاحياء البرية كالحيوانات التي تشرب من مياه البرك والبحيرات المتعرضة لهذه الظاهرة وحتى الانسان الذي يستخدم هذه المياه للشرب او الغسل لان سموم تلك الحالب تكون غالبا ذائبة في الماء ولايمكن التخلص منها بالطرق الاعتيادية لتصفية المياه فتسبب موت الانسان او اضطرابات صحية في الكبد او الجهاز العصبي او الحساسية الجلدية وغيرها من الاعراض المرضية.

واسباب نفوق الحيوانات متعددة مثل السموم التي تطرح من قبل طحالب المد الاحمر او بسبب الافرازات التي تفرزها كنواتج ثانوية لنموها او نتيجة الاختناق بسبب نفاذ الاوكسجين الناتج من الظلام الطويل مما يؤدي لتوقف عملية التركيب الضوئي وعدم انتاج الاوكسجين او بسبب الاستهلاك الكبير في الاوكسجين خلال عملية تحلل كتلة الطحالب المسببة للمد الاحمر فيؤدي ذلك

لانتاج غاز كبريتيد الهيدروجين السام للتحلل اللاهوائي للمواد العضوية، وكذلك فان الكثير من الاسماك قد تختنق بسبب انسداد خياشيمها بالطحالب المزدهرة خلال عملية تنفسها وتمرير الماء خلال خياشيمها.

فيزيائياً وكيميائياً: ان ازدهار الطحالب وحدوث ظاهرة المد الاحمر قد يسبب تغيير في الطبيعة الفيزيائية والكيميائية للمياه مثل الزيادة الكبيرة في عكورة الماء ولزوجته، فضلاً عن تغير لونه ورائحتة، وكذلك التغير في الاس الهيدروجيني وبقية الخواص الكيميائية للماء.

ثانياً: التغير المكاني والموقعي في توزيع الهائمات

1- **التوزيع المداري للهائمات**

وتختلف الهائمات النباتية في توزيعها المداري حسب خطوط العرض للكرة الارضية، اذ تكون اعلى انتاجية لها في منطقتي المدارات العالية للقطبين الشمالي والجنوبي، تاتي بعدها المناطق المعتدلة الباردة والدافئة، واخيراً تكون المناطق الاستوائية (شكل 11)، وعادة تتبع الهائمات الحيوانية تواجد الهائمات النباتية لاعتمادها عليها في تغذيتها.

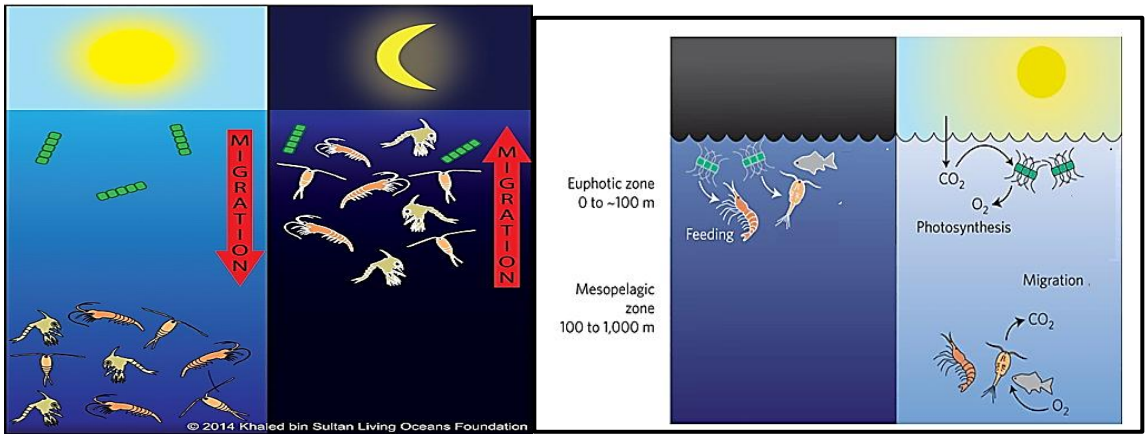
2- **التوزيع الافقي او الجغرافي للهائمات**

بسبب وقوع المسطحات المائية ضمن مناطق جغرافية كثيرة وهي نفسها تقع تحت تأثير المناطق المدارية لذلك سنلاحظ تباين كبير في التوزيع بين المناطق الجغرافية بل وحتى في نفس المسطح المائي الواحد، وهذا قد يعود لجملة من الاسباب منها الرياح والتي قد تعمل على دفع الهائمات النباتية المتواجدة عند سطح الماء وتجميعها عند احد السواحل دون السواحل الاخرى. ومن جهة اخرى فأن التيارات المائية تلعب دوراً مماثلاً للرياح في تركيز الهائمات في اماكن معينة دون الاخرى، وبسبب اهمية المغذيات النباتية في النمو فبالتاكيد كلما كان هناك تراكيز عالية من المغذيات فستتواجد اعداد كبيرة من الهائمات في تلك المناطق، ونتيجة لاعتماد الهائمات الحيوانية في تغذيتها على الهائمات النباتية فلذلك فان مناطق تواجد الهائمات النباتية ستكون عادةً مناطق جيدة لتواجد الهائمات الحيوانية مما يزيد في عملية الرعي، وزيادة الرعي سيؤدي الى تقليل اعداد الهائمات النباتية بعكس المناطق ذات الرعي القليل. واخيرا فان القنوات الفرعية للانهر والبحيرات ذات الجريان البطيئ تكون ذات تنوع عالي وبالتالي يكون هناك تباين موقعي واضح واختلاف في التركيب النوعي والكمي للهائمات عن المسطح المائي الرئيسي.

3- **التوزيع العمودي للهائمات**

مما لاشك فيه بان تواجد الهائمات النباتية سيتحدد في افقياً في المسطح المائي و عمودياً (في عمود الماء) للمناطق التي سيخترقها ويصلها كمية كافية من الضوء لغرض انجاز عملية التركيب الضوئي في كلا البيئتين العذبة والبحرية، بينما تبقى المناطق والاعماق المظلمة خالية من

الهائمات النباتية ولكنها غنية بالهائمات الحيوانية نتيجة عدم ارتباطها بالضوء، ولكن بصورة عامة فان تواجد الهائمات الحيوانية يتبع تواجد الهائمات النباتية (شكل 15).



شكل 15: التوزيع العمودي للهائمات