

حركة المياه تحت السطح:

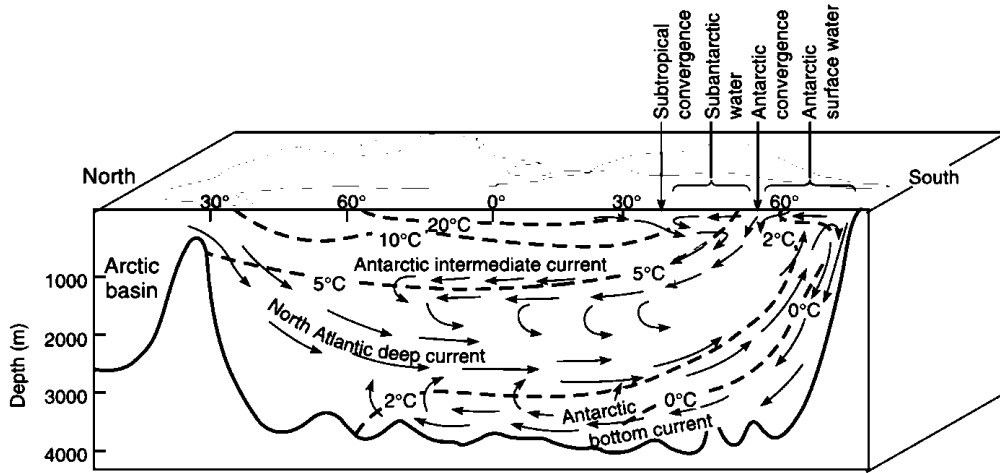
يجب علينا ان ننظر الى التيارات البحرية بثلاثة ابعاد. لقد ذكرنا ان فعل الرياح على السطح يخلق طبقات مختلفة من حركات المياه باتجاهات مختلفة. عند حركة كتل المياه بفعل الرياح فيجب تعويضها بمياه اخرى من مكان اخر. قد تكون هذه المياه سطحية من منطقة اخرى او مياه عميقة تصعد الى السطح وقد تكون من كلاهما. عند جريان التيار من خطوط عرض دنيا الى عليا فان مياهه تبرد مما يؤدي الى ان تغطس هذه المياه مما يؤدي الى حركة المياه في الاعماق. ان تعويض مياه التيارات الاستوائية الشمالية والجنوبية السطحيين يستمد جزء منه من التيارات السطحية القادمة من خطوط العرض العليا والجزء الاخر من الانبثاق او التدفق من المياه العميقة. لو نظرنا الى درجات حرارة مياه التيارات في كاليفورنيا وبيرو وشرق استراليا نجدها اوطأ من درجات حرارة المياه المحيطة بها بسبب التدفق من المياه العميقة الباردة والتي تعوض كتلة المياه التي انتقلت بواسطة التيارات السطحية. تحصل حركة المياه ايضا بسبب اختلاف الكثافات الناتجة عن اختلاف درجات الحرارة او الملوحة. لقد لاحظنا كيف ان المياه تنقل بواسطة التيارات السطحية الى خطوط عرض عليا فتفقد حرارتها فتزداد كثافتها الى ان تصبح

اثقل من الطبقة التي تحتها ومن ثم تغطس وتعود الى خط الاستواء بمستويات عميقة. ان هذه التغيرات في الكثافة تحدث مع حركة المياه من مكان الى اخر وهذه التغيرات تتأثر بتغيرات الملوحة. عند خطوط العرض الدنيا فبالرغم من ان الحرارة تخفض الكثافة الا ان التبخر العالي يرفع من الملوحة فتزداد الكثافة. ان هطول الامطار الغزيرة في بعض المناطق الاستوائية يؤدي الى خفض الملوحة وبالتالي خفض الكثافة. في خطوط العرض العليا تزداد الكثافة بانخفاض درجات الحرارة بالاضافة الى زيادة الملوحة التي تحدث عند انفصال بلورات الثلج من الماء عند تكون الجليد. كما ان الكثافة يمكن ان تنخفض بواسطة هطول الثلج والامطار والسيول من الاراضي المجاورة وعند ذوبان الجليد. ان التأثيرات على كثافة المياه معقدة جداً بسبب تعقيدات العلاقة بين مياه المحيط والغلاف الجوي. عموماً يمكن القول ان كثافة المياه السطحية في خطوط العرض العليا تزداد كثافتها الى ان تغطس وتجري في العمق عائدة الى خطوط العرض الدنيا.

هناك عدة عوامل تؤثر على حركة التيارات تحت السطح. فهي تتأثر بقوى كوريولس وقوى توليد المد. كما ان السلاسل الجبلية تحت السطح تغير من اتجاهها او تعيقها. يمكن ان تتغير حركتها بوجود حركة تيارات اخرى او كتل مائية اخرى. ان التغيرات في الغلاف الجوي له تأثيرات غير مباشرة على المستويات العميقة.

ان العلاقات بين هذه التأثيرات معقدة ولم يتم معرفتها بشكل كامل. تتعرض حركة المياه بين الحين والآخر تحت السطح الى التغيرات بسبب الاضطرابات العميقة والدوامات. في العديد من البقاع يمكن ان نلاحظ ثلاثة انظمة من حركة المياه تحت السطح هي تيار القاع والتيار العميق والتيار المتوسط. علينا ان لانعتبر هذه حركة ثابتة ولكنها تمثل الشكل العام لتتنقل المياه وفيها تؤثر الاضطرابات والدوامات والتي تنقل بعض الكتل المائية باتجاهات مختلفة.

تحدث تيارات القاع في المحيطات الاطلسي والهندي والهادئ بصورة اساسية بسبب



Figure

1.7 Some of the main movements of water below the surface of the Atlantic.

غرق المياه الباردة حول القارة القطبية الجنوبية. تحت المحيط الجنوبي يمكن للماء البارد ان يهرب ببطء متجها شمالا وعلى طول القاع ولكنه يصبح اعلى حرارة بصورة تدريجية بسبب امتزاجه مع مياه ادفأ او قد يكون بسبب ملامسته لقاع البحر. ان التيار القاعي في المحيط الاطلسي والناجم من القطب الجنوبي يطلق عليه عادة التيار القاعي القطبي الجنوبي Antarctic Bottom Current وهو يجري بصورة رئيسية خلال الحوض الغربي الى الغرب من سلسلة منتصف الاطلسي والتي تفصله عن الجزء الشرقي. يجري التيار القاعي القطبي الجنوبي شمالا عبر خط الاستواء الى ان يصل الى خط عرض 40° شمالاً وهنا يفقد خاصيته تدريجياً حيث يندمج مع المياه القادمة بعكس اتجاهه (التيار العميق الشمالي الاطلسي North Atlantic Deep Current) يأتي هذا الماء بشكل اساسي من المياه الغاطسة بسبب التبريد في المنطقة القطبية الشمالية وهذه المياه اصلاً كانت قادمة مع التيار الشمال اطلسي. ان انتشار مياه تيار القاع من القارة القطبية الشمالية يعترضه سلسلة الجبال تحت السطحية وبعض المضائق الضحلة. لذا فان المياه الباردة الغاطسة قرب القارة القطبية الشمالية يبقى او ينحصر في حوض القارة نفسها. الا ان الكثير من المياه تعبر قمة السلسلة الجبلية تحت المحيطية فتكون التيار الاطلسي الشمالي العميق. في البداية تكون حرارته 7-8°م ويتميز بالملوحة والاكسجين العاليين. تجري جنوباً حتى يلتقي التيار القاعي الابرد ويستمر جنوباً وهو يبرد مع الزمن ويجري فوق التيار القاعي القطبي الجنوبي على عمق 1500-3000م. عند خط عرض 60° جنوباً يرتفع التيار العميق الى السطح حيث ينتشر جزء منه الى الشمال بتاثير الرياح وبعضه يغطس بسبب التبريد ليكون التيار القاعي القطبي الجنوبي. ان الماء السطحي البارد الذي ينتشر الى الشمال تبلغ درجة حرارته بين 0-4°م وتنخفض ملوحته الى 34% بسبب ذوبان الجليد. وعند خط العرض 50° جنوباً تقريباً تصل الى منطقة ذات مياه ادفأ وكثافة اقل فتغوص تحتها وتستمر بالجريان شمالاً مكونة التيار القطبي الجنوبي البيني او المتوسط على عمق 800-1200م وقد تصل هذه المياه الى خط عرض 20° شمالاً.

نظرة على حركة المياه في الجزء الشمالي من الخليج العربي

الصفات الحياتية للبيئة البحرية:

ان ماء البحر هو وسط ملائم جداً لتواجد انواع هائلة من الحياة. فالتسجيلات الاحفورية تدل على ماحوته البحار من حياة متنوعة منذ اقدم العصور. يظن اكبر عدد من العلماء ان الحياة بدأت في المياه البحرية. بعضهم يظن انها بدأت في البرك قرب البحار حيث توجد العديد من المحاليل مختلفة التراكيب والتراكيز والتي توفر العديد من الظروف والحرارة والضوء. اما البعض الاخر فيظن انها بدأت حول الفتحات الحرارية في اعماق البحار. لقد تم استيطان البحار بشكل واسع منذ قديم الزمان مما ادى الى تطور التنوع الحياتي فيها كثيراً.

ان كل العوامل الطبيعية اللازمة لتكوين البروتوبلازم موجودة باشكال وتراكيز ملائمة للاستهلاك المباشر من قبل النباتات في محلول ماء البحر. ان نفاذية الضوء في الماء واحتوائه على كميات كبيرة من البيكربونات واشكال اخرى من ثاني اوكسيد الكربون تجعل من البيئة في الطبقات العليا من البحر مناسبة للنباتات لانتاج المواد العضوية بواسطة التمثيل الضوئي وبذلك توفر قاعدة غذائية كبيرة للحيوانات. ان الضوء ينفذ لاعماق محدودة في الماء لذا يجب ان تمتلك النباتات المائية قابلية الطفو قريباً من السطح وان كانت ملتصقة على القاع فان انتشارها يكون محدوداً في المناطق الضحلة. بما ان الماء لا ينفذ الاشعة فوق البنفسجية فان هذا يعطي حماية للاحياء في داخله من ضرر هذه الاشعة. يمكن ان تعيش في البيئة المائية اشكالاً بسيطة وهشة من الحياة لان الماء يوفر لها الطفو والنقل والحماية وبذلك توفر هذه البيئة اشكالاً بسيطة من المنتجات وتقلل من الحاجة للتركيبات المعقدة مثل اعضاء الحركة والعمود الفقري او اغلفة الحماية. هناك عدة فوائد لصغر الحجم في الاحياء المائية فهو يوفر كبر المساحة السطحية نسبة الى الحجم مما يؤخر الغطس ويسهل امتصاص المواد من المحاليل في تراكيز منخفضة كما يوفر مساحة اكبر لامتصاص الضوء. كما ان الاحياء الصغيرة تتكاثر بسرعة كبيرة لانها تنتهز الفرص المناسبة حين توفر الظروف المناسبة لها. لقد تكلمنا عن التيارات البحرية وتبين لنا ان المياه ممزوجة جيداً مما يوفر بيئة متجانسة ويبقى محتوى مياه البحر متجانساً تقريباً بالرغم من بعض الاختلافات المحسوسة بسبب اختلاف درجات التبخر وكمية المياه المضافة اليه في مختلف الاماكن. ان تركيبة مياه البحر في عصرنا هذا قد تختلف عنها في العصور الماضية واذا كان ذلك كذلك فهذا يعني ان الاحياء استطاعت ان تتقوّم وتتطور لملائمة الحياة في الظروف المختلفة. ان سوائل الجسم لمعظم مجاميع اللافقرات البحرية هي مماثلة في ضغطها الازموزي لمياه البحر (isosmotic) ولها نفس التركيب.

ان الحرارة النوعية العالية للماء وحجم المحيطات الكبير يوفر سعة حرارية عالية جداً والمزج العالي للمياه يوفر توزيعاً عادلاً للحرارة. لذا فان مديات درجة حرارة مياه المحيطات محدودة نسبياً وان تغيراتها بطيئة. ان غطس المياه السطحية في خطوط العرض العليا بسبب التبريد يحمل اوكسجيناً وفيراً الى القاع وبذلك يسند الحياة الحيوانية في الاعماق وبذلك تتوافر الحيوانات في كل الاعماق. ان الخاصية المنظمة لمياه البحر (buffer) لوجود ثاني اوكسيد الكربون كافية لاستقرار الـ p^H وبذلك تصبح البيئة البحرية اكثر استقراراً وعلى مساحات واسعة وبذلك فالكثير من الحيوانات والنباتات تكون منتشرة بشكل واسع جداً. ان التغيرات تكون بطيئة جداً مما يسمح لبعض الاحياء بالتأقلم.

الهائمات البحرية:

اشتقت كلمة Plankton من الكلمة الاغريقية التي تعني Wander اي هائم وقد اطلقت على الاشكال السطحية التي تجرفها حركات المياه اكثر من قابليتها على السباحة. وهذه الكائنات يطلق عليها هائمات (Planktons). وبما ان الاشكال اما ان تكون نباتية ويطلق عليها Phytoplankton او حيوانية Zooplankton.

ان الهائمات النباتية مسؤولة عن معظم الانتاجية الاولية في البحار فلا يمكن ان تكون هناك حياة في المحيطات دون عملية التمثيل الضوئي التي تقوم بها هذه النباتات المجهرية. ففي البر تهيمن مثبتات الطاقة

على شكل حشائش او شجيرات او اشجار وعلى عكسها في البحار فان الهائمات النباتية هي اول مانراه في المياه على شكل عكارة او تغير في لون المياه وخصوصا عند ازدهارها (Bloom).

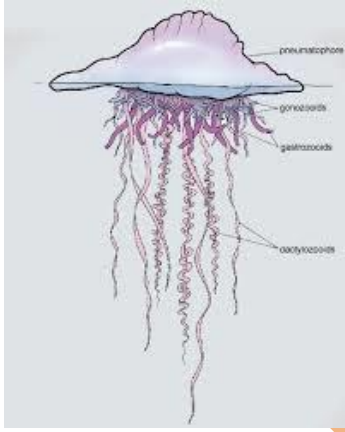
بعض الهائمات تطفو بشكل لا ارادي وليس لها القابلية على السباحة اما البعض الاخر فلها القدرة على السباحة الفعالة ولكنها من الصغر بحيث ان سباحتها لاتحركها بعيداً مقارنة مع المسافات التي تنقلها بواسطة التيارات. ان حركات السباحة هذه فقط لتساعد على الطفو للحصول على 1- الغذاء

2- الهرب من الافتراس

3- لايجاد الرفقة من اجل التكاثر

4- لكي تكون تيارات مائية من اجل التنفس

بالرغم من ان اغلب الهائمات ذات احجام مجهريه الا ان البعض منها كبيرة جداً كما هو الحال في مجسات الرجل البرتغالي المقاتل (Portuguese man of war) (*Physalia*) والتي قد تمتد الى 15 متراً وهناك بعض انواع قناديل البحر (Jellyfish) الذي يمكن ان ينمو ليصل قطره الى اكثر من مترين.



ان الكائنات التي تقضي كل حياتها بشكل هائم تدعى holoplankton اما الكائنات التي تقضي مرحلة من مراحل حياتها بشكل هائم وخصوصا في المراحل الاولى من حياتها فيطلق عليها meroplankton وهي ممثلة بالكائنات التي تكون سطحية المعيشة في فترة من حياتها مثل السبورات الهائمة ، البيوض، اليرقاتللحيوانات حرة السباحة (Nekton) free swimming او قاعية المعيشة (Benthic). ان المرحلة الهائمة من حياة يرقات الكائنات الثابتة على القاع هي مرحلة مهمة جداً في حياتها حيث توفر للحيوان القابلية على الانتشار.

بعض المصطلحات المستخدمة لتعريف المكونات المختلفة للهائمات المعتمدة على:

1- الحجم:

يمكن تسمية الهائمات البحرية حسب الحجم كالتالي وهي ليست تقسيم للهائمات :
a- *Net plankton* ان الفئات الاربعة الموصوفة ادناه و تدعى بهذا الاسم لانها يمكن جمعها بواسطة الشباك الخاصة بالهائمات.

أ- *Megaloplankton* وهي الهائمات الهلامية كميدوزا قناديل البحر ويصل حجمها الى اكثر من 20 ملم

ب- *Micronekton*: وهي تقع ضمن نفس الفئة التصنيفية الا انها تطلق على الكائنات الاكثر قوة في السباحة مثل يرقات الاسماك وبعض الحيوانات الاخرى. ويصل طولها بين 20-200ملم.

ت- *Macroplankton* وهي هائمات كبيرة يمكن رؤيتها بالعين المجردة مثل copepods و chaetognatha ويبلغ حجمها 2-20 ملم.

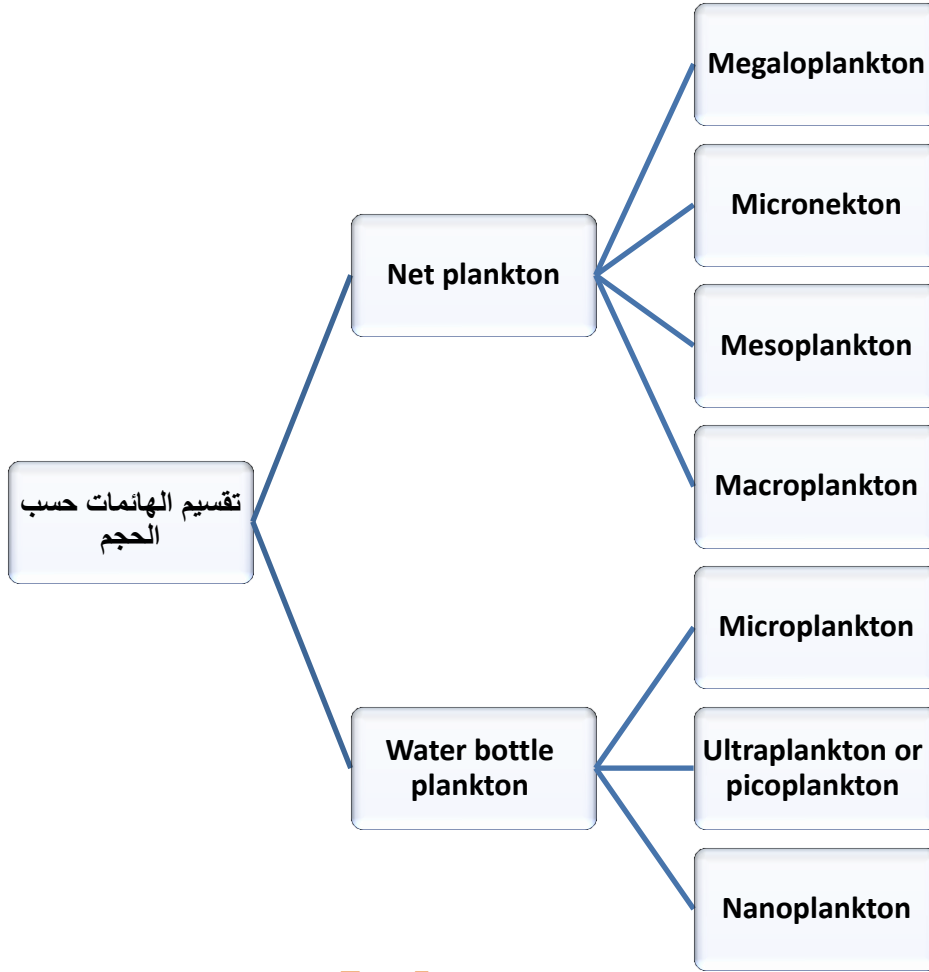
ث- *Mesoplankton* وهي من اهم مكونات الهائمات الحيوانية وتضم cladocerans و copepods ويبلغ حجمها 200µm – mm2

ب- *Water bottle plankton* وهي تمثل الفئات الثلاثة الاخيرة *Microplankton* و *Nanoplankton* و *Ultraplankton or picoplankton* والتي لا يمكن جمعها بواسطة الشباك.

أ- *Microplankton* وهي تضم معظم انواع الهائمات النباتية والمنتقبات *foraminifera* والمهدبات *ciliates* والدولابيات *rotifers* ويرقات *copepod*. وهي بحجم 20-200µm

ب- *Nanoplankton* وهي كائنات مثل العفن *fungi* و *flagellates* و *diatoms* واحجامها 2-20 µm

ت- *Ultraplankton or picoplankton* ومعظمها من البكتريا واحجامها اقل من 2µm



فئات الهائمات حسب البيئة التي تعيش فيها:

أ- *Epiplankton* وهي الهائمات التي تعيش في epipelagic zone اي على عمق يمتد حتى 200 متر.

ب- *Pleuston* وهي كائنات ذات قابلية على الطفو النشط فهي تعيش في الطبقة العليا من الماء عند الحد الفاصل مع الهواء فهي معرضة جزئياً للهواء وتتحرك اساساً بفعل الرياح.

ت- *Neuston* وهي كائنات سباحة صغيرة الحجم تقطن في الطبقة العليا الرقيقة من الماء فإذا كانت في الجانب الهوائي تدعى *epineuston* اما اذا كانت على الجانب المائي فتدعى *hyponeuston*

ث- *Bathyp plankton* وهي هائمات الاعماق

ج- *Hypoplankton* الهائمات التي تعيش قريباً من القاع

ح- *Protoplankton* وهي البكتريا ووحيدة الخلية السطحية من النباتات او الحيوانات

خ- *Seston* وهي المادة العالقة الدقيقة جداً

د- *Tychopelagic* وهي كائنات قاعية المعيشة عادة ولكنها تنفصل عن القاع بين فترة واخرى وينقلها الماء.