جامعة جنوب الوادي
كلية التربية بقنا

مقرر "بيئة حيوان" – كود المقرر BGS237E2

إعداد/

د/هبه محمد فنجري

مدرس – قسم علم الحيوان – كلية العلوم – جامعة جنوب الوادي

القائم بالتدريس

د/ سلوى إبراهيم سباق علي

مدرس – قسم علم الحيوان – كلية العلوم – جامعة جنوب الوادي

العام الجامعي

2025-2024

بيانات الكتاب

الكلية : التربية العام

الفرقة : الثانية

التخصص: العلوم البيولوجية

تاريخ النشر: الفصل الدراسي الاول

2025-2024

رؤية الكلية

التميز فى تعليم العلوم الأساسية والبحث العلمى للمساهمة في بناء اقتصاد الوطن

رسالة الكلية

تقديم تعليم متميز فى مجالات العلوم الأساسية وإنتاج بحوث علمية تطبيقية تدعم اقتصاد الوطن من خلال إعداد خريجين متميزين طبقا للمعايير الأكاديمية القومية وتطوير مهارات وقدرات الموارد البشرية وتوفير خدمات مجتمعية وبيئية تلبى طموحات مجتمع جنوب الوادى وبناء الشراكات المجتمعية

رؤية القسم

خريجون وباحثون متميزون علميا وبحثيا محليا ودوليا خدمة للمجتمع وتنمية للبيئة

رسالة القسم

يسعى قسم علم الحيوان بكلية العلوم من خلال ما يقدمه من برامج تعليمية متطورة وبحث علمى تطبيقى وبنية أساسية مناسبة إلى خريجين متميزين محليا ودوليا فى مجالات العلوم البيولوجية ينتفع بهم المجتمع وسوق العمل.

مقدمة

علم البيئة هو علم التاريخ الطبيعي ، ويعرف هذا العلم حديثا بأنه فرع علم الحيوان الذي يختص بدراسة العلاقة بين الحيوانات وبيئاتها أو يهتم باستجابات أو علاقات كائن أو مجموعة من الكائنات للمؤثرات البيئية والتغيرات التي تحدث في البيئة نتيجة لنشاط الكائنات.

وعلم البيئة واسع يتطلب عديدا من الدراسات ويعتبر البعض بأن علم البيئة الحيواني يكون مرتبط بعلم وظائف الأعضاء الفسيولوجي ، بل ويعتبروا علم البيئة عبارة عن فسيولوجية الحيوان كله وليس بعض أجهزته أو أعضائه كما في علم الفسيولوجيا العام.

ويمكن **تعريف البيئة** بأنها مجموعة من العوامل الطبيعية والحيوية التي تحيط بالحيوان أو بمجموعة من الحيوانات وكل عامل من هذه العوامل يرتبط بعامل آخر أو عدة عوامل بحيث أن تغيير عامل واحد يؤثر علي باقي العوامل الأخري.

وبناء علي ذلك فإن الدراسة الوافية للبيئة لا تقتصر فقط علي دراسة ناحية خاصة من الشكل أو الوظيفة ولا تقتصر علي دراسة جهاز خاص أو عضو خاص بل تشمل علي دراسة الفرد الحيواني كوحدة حية تعيش معيشة حرة وكذلك لا تقتصر علي دراسة الخواص الطبيعية والكيميائية للبيئة بل تتطلب فحص شامل للحيوانات والنباتات والطفيليات التي تعيش في هذه الظروف البيئة وتطبيق العمليات الإحصائية والحسابية ولتحليلية علي هذه المعلومات.

واحد المصاعب التي تقابل علماء البيئة هي الخواص لكل من الحيوانات والبيئة فالحيوانات تتغذي وتمثل الغذاء وتنتج الطاقة وتتوالد وتتدخل بعض العوامل مثل العمر والجنس في تشكيل هذه العمليات الحيوية وبالمثل فالبيئة تتغير نتيجة لدورت الفصول والأيام والتغيرات الدورية الغير منتظمة.

تقسيم علم البيئة علي حسب طبيعة محيط المعيشة:

1- **علم البيئة المائية: Aquatic ecology**

هو العلم الذي يهتم بدراسة الكائنات المائية وعلاقتها مع بعضها البعض ومع العوامل الغير حية المحيطة بها. ويشمل بيئة المياه العذبه وبيئة المصبات وبيئة البحار.

2- **علم بيئة اليابسة: Terrestrial ecology**

هو العلم الذي يهتم بدراسة الكائنات الحية في اي منطقة علي اليابسة وعلاقتها مع بعضها البعض ومع العوامل الغير حية المحيطة بها. ويشمل بيئة سطح الأرض وبيئة تحت سطح الأرض وبيئة الجبال والغابات والصحاري وغيرها.

تقسيم علم البيئة علي حسب نوع أو مجموعة أنواع من الكائنات:

1- علم البيئة الفردي أو الذاتي: Autecology

يهتم بدراسة كائن حي واحد أو مجموعة كائنات تعود إلي نفس النوع وعلاقتها بالعوامل البيئية المحيطة بها.

2- علم البيئة الجماعي: Synecology

يهتم بدراسة مجموعة مختلفة من الكائنات في منطقة محددة وعلاقتها بالعوامل البيئية المحيطة بها.

ويوجد **ثلاث عوامل بيئية رئيسية** هي:

أ-**عوامل طبيعية أصلية** مثل الضوء والحرارة والرطوبة والجاذبية والضغط وحركة الوسط مثل التيارات الهوائية والمائية والصوت.

ب- **عوامل طبيعية كيمائية** مثل اللزوجة والانتشار والاسموزية وتركيز أيون الهيدروجين **وعوامل كيميائية** مثل تركيب الماء والهواء والغازات الأخري وتركيب التربة والأملاح الذائبة فيها.

وتسمي العوامل السابقة بالعوامل الغير حية.

ج- **عوامل بيولوجية أو إحيائية (حيوانية ونباتية)** مثل حيوانات من نفس النوع التي تعيش كعائلة أو جماعة أو حيوانات من أنواع مختلفة كمصدر للأكل والمعيشة والتكافل والتطفل وأنواع النباتات وأعمارها كمصدر للمأكل والمأوي.

وينتج **العامل البيئي المركب** ذو التأثير المحدود علي الكائن الحي من مزيج من هذه العوامل أو بعض منها ويستطيع الحيوان أن يكيف نفسه علي المعيشة في المركب البيئي عندما يجد الحيوان النسب التي تطابق قدرته الحيوية ، فلكل حيوان معدل للمقاومة في جسمه (**مدي التحمل**) وله حدان أقصي وأدني يصعب علي الحيوان الحياد في بيئته عن هذين الحدين ليظل موجود في هذه المنطقة. لذلك نجد ان الحيوانات التي لها مدي تحمل واسع لمعظم العوامل البيئية هي التي تكون أوسع انتشارا في الطبيعة وأكثرها احتمالا علي البقاء. وتكون العوامل البيئية مرتبطة ببعضها تماما ولها تأثير مشترك كوحدة واحدة علي الحيوان ولسهولة الدراسة يدرس كل عامل علي حده.

(أ) العوامل الطبيعية الأصلية

1- الضوء

في علم البيئة لا يقصد بالضوء الجزء المرئي من الطيف فقط بل جميع الموجات ذات الأطول المختلفة متضمنة الأشعة الكونية أيضاً. وفي الحقيقة توجد بعض الحيوانات التي يمكنها الإحساس بموجات أقصر من الأشعة البنفسجية وحيوانات أخري تميز موجات الأشعة الحمراء بل ويمكن الإحساس بالضوء المستقطب أيضاً .

ومن مصادر الضوء القمر والنجوم والشمس وتعتبر الطاقة الشمسية ذات أهمية أساسية للحياة بصورها المعروفة علي كوكب الأرض فالتمثيل الضوئي بواسطة النباتات الخضراء هو الوسيلة التي يمكن بها تثبيت الطاقة الشمسية علي هيئة كربوهيدرات يستخدمها الحيوان . وبالرغم من أن الضوء ضروري جدا للأعمال الحيوية التي يقوم بها الحيوان إلا أن التعرض مدة طويلة للضوء الشديد يكون مميتا للحيوان . وهذا هو السبب في أن الحيوانات التي تعيش في المناطق الإستوائية لها وسائلها التي تحميها من ضرر الإضاءة الشديدة كما أن اللون الأسود لسكان المناطق الاستوائية يحميهن من الأشعة الفوق بنفسجية الشديدة.

تختلف كمية الضوء باختلاف خط العرض وخط الطول والفصول علي مدار السنة وفي الأوقات المختلفة من اليوم الواحد.

يؤثر الضوء علي العمليات الحيوية والسلوك واللون والتركيب والتوزيع الجغرافي للحيوانات .

1- تأثير الضوء علي العمليات الحيوية

وجد أن غياب الضوء يقلل من سرعة النمو الطبيعي ليرقات الحشرات التي تعيش بطبيعتها في هذا الضوء مثال لذلك نوع من الحشرات التي تعيش علي فاكهة الفراولة حيث تتكاثر الإناث منه بطريقة التكاثر البكري أثناء الربيع والصيف ويفقس البيض عن أفراد غير مجنحة وعند اقتراب الخريف والشتاء يصبح التزاوج جنسيا وتضع الإناث بيضا يعطي صغارا مجنحة وهذا ناتج من قصر طول ضوء اليوم في الشتاء وقد أثبت ذلك معمليا . فهذا التغيير في طول النهار ينبه بعض الغدد علي إفراز بعض الهرمونات لتنظيم علمية الانسلاخ

والتطور في يرقات وعذارى هذه الحشرات وتسيطر علي دورة حياة هذه الحشرات وأمكن بذلك الحصول علي أجيال من الحشرات في آي وقت من السنة .

كما أن هذه الدورات الضوئية تؤثر في نمو الغدد وهجرة بعض الطيور التي تهاجر نحو الشمال عندما تتأثر غددها المرتبطة بنشاطها الجنسي بمقدار من الضوء يرتبط بطول النهار اليومي فتهاجر حيث تضع بيضها .

استطاع بعض العلماء أيضا ايقاظ النشاط الجنسي في المراعي للغنم والماعز والغزال بحجب جزء من الضوء اليومي عنهم مما تسبب في نشاط مناسل هذه الحيوانات .

2- **تأثير تتابع الليل والنهار علي سلوك الحيوان**

وجد أن بعض الحيوانات مثل الخفافيش والبوم وبعض الأسماك تنشط ليلا وتسمي بالحيوانات الليلية وغالبا لها عيون كبيرة جدا لتسمح بمرور أكبر قدر من الضوء والبلانكتون أيضا كثير من أنواعه ليلي حيث يسبح في المحيطات والبحار علي السطح ليلاً ويتجه نحو القاع نهاراً . وهناك حيوانات أخري تنشط أثناء النهار وهذه تسمي بالحيوانات النهارية . ولقد ثبت أن الجراد المهاجر يتوقف عن الطيران بمجرد اختفاء الشمس وراء السحب، ووجد أن صغار ثعبان السمك المهاجر في التيارات البحرية تتوقف عن السير أثناء الليل وأن ضوء الشمس هو من اقوي العوامل التي تدفع بالنحل للذهاب إلي الحقول للإغتذاء ومعظم حيوانات التربة الدقيقة تبتعد دائما عن الضوء وتهاجر رأسيا إلي أسفل ومن هنا يتضح أن هناك مجموعات من الحيوانات تتجه أو تنجذب نحو الضوء وأخري تبتعد وتتحاشي الضوء .

وفي بعض الحيوانات يكون تغير السلوك مع تبادل الليل والنهار قائما لوقت معين حتى إذا تغيرت دورة الليل والنهار فمثلاً بعض الحيوانات التي تتخذ لونا مختلفا أثناء الليل تستمر في تغيير لونها دوريا حتي ولو وضعت في مكان مظلم دائما أو مكان مضئ طوال اليوم .

3- **تأثير الضوء علي تغيير اللون**

تغير البرمائيات والزواحف من ألوانها لتتلائم مع ما يحيط بها من القدر الضوئي فهي غالبا داكنة اللون ليلا وافتح نهار ،وفي بعض الأحيان يكون اللون وشكل الحيوان مقصود بهما الحماية لا بتغير الوسط فالأسد يبقي اصفر اللون مهما تغير

لون الوسط وبعض الأسماك لها سطح بطني فضي اللون في حين أن سطحها الظهري داكن نتيجة لسقوط الضوء علي سطحها الظهري .

4- تأثير الضوء علي التركيب المورفولوجي

يرتبط تركيب الحيوان المورفولوجي بكمية الضوء فالحيوانات التي تعيش في الكهوف أو في أعماق البحار عادة تكون عمياء فالعيون تكون مختزلة أو غائبة وفي هذه الحالة نجد أن لهذه الحيوانات شعيرات حسية تستعيض بها عن العيون في تلمس طريقها والخفاش الليلي له أعضاء اخري لتلافي الاصطدام بالعوائق أثناء طيرانها في الظلام وأسماك القرش التي تعيش في البحار العميقة تعتمد علي جهاز قناة الخط الجانبي لتحس بالذبذبات التي تحدث في المياة نتيجة لهروب الفريسة.

وهناك حيوانات تتجه أو تعيش في مناطق يقل بها الضوء فتنتج ضوء بواسطة أعضاء خاصة تسمي بالأعضاء المضيئة وهذه الظاهرة تسمي الإحياء الضوئي، ووجد أيضا أن بعض البروتوزوا والديدان الحلقية والرخويات لها أجزاء وأعضاء خاصة في جسمها تقوم بهذه الوظيفة فقط أي إنتاج الضوء عند اللزوم.

5- تأثير الضوء على التوزيع الجغرافى للحيوانات

يؤثر الضوء علي تحريك وتوزيع الحيوانات الجغرافي في مناطق مختلفة فقد وجد مثلا أن التوزيع الكمي لبعض القشريات التي تعيش قرب صخور الشواطئ تعتمد أساسا علي مقدار الظل أو كمية الضوء التي تصل اليها ووجد أيضا أن بعض أنواع الهيدرا والحيوانات صفائحية الخياشيم التي تستخدم بعض الطحالب الخضراء للحصول علي غذائها من الكربوهيدرات تكون منتشرة فقط في المياه الضحلة المضاءة بالشمس .

الساعة البيولوجية

إن إحدى السمات المميزة والواضحة للحياة على الأرض، قدرة معظم الكائنات الحية على تغيير نشاطها وسلوكها على أساس يومي (ما يقارب أربع وعشرين ساعة). واعتقد العلماء ان هذه الإيقاعات اليومية لنشاطات الكائنات تتأثر أو نتيجة استجابه للتغيرات الحادثة في البيئة الخارجية (كل أربع وعشرين ساعة بالضبط)، معتمدة في ذلك على بعض الآليات مثل دوران الأرض حول نفسها ولكن هذه ليست كل الاجابة.

فقد تبين من خلال التجارب المعملية أن هذه الإيقاعات البيولوجية اليومية للكائن الحي ليست مجرد استجابة للتغيرات التي تحدث في البيئة الخارجية طوال الأربع والعشرين ساعة. ولكنها تحدث نتيجة نظام ميقاتي بيولوجي موجود داخل الكائن الحي. ولأن الايقاع أو النشاط البيولوجي للكائن الحي يتماشي مع ميقات البيئة الخارجية والذي هو بالضبط 24 ساعة كل يوم سمي ذلك بالإيقاع السركادي Circadian Rhythm ولذلك لزم وجود ما يضبط الايقاعين معا وهذا ما يسمي بالساعة البيولوجية Biological clock. فمثلا عندما يغير الفرد من دورة النوم واليقظة كالعمال الذين يعملون في ورديات كل فترة تقوم الساعة البيولوجية بضبط وتنظيم هذا الايقاع الجديد مرة اخري.

وقد لوحظ مدى تأثير الضوء على وظائف الكائنات الحية باعتباره مؤشراً للوقت. وهذا المؤشر أو تتابع الليل والنهار كل يوم هو الذي يضبط أو ينظم توقيت الساعة البيولوجية عند الكائن.

ووجود الساعة البيولوجية ليس مقصوراً على الإنسان، بل إن كل الكائنات الحية تمتلك هذه الساعة. فقد أُجريت دراسات على نمو النباتات وتغير عمليات التفاعل البيولوجي التي تحدث في خلاياها. وتبين من هذه الدراسات أن النباتات تتبع نظاماً إيقاعياً في عملياتها الحيوية من نمو وتفاعل. ونفس الإيقاع الثابت تبين وجوده لدى الحيوانات أيضاً. ولذلك فإن لكل كائن حي ساعته البيولوجية الخاصة به.

ويوجد أيضا الإيقاع السنوي الذي يحدد إيقاعات سنوية كتلك التي تحدث عند الطيور المهاجرة. فهذه الطيور تبدأ رحلة السفر إلى الجنوب في مواعيد شبه ثابتة سنوياً، وبعد وصولها إلى الأرض الجديدة ما الذي يحدد لها موعد العودة للوطن مرة أخرى؟. إنها هذه الساعة البيولوجية التي تحدد لها الموعد المناسب للهجرة، وتلعب دوراً هاماً في عملية إيقاع الهجرة وانتظامها مع تغير الفصول.

2- الحرارة

درجة الحرارة هي أكثر العوامل الطبيعية التي درست بدقة وذلك لبساطة الطرق المستخدمة في قياسها وتنظيمها ولتأثيرها الواضح والفعال علي حياة الحيوان . والحرارة لها تأثير مزدوج فهي تؤثر بطريقة مباشرة علي مختلف مظاهر الحياة عند الحيوان ، كما تؤثر علي باقي العوامل البيئة الاخري مثل الرطوبة والضغط

الجوي والكثافة واللزوجة والتيارات المائية – كل هذه العوامل تتغير تبعا لتغير الحرارة.

وتقسم الحيوانات الي قسمين:

1- **<u>حيوانات متغيرة الحرارة (ذوات الدم البارد)</u>** لا تتحكم فسيولوجيا في درجة حرارة أجسامها ولذلك فهي تتغير بتغير درجة حرارة الوسط المحيط مثل اللافقاريات والأسماك والبرمائيات والزواحف

2- **<u>حيوانات ثابتة الحرارة (ذوات الدم الحار)</u>** لها تجهيز فسيولوجي يمكنها التحكم وضبط درجة حرارة الجسم وجعلها ثابتة دائما مهما تغيرت درجة حرارة الوسط المحيط مثل الطيور والثدييات .

أ- في حالة الحيوانات متغيرة الحرارة وجد لكل حيوان نطاق حراري معين ينشط فيه ويفقد الحيوان نشاطه إذا تعدي حدوده وأقل درجة في هذا المدي تسمي **درجة الحرارة المؤثرة الصغرى** وتحت هذه الدرجة تستمر حياة الحيوان في حالة سكون أو ركود والاستمرار في تقليل درجة الحرارة تؤدي إلي الموت وتسمي درجة الحرارة التي عندها يموت الحيوان **بدرجة الحرارة الصغرى المطلقة** وأعلي درجة في هذا المدى تسمي **درجة الحرارة المؤثرة القصوى** وفوق هذه الدرجة المؤثرة القصوى يظهر الحيوان نشاطا متزايدا دون سيطرة علي تصرفاته وإذا استمر ارتفاع درجة الحرارة عن ذلك يوصلها إلي **درجة الحرارة القصوى المطلقة** يموت الحيوان أيضاً وداخل مجال النطاق الحراري الذي ينشط فيه الحيوان توجد درجة حارة مثلي حيث يصل نشاط الحيوان ذروته.

في الحقيقة تحاول الحيوانات ذات الدم البارد الاحتفاظ بدرجة حرارة جسمها عند هذه الدرجة المثلي فعندما تكون درجة حرارة الوسط المحيط في المدى الذي ينشط فيه الحيوان نجد الحيوان يحاول الوصول بدرجة حرارة جسمه قريباً من الدرجة المثلي. وللوصول لهذا يسلك الحيوان سلوكا معينا ففي الأوقات الحارة نجد الضب وهو واحد من الزواحف الصحراوية المصرية يرفع جسمه عن الأرض الساخنة ويفتح فمه ليسمح بتبخير جزء من الماء وينظم جسمه بحيث يستقبل الجسم أقل جزء ممكن من أشعة الشمس أو يدخل الخنادق أثناء النهار وقد وجد حديثا أن الضب له بعض الخواص الفسيولوجية المميزة لحيوان المناطق

الباردة ورغم محاولات هذه الحيوانات للوصول بدرجة حرارة أجسامها قريبة من المثلي فقد وجد أنها تتأثر بدرجة حرارة الوسط المحيط بشكل واضح وعادة ما تكون درجة حرارة هذه الحيوانات ذوات الدم البارد أزيد بجزء من درجة حرارة البيئة التي تعيش فيه ، وفي بعض الأحيان عند قيامها بمجهود عضلي ترتفع لعدة درجات أعلي وقد وجد أن درجة حرارة مستعمرات الحشرات الاجتماعية تكون عادة أعلي أو أقل قليلا من درجة حارة الوسط المحيط. وعامة تحاول الحيوانات ذات الدم البارد اختيار الأماكن التي تلائمها وتكون داخل نطاقها الحراري المفضل فهي دائمة التنقل عند تغير درجات الحرارة سواء علي الأرض أو في البحار. ففي البحار نجدها تبحث عن النطاق الحراري المناسب لها بين طبقات المياه.

وفي حالة الأسماك وجد أن خاصية التكيف مع درجة حرارة الوسط المحيط تكون مكتسبة خلال حياة الحيوان وليست مورثة . ولذا ما تركت هذه الحيوانات ذوات الدم البارد نفسها في نطاق حراري مرتفع تأثرت عمليات التحول الغذائي فيها وسارت سريعة داخل خلايا الجسم مما يؤثر علي نشاط الحيوان إلي درجة كبيرة. والعمل علي الذبابة المنزلية وجد أنها تبدأ حركتها عند درجة 6* وتباشر نشاطها العادي عند حوالي 17* م ويزيد نشاطها عند درجة 28* م ويتوقف نشاطها عند درجة 45* م وتموت عند درجة 46.5 م.

ب-في حالة الحيوانات ثابتة الحرارة تحتفظ هذه الحيوانات بحرارة جسمها ثابتة عن طريق جهازها العصبي بطريقتين:

1- تغيير سرعة إنتاج هذه الحرارة في الجسم.

2- تغيير سرعة فقدان هذه الحرارة عن طريق سطحها المعرض للهواء عن طريق الجلد والرئتين.

ويختلف إنتاج الطاقة الحرارية في الجسم بزيادة أو نقص نشاط العضلات فعندما ترتفع درجة حرارة الجسم الداخلية تزداد سرعة تدفق الدم اتجاه الجلد ويغير الحيوان سرعة تبادل الهواء في الرئتين ليعوض النقص في أكسدة الدم، وقد ينتج من ارتفاع الحرارة فقدان الحرارة عن طريق التبخر كعامل رئيسي يساعد هذه الحيوانات ذوات الدم الحار علي الحياة في أوساط تزيد درجة حرارتها عن الحد الأقصي بل تسمح لها بالحياة لفترة ما في درجات حرارة أعلي من الحد الأقصي أي الدرجة المميتة. يكون متوسط درجة الحرارة في الحيوانات الثديية هو 39* ففي للإنسان يكون المتوسط 37* م وفي الطيور تكون 44* م.

تؤثر الحرارة علي فسيولوجيا وتكاثر ولون ودورة حياة وتوزيع الحيوانات

1- تأثير الحرارة علي فسيولوجيا الحيوان :-

يكون تأثير التغير في درجة الحرارة اخطر ذا انتقل الحيوان من مكان بارد إلي مكان حار عن الاتجاه المعاكس ورغم أن الحيوانات التي تنتقل من المكان الحار إلي المكان البارد تفتقد عادة قدرتها علي التكاثر ألا أنها تعيش أما في الحالة العكسية فقد تموت هذه الحيوانات. اللافقاريات البحرية والأسماك أقل قدرة علي احتمال التغيرات وبالأخص ارتفاع د رجة الحرارة عن الحشرات الأرضية والثدييات. كذلك الحيوانات التي تعيش في الجداول المائية (مياه جارية) اقل احتمالا لتغيرات الحرارة عن مثيرتها التي في البرك (مياه راكدة). سرعة التمثيل الغذائي كأي تفاعل كيميائي تزيد بارتفاع درجة الحرارة، ولكن هذه الزيادة في السرعة لا تتبع قانون فانهوف الذي مؤداه أن رفع درجة الحرارة تفاعل كيميائي عشرة درجات مئوية يزيد من سرعة التفاعل مرتين أو ثلاث مرات ولكن العمليات الحيوية داخل جسم الإنسان تكون معقدة فهو يعمل تحت قيادة الإنزيمات التي لا تسمح له بإتباع هذا القانون. وقد وجد أن سير العمليات الحيوية في أفراد الأنواع التي تعيش في بيئات دافئة أسرع منه في الأفراد التي تعيش في البيئات الباردة لنفس النوع وذلك لاستهلاك كميات أكبر من الغذاء في البيئات الدافئة عنها في البيئات الباردة ولذلك فانه من المتوقع أن حيوانات البحر الأحمر تكون أكثر مما يوجد في بحر الشمال إذا تساوت كمية الغذاء في كليهما.

2- تأثير درجة الحرارة علي التكاثر:

تسيطر درجات الحرارة علي النشاط التكاثري للحيوان فعدد البيض في بعض الحشرات يكون أقل من العدد المعتاد عند تعرضها لدرجة حرارة منخفضة ، والارتفاع المستديم المقبول في درجة الحرارة قد يدفع بتزايد التكاثر ويعقبه زيادة في عدد الأفراد.

3- تأثير الحرارة على تركيب الحيوان:

تؤثر درجة الحرارة بارتفاعها وانخفاضها علي تركيب الحيوان كالجناحين والعيون وصفات أخري فمثلا في يرقة وعذراء ذبابة الفاكهة فالأجنحة تكون أطول إذا تعرضت اليرقة والعذراء لدرجات حرارة أعلي من المعدل أو تكون أقصر إذا تعرضت لدرجات منخفضة (بتأثير علي الجينات وإحداث طفرات). وقد وجد أن بعض الحيوانات المائية عندما تنمو في درجات حرارة مرتفعة

تتكون لها زوائد طويلة لتقلل من وزنها النوعي فتساعد علي الطفو حيث أن كثافة الماء تقل في درجات الحرارة المرتفعة.

4- تأثير الحرارة على لون الحيوان:

وجد أن درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة تؤثر علي لون فراشات آبي الدقيق فبعض أنواعه تعطي أجيالا بيضاء في الصيف وأجيالا أخري متربة في الربيع وان الحيوانات الشقراء توجد في المناطق القطبية ولا توجد في الوديان الموجودة أسفلها.

5- تأثير الحرارة على دورة الحياة في الحيوان:

ظاهرتي البيات الشتوي والصيفي ترتبطان بشكل واضح بعامل الحرارة عن أي عامل أخر والبيات عبارة عن فترات راكدة أصبحت جزءا رئيسيا في دورة حياة كثير من الحيوانات يتفادي بها الحيوان برد الشتاء أو قيظ الحر، ومن أمثلة **الحيوانات ذات البيات الشتوي** الضفادع التي تعيش دائما في أو بجانب المياه العذبة ثم تدخل في فترة السكون في الشتاء إما فرادي أو في مجموعات أما الطيور فقد تلجأ بعض أنواعها إلي الهجرة تفاديا للبرد الشديد كالسمان وأنواع أخري كثيرة. بعض الثدييات كالخفاش والسنجاب تدخل في بيات شتوي سواء في الطور البالغ أو في الأطوار الصغيرة.

ومن أمثلة **الحيوانات ذات البيات الصيفي** بعض أنواع السحالي وتبقي إلي حين أن يأتي الخريف وبعض الزواحف الأخرى قد تمضي الصيف منسحبة تحت الصخور أو في الأنفاق وقد تكون في مجموعات من نفس النوع أو من عدة أنواع . وأيضاالأسماك الرئوية التي تقطن مياه المناطق الاستوائية وتدخل في البيات الصيفي في الطين وذلك عندما تجفف الحرارة الشديدة المياه التي تسبح فيها وتظل هكذا في الطين إلي أن تنخفض درجة الحرارة فيرتفع مستوي الماء ويخلصها من الطين. كما أن هناك بعض أنواع من الخنافس الصحراوية تدخل في بيات صيفي رغم أن كثير من الخنافس الصحراوية تتحمل درجات حرارة عالية جدا تصل إلي 50* م.

وعند دخول الحيوان في بيات يحدث عادة انخفاض في سرعة التنفس وفي سرعة ضربات القلب كذلك تنخفض درجات الحرارة ذوات الدم الثابت الحرارة (الطيور والثدييات) إلي درجة تزيد بقليل عند درجة حرارة الجو المحيط (مثل الخفاش والسنجاب) ولكنها سرعان ما ترتفع إلي المعدل الثابت لها فور خروجها

من البيات. كذلك كثيرا ما يخزن الحيوان اكله عند دخوله في البيات وعادة ما يكون علي هيئة دهون كما هو الحال في الضفادع.

6-تأثير الحرارة على التوزيع الجغرافى للحيوانات :

لقد بذلت محاولات كثرة لإثبات أن توزيع الحيوانات يعتمد علي درجة الحرارة فقط ففي البيئات المائية مثل المحيط أو البحر يوجد طبقات حرارية وتكون الحرارة أعلي بكثير قرب السطح وابرد للداخل ووجد أن كل طبقة تضم أنواعها الحيوانية المرتبطة بدرجة حرارتها ولا توجد هذه الأنواع في طبقات أعلي أو أدني من ذلك.

وبالنسبة للبيئة الأرضية يمكن تقسيم الجبال الي ثلاث مناطق من القاعدة إلي القمة فكل جزء يضم حيوانات ثابتة يتميز بها ومرتبطة بدرجة الحرارة .

ولقد وجد أن الحيوانات التي تعيش في أعالي جبال الالب وثيقة الشبة وكثيرا ما تكون من نفس نوع الحيوانات التي تعيش في المناطق القطبية الشمالية ولكنها تختلف كلية عن تلك الحيوانات التي تقطن الوادي أي قاعدة الجبال.

أما بالنسبة للحيوانات التي تعيش داخل التربة فإن التغيرات المستمرة في حرارة التربة وعلي سطحها علي مختلف فصول السنة تؤثر علي كثافة المجموعات الحيوانية التي تعيش في مختلف الطبقات وتجعلها دائمة التنقل مهاجرة لأسفل أو علي حسبما يتفق ذلك مع درجة الحرارة المتغيرة ومن أهم حيوانات التربة التي درست هي حيوانات الحلم والكوليمبولا والحشرات وبعض المفصليات الأخرى ووجد أن هذه الحيوانات تكون أعدادها قليلة في الطبقات السطحية في فصل الصيف وابتداء من شهر سبتمبر تأخذ درجة الحرارة في الانخفاض وتزداد هذه الحيوانات مرة أخري وقد وجد أن هذه الحيوانات تزداد في الطبقات السطحية مرتين في العام (في آخر الربيع وأول الخريف) حيث تتشابه درجات الحرارة في هاتين الفترتين.

3- الرطوبة

تعرف الرطوبة بكمية بخار الماء الموجودة في الهواء والتي يمكن ان يعبر عنها بعدة طرق منها: الرطوبة المطلقة (كمية بخار الماء الموجودة في حجم معين من الهواء) أو الرطوبة النسبية (النسبة ما بين كمية بخار الماء الموجودة في حجم

معين من الهواء عند درجة حرارة معينة إلي كمية بخار الماء اللازمة لتشبع نفس الحجم عند نفس درجة الحرارة).
وترتبط الرطوبة بدرجة الحرارة فكلما زادت درجة الحرارة قلت الرطوبة النسبية وبالتالي زادت قدرة الهواء علي تبخير الماء والعكس صحيح. وتختلف الرطوبة النسبية خلال اليوم الواحد حيث تكون منخفضة نهارا ومرتفعة ليلا لإنخفاض الحرارة.

علاقة الرطوبة بالمحتوي المائي في جسم الحيوانات

يكون الماء في جسم الكائن الحي بنسبة عالية قد تصل إلي 80% من وزنه وتكون هذه النسبة عالية في الأجنة عنها في الحيوان المتقدم العمر. وقد تحصل الحيوانات علي الماء كما هو عن طريق الشرب أو الغذاء أو نتيجة للعمليات الحيوية داخل الجسم (التمثيل الغذائي)، ويفقد الماء من الجسم عن طريق البول ، البراز أو التبخر من الجلد والرئتين. وقد يبقي المحتوي المائي للأنسجة في كثير من الحيوانات ثابتا أي أن هناك توازن بين الماء المفقود والماء المكتسب.
ومن المشاكل الهامة التي قابلت الحيوانات عند غزوها لليابسة هي حماية أنفسها ضد الجفاف فهناك صلة واضحة بين المحتوي المائي للكائن الحي والمحتوي المائي أو الرطوبة للوسط المحيط.
وبالنسبة للحيوانات الأرضية يكون عامل الرطوبة مرتبطا ارتباطا وثيقا بغيره من العوامل كالحرارة وحركات الهواء وطبيعة ونوع السطح المتبخر وينتج عنها جميعا عامل بيئي مركب ولكن كثيرا ما تؤثر الرطوبة كعامل بيئي في حياة ونمو ونشاط الحيوان.
ومن المعروف أن الحشرات والرخويات الرئوية والفقاريات هي من الحيوانات التي تمكنت من استعمار البيئة الأرضية بنجاح وتغلبت علي مشكلة حماية أنفسها من الجفاف:

1- فالحشرات الطيارة التي تصبح معرضة لدرجة من الجفاف عادة ما تكون ذات جلد سميك وتتنفس بواسطة جهاز من القصيبات الهوائية ذو كفاءة عالية وجيد التكوين يساعدها علي أن تغلق فتحاته بإحكام. وقد تحمل من الداخل أيضا أعضاء تساعدها علي الاحتفاظ بالماء مثل غدد المستقيم التي تكون وظيفتها امتصاص الماء المختلط بالمواد المخرجة قبل عملية التخلص منها وبذلك تحتفظ هذه الحشرات بأكبر قدر ممكن من الماء اللازم لها.

2-تبخر الحيوانات ذات الدم الحار الكبيرة الحجم الماء من سطحها الخارجي والداخلي (الجلد والرئيتن) لتحصل علي درجة الرطوبة اللازمة لأجسامها ولوحظ ان تأثير درجة رطوبة عالية مصحوباً بدرجة حرارة عالية مهلكا للحيوانات ذات الدم الحار كالتي تعيش في المناطق الاستوائية وهذا التأثير يقلل من حركة هذه الحيوانات وتحاول هذه الحيوانات تنظيم درجة حرارة أجسامها بزيادة كمية التبخر من أسطح التبادل في الجسم.

3- الحيوانات التي تحتفظ عادة بقدر قليل من الماء داخل أجسامها لها دائما قدرة علي احتمال هذه التغيرات الكبيرة في درجات الحرارة والرطوبة داخل النطاق المعتدل فالسحالي تكون فقيرة في غددها الجلدية وهي تقريبا لا تفقد أي قدر ملحوظ من الماء مع إخراجها.

4- الزواحف الصحراوية والتي يغطي جسمها غطاء سميك لا يسمح بتبخر الماء تطرد أيضا الإفراز جامدا تماماً إذ يمتص الماء أثناء الهضم. وقد تلجأ كثير من الحيوانات الثديية إلي خزن كمية كبيرة من الماء داخل أجسامها كما هو الحال في الجمال التي تستطيع أن تعيش أسبوعا أو أكثر علي غذاء جاف.

5- هناك بعض الأنواع يتحمل درجة عالية من الجفاف فالحيوانات الأولية والقشريات الدقيقة تحمي نفسها داخل أكياس أي تتحوصل أو تضع بيضا ذو قشرة سميكة جدا لتقاوم التبخر وهناك أنواع يغلب عليها طور سكون تام عندما تتعرض للجو الجاف الحار.

6- بعض الحيوانات لا تستطيع أن تمنع تبخر الماء من أجسامها عبر أغشيتها الرقيقة ولذلك نجدها تحفر أنفاقا في التربة مثل ديدان الأرض وبعض المفصليات والحلم الأرضي والكوليمبولا التي تعيش في طبقات الأرض السفلي حيث توجد الرطوبة المناسبة . وقد لوحظ أيضا أن كمية الماء الموجودة في التربة يكون له تأثير بعيد المدى علي الحيوانات فمثلا الديدان الثعبانية تستمر في هجرتها داخل التربة من مكان إلي أخر مفضلة التواجد في شرائح الماء الرفيعة عن السميكة فهناك علاقة بين كمية الماء ودرجة التهوية وما يحتويه من كميات أكسجين لازمة للحيوان فقد تحجب كثرة الماء الأكسجين عن الحيوان، وإن كمية الماء في التربة تعتمدا أيضاً علي درجة ملوحتها وخواصها الطبيعية الأخرى. ولقد وجد أنه بالرغم من احتياج دودة الأرض للماء الا أننا نجدها تحفر أنفاق أكثر في التربة في وقت الفيضان مبتعدة عن الماء الزائد وأحيانا تطفو على الماء.

وأخيراً قد يكون سبب موت الحيوان نتيجة الجفاف وما يسبقه من تبخر زائد من الجسم سببه زيادة في نسبه وتركيز المواد السائلة ومنها الأملاح في أجسامهم ويكون مفعول هذه المواد السائلة سام إذا زادت درجة تركيزة في الجسم لأن الماء وهو الوسط الذائب فيه يفقد ولذلك فإن الحيوان يخفض من سرعة عملية التمثيل الغذائي.

4- **الجاذبية**:

من أكثر الحيوانات التي تتأثر بقوة الجاذبية الأرضية هي الطيور والحيوانات المائية. وبالنسبة **للطيور** بحكم تعرضها لقانون الجاذبية أثناء طيرانها محاولة الابتعاد عن سطح الأرض مقاومة بذلك فعل الجاذبية الأرضية نجد هناك تخصصات تكوينية لهذا الغرض مثل احتواء الهيكل العظمى على فراغات هوائية تتصل بالرئتين كما يوجد عدد كبير من الأكياس الهوائية التي تتصل بالرئتين وتكون هذه المساحات مملوءة بالهواء الذي تكون درجة حرارته مرتفعة عن هواء الجو المحيط وكلما زادت الحرارة داخل هذه الفراغات كلما زادت القوة الإصعادية للطائر إلي أعلى وتزداد الحرارة في هذه الفراغات بزيادة حركة الطائر كما يوجد أيضاً هواء ساخن دائما بين ريش الطائر مما يزيد من قدرة طيارنه كما ان هذه التحورات تساعد على تقليل الثقل النوعي للحيوان وبالتالي تزيد من قدرته الإصعادية وإن كان بقاء الأنواع الكبيرة محلقة في أعلى الأجواء صعبا.

أما بالنسبة **للحيوانات المائية** فيوجد هناك أيضا تأثير للجاذبية وتوجد أيضاً تراكيب تساعد هذه الحيوانات علي الطفو مقاومة الشد الدائم لاسفل أو البقاء في مستوى أو عمق معين وهو في الماء مثل اختزال في حجم ووزن هياكل أو أغطية أصداف بعد الحيوانات الطافية، تراكم الدهن وقطرات الزيت المختزنة في كثير من الأسماك، وجود المثانة الهوائية في معظم الأسماك وما تحتويه من هواء وغازات أخرى، الخلايا الهوائية التي تحتوى الهواء في بعض الأنفيليس، تفلطح جسم ميدوسا الأوريليا (جوفمعويات)، وجود زوائد مفلطحة في أنواع القشريات المجدافية القدم مثل السيكلوبس، وجود قرون الاستشعار وكذلك الزوائد الورقية وهي عبارة عن خياشيم متحورة في برغوث الماء كل هذه التحورات التكيفية تساعد الحيوانات على الطفو في الماء.

تعمل الجاذبية أيضاً على التوزيع الرأسي لحيوانات التربة وهذا التأثير يسير في نفس اتجاه تأثير الحرارة علي توزيع الحيوانات الطبقي وكذلك يتوقف علي حجم الحيوان فكلما زاد حجم الحيوان زاد وجوده في عمق أكبر نحو القاع .

5- الضغط

توجد علاقة بين نشاط الحيوان والضغط البارومتري فإرتفاع أو انخفاض الضغط يؤدي الي هبوط في نشاط الحيوان كما وان تغيرات الضغط تؤثر في درجة الذوبان وتفكك الايونات والتوتر السطحي . بالنسبة للهواء كلما زاد الارتفاع كلما قل الضغط الجوي وقل تركيز غازات التنفس . ففي حالة الثدييات التي تقطن المناطق المنخفضة لا تستطيع أن تستخلص الاكسجين الجوي إذا قل عن تركيز معين فالمعروف ان عملية التنفس بالنسبة لها والتي يقوم بها سطح الرئة أو السطح الخارجي تتم بطريقة الانتشار البسيط لذلك لابد وان يكون تركيز الاكسجين في البيئة أكبر من تركيزة في الدم وألا لن تمر نسبة اكسجين جديدة مطلوبة لتجديد نشاط الحيوان لتغطي ما يفقده وبالتي ينخفض معدل نشاط الحيوان .لكن الثدييات التي تقطن في المناطق المرتفعة باستمرار يكون هيموجلوبينها له قابلية أو ميل للاكسجين بقدر مختلف من حيوانات المناطق المنخفضة مما يكفل لهذه الحيوانات استخلاص الاكسجين تحت ضغط منخفض.

الطيور والحشرات يمكن أن تصل الي ارتفاعات عالية جدا دون أن تعاني من انخفاض لتركيز الاكسجين لان أجهزتها التنفسية مهيأه لهذا، الأطوار المتوسطة للحشرات المائية (يرقات – عذاري) تعيش تحت حالات مختلفة من الضغط الجوي ولذلك عند خروج الحشرات الكاملة من العذاري نجدها تقترب بسرعة من سطح الماء ويخرج الطور البالغ الي الجو دون أي تأثير ضار وعموما بعض يرقات الحشرات شعرية الاجنحة تعيش تحت سطح الماء مباشرة ووجد ان كثير من العذاري يجف عندما ينخفض مستوي الماء في الصيف . وقد وجد أن زيادة في الضغط تصل الي 250 ضغط جوي ليست لها تأثير علي نشاط كثير من الحيوانات الأولية التي تعيش في المياة العميقة .

أما بالنسبة للاسماك فإن معظمها يستطيع أن يحتفظ بكثافة داخلية مساويه تقريبا لكثافة الوسط المائي المحيط وتقوم المثانة الهوائية بهذا الدور في عملية مساواة الضغط الواقع عليها من الخارج والذي يتغير باستمرار أثناء حركتها لأعلي وأسفل مع الضغط الداخلي لها وذلك يتم بتبادل الغازات بين المثانة والدم

. وتطفو السمكة أو تقترب من السطح بزيادة كمية الغازات المفرزة في المثانة الهوائية والعكس عند الهبوط لأسفل ومن التجارب التي أجريت علي بيض سمكة السلامون الذي كان طافيا علي الماء وجد أنه ينمو بمعدله الطبيعي وفي وقته المعتاد حتي ضغط يساوي 200 ضغط جوي ولكنه عند 300 ضغط جوي فإن الفقس يتأخر بنسبة 10% عن وقته الطبيعي وإذا زاد الضغط الجوي عن ذلك مات البيض النامي . وجد أيضاً أن أنسجة كثير من الاسماك التي تعيش في أعماق البحار تكون مفككة نسبيا نتيجة للضغط العالي الدائم عليها .

وكذلك بالنسبة لسباحة الانسان فإن عامل الضغط وحدة كفيل بمنع الانسان من الاستمرار في النزول الي الماء لعمق يزيد عن 100 متر تقريبا . بينما يحتمل الانسان الحياة فوق جبال يزيد ارتفاعها عن 5000 متر ووجد أن هذا المكان يكون صحيا نتيجة قتل الامراض الفيروسية بالإشعاع الشمس.

6- حركة الوسط

أن الاختلافات في درجة الحرارة والإرتفاعات والضغط يسبب تيارات هوائية (رياح) ومائية وكلاهما عاملين ميكانيكيين يؤثران علي توزيع الحيوانات.

أ- تيارات الهواء (الرياح) :

تغير سرعة الرياح من درجة حرارة البيئة ومن درجة جفاف الهواء وتيار الهواء الشديد في بيئة مفتوحة يعتبر عائق خطير للحيوانات التي لها قدرة ضعيفة علي الطيران أو الحيوانات التي لا تستطيع مقدرتها العضلية مقاومة ذلك ولذلك نجد أن الطيور تستتر خلف الأحجار او الشقوق أو الأشجار وقد تبني هذه الطيور في المناطق الجرداء أو الصحاري المفتوحة حواجز علي الأرض بالقرب من أعشاشها لحماية الصغار من الذوابع الهوائية. وبعض الحشرات تحفر في التربة حتي لا يجرفها الريح عند اشتداده. ووجد أن بعض الفراشات وأبي دقيق تتفلطح فارده أجنحتها علي الارض لتفادي تيار الهواء الذي لا تستطيع مقاومته.

وهناك مجموعات من الحيوانات الدقيقة طافية في الهواء وتحمل بواسطة الريح في أعداد كبيرة لمسافات بعيدة وهي ما تسمي بالهائم الهوائي وتوجد بعض الطيور الأمريكية تنتقل من الجنوب تجاه الشمال تاركة نفسها لتيار الهواء لتجرفها الريح عبر المحيط الاطلنطي لترسو علي شواطئ أوروبا طبقا لاتجاه الريح . كما أن بعض يرقات الحشرات تتميز بوجود زوائد عديدة تساعدها علي

ان تحمل بواسطة الريح بنفس الطريقة التي تحمل بها بذور النباتات التي تنتشر بهذه الطريقة. كما أن تيارات الهواء الصاعدة تساعد علي الطيران الصاعد للطيور.

ب- تيارات الماء

إن التغيرات في درجة حرارة المحيطات يعتبر أحد العوامل الفعالة في تكوين وإبقاء هذه التيارات المائية مستمرة ، فالماء الساخن الخفيف الوزن ينتشر علي السطح في المناطق الاستوائية ويتجه الي خطوط عرض أعلي أي الي المناطق الباردة ، حيث يفقد من حرارته فيصبح أثقل ويتجه الي أسفل ثم خلفا عائدا الي المناطق الاستوائية تحت تيار الماء الساخن السائر في الاتجاه العكسي . كذلك فإن التغيرات المائية والاختلافات في الكثافة ودرجة الملوحة وعوامل أخري تلعب دورا أيضا في تكوين وتوجيه هذه التيارات المحيطة . إن سرعة تيار الماء يعتبر عامل منظم لتوزيع الحيوانات التي تعيش في تيارات مائية سريعة والتي تكون مكيفة تكوينا وبيئيا للاحتفاظ بوضعها الثابت في المكان الملائم لها ، والحيوانات التي تعيش في تيارات مائية نجد لها أعضاء تساعدها علي تثبيت نفسها مثل الممصات أو الخيوط الموجودة في بعض الأسماك التي تعيش علي القاع، وديدان النيرس تتفادي تيارات الماء بالحفر في الرمل أو الطين بالقرب من الشاطئ بينما بعض القشريات والمرجان تلتصق بزاوية قوية بالصخور أما المحار فيلصق نفسه بالصخور بأحد مصراعيه . كما أن العلق له ممصات وأعضاء تفرز المخاط .

وقد وجد أن المياه الجارية في الجداول تكون عادة مشبعة بالاكسجين بينما المياة الراكدة وقرب قاع البحيرات تكون كمية الاكسجين قليلة أو معدومة فمثلا في حالة يرقات شعرية الأجنحة التي تعيش في كل من المياه الراكدة والجارية نجد أن سرعة العمليات الحيوية في اليرقات التي تعيش في الأنهار تزيد مرة ونصف عنها في اليرقات الموجودة في البرك أي أن الحيوانات تكيف سرعة عملياتها الحيوية تبعا لسرعة تيار الماء الذي تعيش فيه . ويوجد لأحد أنواع الحشرات شعرية الأجنحة صنفين إحداهما تعيش يرقاته في المياه الجارية والآخر تعيش يرقاته في المياه الساكنة والفرق المورفولوجي بين الصنفين يتمثل في حجم كل من اليرقات والطور البالغ ولكن توقيت دور الحياة في كليهما مختلف.

وهناك نوعين آخرين من نفس الحشرات شعرية الأجنحة هما بانيات الكيس وغازلات الشباك والكيس المبني في البرك يتكون من مواد خفيفة مثل القش وقطع من أوراق النبات حتي لا يعوق هذا الكيس حركة الحشرة علي قاع البركة أما الكيس المبني في الأنهار فيتكون من مواد ثقيلة كقطع الأحجار الصغيرة، وحوريات ذبابة مايو التي تعيش علي الأحجار في قاع الأنهار نجدها مفلطحة الشكل للتعرض لأقل مقاومة لتيار الماء .

ب- العوامل الطبيعية الكيميائية والعوامل الكيميائية

1- اللزوجة

كلما زادت درجة لزوجة الوسط (تماسك جسيماته) كلما قل احتمال الحيوان للحياة فيه وتكون درجة لزوجة الهواء أقل من درجة لزوجة الماء وتوجد علاقات بيئية بين درجة لزوجة الوسط (ماء أو هواء) وتوزيع الحيوانات وتزيد اللزوجة بانخفاض درجة الحرارة وكذلك درجة الملوحة .

2- الانتشار

يؤدي انتشار الايونات والجزئيات للمزيبات والغازات الي تقليل درجة تركيز هذه المواد في الوسط الذي يعيش فيه الحيوان . ولما كانت كثرة تركيز مثل هذه المواد في الوسط ضارة ومميتة للحيوان فإن تخفيف تركيز الوسط يكون صالح لمعيشة الحيوان في بيئته .

وتحصل الحيوانات علي مثل هذه المواد ضعيفة التركيز مع غذائها وتقوم الدورة الدموية بتركيزها في الأعضاء المخصصة حيث يستفيد منها الحيوان في القيام بالعمليات البيولوجية ومثال لهذه المواد النحاس الموجود في ماء البحر يركز الي أضعافه في الحبيبات التنفسية (هيموسيانين) داخل كرات دم بعض الحيوانات ذوات الدم الأزرق مثل بعض اللافقاريات وكذلك الحديد حيث يركز في الحبيبات التنفسية (هيموجلوبين) لدم الأسماك وبعض اللافقاريات وكذلك يوجد نوع من الطحالب في المياة العذبة تكون درجة تركيز أيونات الكلور فيه مائة مرة أكثر من درجة تركيز هذا العنصر في البحر وتتغذي بعض الأسماك علي هذه الطحالب فيستفيد من هذه النسبة العالية من الكلورين .

3- الاسموزية

تعمل الاسموزية علي انتشار المواد من الوسط المحيط الي داخل الحيوان أو الي خلايا وكذلك من الحيوان الي الوسط الخارجي عبر أغشيته وهذا ما يسمي بالاسموزية ويعتمد تبادل المواد هذا علي درجة التركيز .

ويمكن **تقسيم الحيوانات المائية علي أساس الاسموزية** الي:

أ) حيوانات لا تستطيع السيطرة علي مرور السوائل خلال أغشيتها وتكون هذه الحيوانات متعادلة مع الوسط المحيط وفي حالة توازن معه ويكون نطاق هذا التوازن البيئي للحيوان واسع ولا يتغير إلا إذا تسع المجال البيئي اتساعا كبيرا وتسمي هذه الحيوانات **بمتغيرة الضغط الاسموزي** وهي تمثل كثير من اللافقاريات البحرية .

ب) حيوانات تستطيع السيطرة علي مرور السوائل عبر أغشيتها بدرجة كبيرة ويمكنها أن تحتفظ بنسبة تركيز ثابتة دائما للسوائل بجسمها عن طريق أجهزتها المنظمة النشطة ولا يوجد بها تغيير فسيولوجي إذا تغير الوسط الخارجي المحيط بالحيوان ومن أمثله هذه الحيوانات الأنواع التي تعيش في مياه مالحة ثم تنتقل لمياه عذبه أو العكس.

ج) حيوانات غير نفاذه للسوائل الخارجية أو الداخلية وذلك لاحتوائها علي أغشية غير منفذه مثل قشور الأسماك وتقوم الكلية في الحيوانات الارقي منها بوظيفة التخلص من الماء الزائد عن حاجتها وتنظيم نسبته في الجسم . وتسمي حيوانات المجموعتين الثانية والثالثة بثابتة الضغط الاسموزي . وتكون كل الحيوانات ذوات الدم الثابت الحارة ثابتة الضغط الاسموزي أيضا أما ذوات الدم المتغير الحرارة فتكون متغيرة أو ثابته الضغط الاسموزي . ودائما تكون درجة تركيز السوائل بأجسام اللافقاريات البحرية ودائريات الفم والأسماك الغضروفية اعلي بقليل من الوسط أيضا . ومن أهم العناصر الموجودة في مياه البحر والتي تلعب دورا في الاسموزية هي الصوديوم والكالسيوم والبوتاسيوم .

4- درجة تركيز الأيدروجين

توجد علاقة وثيقة بين تركيز الأيدروجين في الوسط المحيط وبين النشاط الإنزيمي وسرعة التنفس في الفقاريات فلكل إنزيم له درجة pH يعمل بها وتقل سرعته اذا انخفضت هذه الدرجة، واثناء التنفس كلما زاد خروج CO_2 زاد pH الدم وبالتالي تزيد قابلية الدم لإحتواء الأكسجين.

وتختلف الحيوانات من حيث قدرة تحملها للتغيرات في تركيز الايدروجين فمنها ما يتحمل مدي واسع من تغير التركيز ومنها ما لا يتحمل إلا تغير في أضيق

الحدود فاليوجلينا توجد في برك وجداول تصل درجة حموضتها الي 1.8 .
وتستطيع بعض أنواع الديدان الشريطة إن تنظم وتكيف حياتها في درجات تركيز أيدروجين تتراوح بين0.4 - 11 .
وقد قيست درجة تركيز الايدروجين لمياه البحر ومياه الجداول والبحيرات وتتراوح في المياه الاولي بين 8.1-8.3 وفي الثانية 10-3.2 والمياه الثالثة بين 6.5- 8.5 .
ولقد علل العالم شلفورد رجوع أنواع سمك السلامون الموجودة في بحار شمال أمريكا الي الأنهار موطن التوالد الي تغير في درجة تركيز الأيدروجين .

5- المؤثرات الكيميائية

يكون للمؤثرات الكيميائية تأثير كبيرا علي وجود أو عدم وجود الحيوان في بيئة ما، فقد وجد أن يرقات الذباب تنجذب نحو الامونيا وتهرب من حامض الخليك بينما تنجذب البرامسيوم الي وسط به حامض الخليك المنخفض التركيز وتهرب منه الامبيا، وفي الماء يكون تأثير المواد الكيميائية عاملا بيئيا مؤثرا فلا تستطيع الحيوانات البحرية من المعيشة في المياه العذبة وكذلك لا يمكن لحيوانات الماء العذب أن تعيش في ماء البحر . وقد يكون وجود مادة كيمائية لازم وضروري لمعيشة الحيوان مثلا بعض القواقع لا تستطيع المعيشة إلا في وسط غني بكربونات الجير حيث تصنع منها أصدافها، أما المواد الكيميائية الإشعاعية فتكون ضارة علي الحيوان وتكون الحيوانات الصغيرة والأنواع الراقية ومنها الإنسان والثدييات أكثر تأثرا بالإشعاع .
وللمواد ذات القوة الإشعاعية الذرية تأثيرات وراثية تؤدي الي طفرات رديئة تتوارث منتجه أجيال ضعيفة التكوين نتيجة التصاق أو تكسر الكروموسومات وهذا ما يسمي بالتأثير الجنيني للإشعاع هذا بالإضافة الي التأثير الجسدي للإشعاع والذي يحدث بالتعرض المباشر للإشعاع . ومن أمثله المواد المشعة **الراديوم** الذي تصدر عنه أشعة جاما و**التنجستن** الذي تصدر عنه الأشعة السينية وكلها لها تأثير علي الخلايا. واستطاع الانسان حديثا أن يستخدم هذه المواد المشعة الضارة في صالحة بالقضاء علي الأورام السرطانية وقتل الخلايا السرطانية باستخدام الأشعة السينية وأشعة جاما وعلاج سرطان الغدة الدرقية باستخدام قوة إشعاعية صادرة من الايود المشع وعلاج سرطان الأنسجة المفرطة النمو باستخدام عنصر الفوسفور المشع .

ج- العوامل الإحيائية (الحيوية)

تتضمن هذه العوامل العلاقة بين الحيوان وغيره من الكائنات الحية الاخري المحيطة ولها علاقة به سواء كانت نباتات أو حيوانات أخري من نفس النوع أو من أنواع أخري .

وبرغم أن الحيوانات تعتمد علي نفسها في كل متطلبات حياتها إلا أنه ليس هناك حيوان يعيش بمفرده في البيئة ولكن يعيش معه في نفس البيئة كائنات أخري تحتم علية أن يتعامل ويتعايش معها .

وتقسم العوامل الحيوية علي حسب علاقة الحيوان بالنبات أو بحيوان أخر الي مجموعتين :

1- عوامل حيوية نباتية

توجد علاقة وثيقة بين الحيوانات والنبات فكثير من أنواع الحيوانات يتغذي علي نوع أو أكثر من النبات فمثلا بعض أنواع النحل لا يتغذي إلا علي نوع واحد من الأزهار .

ولذلك فإن وجود أو استقرار حيوان ما مرتبط تماما بوجود نوع معين من النبات الذي يعيش عليه والعلاقة الموجودة علي سطح الارض بين الحيوانات والنباتات هي نفس العلاقة الموجودة في مياة البرك والمستنقعات والبحيرات والمحيطات حيث تعيش علي نباتاتها وحشائشها أنواع كثيرة من الحيوانات.

ويستخدم الحيوان النبات ليس فقط في مجال الغذاء ولكن أيضاً في الحماية من أشعة الشمس وتغيرات الحرارة والاختفاء من الأعداء وبناء السكن وتربية الصغار وفي أي بيئة من البيئات يوجد تناسب تقريبي بين عدد الحيوانات وكمية النباتات الموجودة بها .

وقد يستفيد النبات من الحيوان وذلك في نقل وانتشار حبوب لقاحة (غشائية الاجنحة، حرشفية الاجنحة وذات الجناحين) أو في التغذية عليه كما هو الحال في النباتات آكلة الحشرات حيث ينقصها عنصر النيتروجين والذي تحصل عليه من التهام هذه الحشرات . وكما نعلم فليس لاي حيوان القدرة علي الحياة علي غذاء لم يجهزه له غيرة فالنباتات الخضراء هي الكائنات الوحيدة القادرة علي تجهيز غذائها من مواد غير عضوية كالماء وثاني أكسيد الكربون والطاقة

الشمسية ، ولتحضير البروتينات تستخدم النباتات بعض الكائنات الدقيقة لتتمكن من تحضير البروتين من أملاح الامونيا أو من حامض أميني واحد .
ويمكن تقسيم الحيوانات تبعا لعاداتها الغذائية الي :
أ- نباتية (50%) وهي الحيوانات التي تتغذي علي المواد النباتية وتكون الغالبية العظمي للحيوانات .
ب- رمية (25%) وتتغذي علي المواد العضوية المتحللة نباتية أو حيوانية .
ج- لاحمة (25%) وتتغذي علي لحوم حيوانات طازجة وتسمي هذه الحيوانات:
1- مفترسة إذا كانت الفريسة أصغر وأضعف من المفترس .
2- متطفلة إذا كانت الفريسة أكبر وأقوي من المفترس وتسمي الفريسة بالعائل والحيوان المفترس بالطفيل.
والحيوانات آكلة النباتات إما أن تفرز إنزيمات معينة تسمح بهضم هذا النوع من الغذاء أو تحتوي أجسامها علي كائنات دقيقة تساعدها علي استخدام هذا النوع من الطعام وفي حالة الحيوانات الرمية فمن المحتمل جدا إنها تتغذي علي الكائنات الحية الدقيقة الموجودة بهذه المواد المتحللة وليس علي المواد العضوية المتحللة مباشرة .
وتتكيف الحيوانات مورفولوجيا وفسيولوجيا وسلوكيا تبعا لعادتها الغذائية كما أن موعد دورات الحياة يتحدد تبعا لوجود الغذاء وكما أن كمية الغذاء تحدد أيضا عدد وتوزيع الحيوانات ومن الناحية التصنيفية فإن الحيوانات القريبة تتلافي المنافسة ولذلك فإنها تستخدم أنواعا مختلفة من الغذاء .

2- عوامل إحيائية حيوانية

يهدف كل حيوان الي زيادة عدد أفراده ، ومقدرته علي الوصول لهذا الهدف تسمي **الجهد الحيوي** وبرغم من هذا فقد لوحظ في الطبيعة أن عدد أفراد كل نوع تبقي الي حد ما ثابتة وهذه تعني أن الجهد الحيوي للحيوان يقابل توقف أي زيادة في عدد أفراد أي نوع فوق حد معين هذه القوة المعارضة تسمي **بالمقاومة البيئية** وكل موطن توجد فيه حالة من التوازن بين الجهد الحيوي والمقاومة البيئية تؤدي الي عدد ثابت من الأفراد لكل حيوان .
والسبب في التغيرات الموسمية في عدد الأفراد يكون ناتجا للتغيرات الموسمية في المقاومة البيئية فعندما ينتقل حيوان الي موطن جديد سواء بالصدفة أو بالهجرة سيواجه مقاومة بيئية إما كبيرة تؤدي الي هلاكه واما قليلة تزيد من عدد أفراده وعلي سبيل المثال فإن فراش دودة القطن غذا مصر من الهند ولم يكن له

في الهند خطورة كبيرة ولكنه في مصر يسبب لنا خسائر اقتصادية فادحة وكذلك سمكة الجامبوزيا التي أحضرت من اليابان لتخلصنا من يرقات البعوض في مصر فأصبحت تشكل خطورة كبيرة علي بويضات ويرقات أسماكنا المصرية حيث تلتهمها بشراهة وفي الحقيقة فإن تدخل الإنسان في توازن الطبيعة يعتبر خطرا اقتصاديا .

ويمكن تقسيم الجهد الحيوي للحيوان الي **جهد تناسلي وجهد بقائي** ويعرف الجهد التناسلي بأنه قدرة الكائن علي إنتاج أعداد كبيرة منه بينما الجهد البقائي هو قدرة الحيوان علي إبقاء والمحافظة علي عدد كبير من أفراده .

وعادة ما يتناسب هذان الجهدان تنسبا عكسيا . ويتوقف الجهد التناسلي علي نسبة الجنس وعلي عدد الأفراد الناتجة خلال وقت معين ، وجهد الإبقاء يمكن تحويلة الي جهد غذائي وجهد حماية والملائمة في التركيب والوظيفة والسلوك.

والمقاومة البيئية يمكن قياسها كميا بالفرق بين عدد الافراد الممكن إنتاجها بناء علي الجهد التناسلي وبين العدد الفعلي للأفراد . والمقاومة البيئية يمكن تحليلها الي **مقاومة حيوية** تنتج من وجود حيوانات أخري قد تكون من منافسة أو منتجة لمواد سامة نتيجة لنشاطتها الحيوية **ومقاومة طبيعية** ناتجة من العوامل الطبيعية من حرارة وضوء ورطوبة وخلافه.

ويوجد نوعين من العلاقات الإحيائية الحيوانية :

أ- بين حيوان وآخر من نفس النوع وتسمي روابط متجانسة

ومن هذه الروابط:

1- رباط التزاوج أو التناسل وعناية الأم ببيضها وصغارها

تتناسل الحيوانات إما جنسيا أو لا جنسيا وقد يتناسل البعض مثل الهيدرا لا جنسيا طالما أن الأحوال البيئية تكون ملائمة ويحدث التناسل الجنسي في الخريف ويحاط الجنين بحوصلة ويهبط الي قاع البركة ثم ينمو الجنين ويتحول الي هيدرا جديدة في الربيع التالي .

وحشرات المن تتناسل بكريا في الأحوال الملائمة ، أما في الأحوال الغير ملائمة فتظهر الذكور والإناث وتبقي الزيجوتات الناتجة في حالة سكون .

وبعض الحيوانات يكون خناثا وفي هذه الحالة يحدث إخصاب خلطي ولكن يحدث أحيانا إخصاب ذاتي وتكون الاختلافات الفردية في الإخصاب الذاتي محدودة .والإختلافات الفردية الهدف منها مواجهة البيئة أو غزو بيئات جديدة حيث تكون بعض الأفراد مهيئه للتغلب علي الظروف الجديدة أي أن الطبيعة تسمح للإبقاء علي الأصلح وهذا ما يسمي بالانتخاب الطبيعي .

وبعض الحيوانات تتكاثر سنويا وبعضها يتكاثر في سنوات ملائمة فقط وبعض الحيوانات يكون له قدرة هائلة علي التكاثر وتنتج عدة ملايين من البيض كل عام ولكن نسبة قليلة من هذا البيض يصل الي مرحلة النضج وعادة تضع الحيوانات التي تعني بصغارها عددا قليلا من البيض ، أما الطفيليات فتضع عدد كبيرا من البيض ويجد قليل منه العائل المناسب ويعيد دورة الحياة . وبعض الأنواع يزيد من عدد صغاره بواسطة تعدد الأجنة حيث يعطي زيجوت واحد آلاف الأفراد .

والظروف البيئية هامة جدا في تحديد طول الفترة التي يحدث فيها التوالد ، فبعض الحيوانات يستمر في إنتاج الصغار مدة طويلة تصل الي 300 يوم في السنة طالما أن الأحوال البيئية مناسبة والحيوانات التي تعيش تحت ظروف قاسية كما في الصحراء تعيش عادة مداداً أطول وتنتج أعدادا قلية من الصغار التي تحيطها بعناية كبيرة .

وحشرات ذباب مايو البالغة وكذلك الحشرات شعرية الاجنحة البالغة تعيش اسابيع قليلة وفي ظروف معينة من تيارات الماء ودرجة الحرارة وطول النهار تتحول اليرقة الي عذراء ثم الي الطور البالغ ، ويحدث الإخصاب مباشرة بعد خروج الطور البالغ الذي يموت بعد ذلك بمدة قصيرة أما ملكة النحل فهي تستمر في إنتاج البيض لعدة سنوات وسمك السلمون يمضي سنوات عديدة في المحيط ثم يهاجر الي الأنهار حيث يتكاثر ثم يموت من الشيخوخة .

2- الهجرة

حيث تتجمع أفراد عديدة لتكون أسرابا للهجرة كما يحدث في الطيور والحشرات كالجراد وأبي دقيق وقد تعيش أنواع من الثدييات كالفقمه وجاموس البحر متجمعة في قطعان طول حياتها .

3- رباط الحياة الاجتماعية أو المستعمرات

تعيش مجموعة من الحيوانات مع بعضها علي هيئة مستعمرة تعاونية يتوزع العمل بين سكانها فيعيش النمل والنحل كل في معيشة اجتماعية وفي ترابط محكم يضمن لها الرخاء والبقاء حيث إنها تجمع الغذاء وتحافظ علي وجوده في الشتاء وتصبح قوة دفاعية ضد الأعداء ويعمل كل فرد لصالح الجماعة وقد تكون الروابط في الحياة الاجتماعية غير وثيقة كما هو الحال في أسراب الطيور وقطعان البقر والأغنام فقد يوجد بينها في بعض الأوقات أو الظروف الخاصة مثل قلة الغذاء أو السكن بعض التنافس أو التنازع بين أفرادها ولكن في أضيق الحدود.

ب- علاقة بين حيوان وحيوان آخر من نوع مختلف عنه وتسمي روابط غير متجانسة

وهذه العلاقة تكون أكثر تعقيداً من الروابط السابقة ويمكن تقسيم هذه الروابط الي ثلاث أنواع :

1- المعايشة Commensalism

وفيها يستفيد أحد الطرفين فقط من الآخر دون أن يستفيد أو يصاب الطرف الآخر بأي ضرر أو خسارة ويسمي الطرف المستفيد " بالمتعايش" والطرف الآخر فهو " المضيف " أو العائل " وكل ما يحتاجه المتعايش من العائل هو الطعام الفائض عن حاجاته وحملة وتنقلاته أو حمايته واختبائه ولا يصاب العائل بأي أذي من المتعايش كما أنه لا يستفيد منه بشئ وهذه العلاقة تعتبر علاقة سلبية بالنسبة للعائل ونشطه من ناحية المتعايش.

ومن أمثلة المتعايش:

**- حيوانات تستفيد من فائض طعام العائل فقط مثل بعض الخنافس والمن وذوات الألف رجل والتي تعيش علي أعشاش النمل الأبيض وبعض الحيوانات الاخري التي تعيش علي أعشاش النحل والنمل الفارسي وفي أعشاش فئران الغيط .

**- حيوانات تستفيد في الحمل والتنقل فقط مثل بعض أنواع الجوفمعويات التي ترتكز علي جسم سمك العقرب والقشريات التي تلصق نفسها بأجسام الحيتان للحصول علي طعام وكميات أوفر من الاكسجين في المكان الجديد.

**- حيوانات تستفيد الحماية فقط مثل أنواع القشريات والقواقع والديدان التي تأوي الإسفنج .

**- حيوانات تستفيد بكل شئ من مأكل وحمل وتنقل مثل حشرات الكوليمبولا التي تتعلق تحت فم بعض أنواع من النمل . والطائر المسمي بمنظف الثور الذي يعيش علي ظهور الحيوانات الثديية في أفريقيا مثل البقر والخرتيت ولكن في المثل الثاني يستفيد العائل قليلا من وجود المتعايش حيث ينبه العائل عند اقتراب أعداءه وسمكة الريمورا التي تتعلق بأسماك القرش.

**- حيوانات متعايشة داخل جسم عائلها تستفيد منه في المأكل ولا تضر به مثل الحيوانات الأولية التي تعيش في القناة الهضمية فتعيش أنواع من الاميبا والهدبيات داخل المستقيم أو في الأمعاء الغليظة للإنسان تتغذي على البكتريا وقطع الطعام وتوجد أمثلة أخرى في بعض الحيوانات مثل الضفدعة والخنزير.

2- التكافل (تبادل المنفعة) Mutualism

وفيه يستفيد كلا من الطرفين الواحد من الآخر ودون أن يصاب أحدهم بأي ضرر أو خسارة وتتبادل الحيوانات المتكافلة المنفعة في حياتها المشتركة وقد لا يستطيع أحدهما المعيشة بدون الآخر.

وتوجد أمثلة عديدة لتبادل المنفعة بين حيوان وحيوان وبين حيوان ونبات وبين نبات ونبات آخر.

ومن أمثلة تبادل المنفعة بين **حيوان وحيوان آخر**:

** ما نجده في النمل الأبيض آكل الخشب حيث لا يستطيع هضم سليولوز الخشب الذي يأكله ولذلك تحتوى أمعائه على حيوانات أولية سوطية تقوم بهضم السليولوز وتحويله إلي مواد سكرية يستفيد منها النمل وفي نفس الوقت تتغذي هذه السوطيات على ذلك السليولوز.

**كذلك الحال فإنه توجد في أمعاء الحيوانات المجترة أعداد كبيرة من الأوليات الهدبية التي تحتوى على أنزيمات تهضم البرسيم والحشائش التي تتناولها هذه الحيوانات إلي مواد بسيطة تبني بها هذه الحيوانات أنسجتها وعند موت هذه الكائنات الدقيقة وتحللها توفر للعائل ما يعادل خمس احتياجاته من الأزوت.

**وفي البيئة المائية يوجد هناك تبادل منفعة بين شقائق النعمان البحرية وسرطان البحر حيث يستغل الأخير فتات الأكل الغير مهضومة والتي يلفظها حيوان شقائق النعمان في سد حاجته الغذائية ويدافع شقائق النعمان عن السرطان وعن نفسه بما له من خلايا لاسعة وبذلك يوفر الطعام له ولرفيقه كما أن شقائق النعمان تستفيد من السرطانات في الحمل والانتقال حيث يجلس الأول على صدفة الثاني ويسير به إلي أماكن جديدة حيث المأكل وتجديد التهوية.

ومن أمثلة تبادل المنفعة بين **حيوان ونبات**:

** العلاقة الموجودة بين الطحالب وحيوان الهيدار حيث تعيش الطحالب داخل الخلايا العضلية- الغذائية الأندوديرمية للهيدار مستفيدا بالمأوي وثاني أكسيد الكربون الناتج من خلايا الهيدار والذي تستخدمه الطحالب في بناء جسمها ويستفيد حيوان الهيدار من الطحالب في سهولة وسرعة التخلص من فضلاته الإخراجية وكذلك الحصول على الأكسجين الناتج من عملية التمثيل الضوئي للطحالب واستعماله في التنفس والبناء.

ومن أمثلة التكافل بين **نبات وأخر**:

** فهو موجود بين درنات البكتريا الموجودة على نبات الفول فهي تحصل علي الغذاء من نبات الفول وتثبت درنات البكتريا نتروجين الهواء الجوي الذي يستخدمه نبات الفول.

3- التطفل Parasitism

وفيه يستفيد أحد الطرفين فقط من الآخر بينما يصاب الآخر بضرر وخسارة. والطفيل حيوان دقيق عادة إذا ما قورن بالعائل الذي يتطفل عليه ويكون الوسط المحيط به ثابت أي لا يوجد تغيرات بيئية كبيرة تؤثر فيه ولذلك تكون أعضائه وأجهزته الداخلية بسيطة أو مختزلة أو معدومة ويوجد دائماً بأعداد كبيرة وذلك نظراً لتعقد أعضائه التناسلية وإنتاج أعداد هائلة من البيض وتشمل مراحل تكاثر لا جنسي وتحتوي على وسائل تعلق مثل الخطافات والممصات والأشواك ويكون لها أكثر من عائل لضمان انتشارها والمحافظة على نوعها. وتعتبر القواقع والأسماك والحشرات أطواراً متوسطة للعدوى بالطفيليات.

وقد تعيش الطفيليات على جسم العائل من الخارج وتسمي من **الطفيليات الخارجية** ومن أمثلتها القمل والبق والبراغيث وبعض القشريات وبعض البروتوزوا الهدبية. أو تعيش داخل جسم العائل في أعضائه أو خلاياه وتسمي **بالطفليات الداخلية** مثل الدودة الكبدية والبلهارسيا والأنكلستوما والإسكارس

والدودة الشريطية والبروتوزوا الهدبية المسببة للدوسنتاريا ويرقات بعض أنواع الذباب.

ويسمي العائل الذي يحمل الطور البالغ للطفيل بالعائل الأصلي أو النهائي بينما يسمي العائل الذي يحتوي على الطور اليرقي للطفيل بالعائل المتوسط.

ويقال أن الحيوانات التي لها أماكن ثابتة وتقيم فيها بصفة ثابتة أكثر تعرضا للإصابات الثقيلة والقوية بالطفيليات بينما تكون الحيوانات المتنقلة التي ليس لها مأوى ثابت تكون أقل تعرضاً لهذه الإصابات الطفيلية.

ويصل الطفيل إلي العائل أما في غذائه أو شرابه (اسكارس- انكلستوما- دودة شريطية) أو بالانتقال المباشر من المريض إلي السليم أو عن طريق عائل متوسط (البعوض في حالة طفيل الملاريا) أو بثقب جلد العائل (البلهارسيا).

ومعظم الطفيليات تكون مثالية فلا تلحق الضرر الذي يؤدي إلي موت العائل وبالتالي يكون خطراً على حياتها هي أي يأخذ الطفيل من عائله بالقدر الذي يسمح له ولعائله بالبقاء.

وتوجد الطفيليات في أماكن محددة من جسم العائل فهناك بلهارسيا المجاري البولية وبلهارسيا المستقيم وتوجد الدودة الكبدية في القنوات المرارية للخيل والأغنام وتعيش الديدان الشريطية والإسكارس في الأمعاء الدقيقة ويعيش طفيل الملاريا في الدم.

وتوجد في العائل مناعة طبيعية ضد الطفيل وذلك ببناء أو إيجاد وسائل دفاعية مختلفة ليحارب بها الطفيل أما بإفراز غطاء ليفي قوي حول الطفيل ويعزله ويمنع ضرره أو زيادة عدد كرات الدم البيضاء والأجسام المضادة الموجودة بالدم والتي تلتهم وتقضي على كثير من الطفيليات.

أنواع البيئات المختلفة

سنقوم بدراسة البيئات الآتية:

بيئة الماء العذب　　بيئة مصبات الأنهار

بيئة الماء المالح　　بيئة اليابس

بيئة الماء العذب وجالياتها

تعتبر بيئة الماء العذب أكثر تغيرا في أحوالها من بيئة البحار أو اليابسة ولذلك فإن سكان هذه البيئة يكونوا عرضة لتغيرات كبيرة في درجة الحرارة والغازات ودرجة الشفافية والضوء وكمية الغذاء والمحتوى الملحي ودرجة سريان الماء والتيارات والموجات المائية وغيرها ومن أهم العوامل التي تؤثر على بيئة الماء العذب هي:

1. درجة الحرارة:

يتميز الماء العذب بارتفاع حرارته النوعية وحرارته الكامنة للاندماج والتبخير وكذلك بزيادة كثافة عند 4 م لذلك فإن التغيرات في درجة الحرارة تعتبر عاملا مؤثرا في البيئة المائية إلا أن التغيرات في درجة الحرارة عامة تكون قليلة وبطيئة في حدوثها إذا ما قورنت بالتغييرات الحرارية للهواء كما ويكون للتغيرات الحرارية تأثير مميز في التوزيع الدوري للحيوانات كما وأن التغذية والنمو والتنفس والتكاثر والنشاط العام يتغير كثيراً بتغيرات درجة الحرارة.

2- الشفافية

حيث أن درجة اختراق الضوء تكون متأثرة بوجود المواد المعلقة التي تسبب عكارة للماء فإنه يندر وجود مناطق تقوم بعملية التمثيل الضوئي في المياه العميقة لعدم وصول الضوء لها.

3- تيار الماء

نظراً لأن تيار الماء يعمل على توزيع الغازات الحيوية والكائنات الدقيقة فإن لتيار الماء فعل مباشر على توزيع الحيوانات في الماء وانتشارها.

4- تركيز الغازات التنفس والاملاح

غازات التنفس مثل الأكسجين وك أ2 وكبريتيد الهيدروجين وكذلك تركيز أملاح التغذية مثل النتروجين والفوسفات والكالسيوم وبعض الأملاح الأخرى وكذلك أيضاً أيون الهيدروجين كل منها له تأثير واضح وفعال على سكان هذه المياه.

التحورات الموجودة في الكائنات التي تقطن المياه العذبة:

1. قليل من الحيوانات يمكنها احتمال تغيرات كبيرة في درجة الحرارة وتسمي Euthermal فكثير من الأسماك تستطيع المعيشة في درجة أقل من درجة تجمد الماء وتسمي الحيوانات التي تتحمل تغيرات قليلة في درجة الحرارة Stenothermal.
2. بعض اللافقاريات مثل الدافنيا تنتج ما يسمي بالبويضات المائية كما وأن بعض الأوليات والحلقيات تنتج حويصلات تستطيع أن تتحمل درجة حرارة مرتفعة .
3. يوجد لكثير من الحيوانات أغشية تسمح بفقد الماء فتزود الأوليات بفراغات منقبضة لا توجد في الأوليات التي تعيش في البحار كما وتفرز حيوانات أبو جلمبو التي تعيش في الماء العذب كمية من البول كثير من التي تعيش في الماء المالح .
4. معظم الحيوانات تقضي فترة من حياتها في بيات خلال فصل الشتاء وبعضها يكون خامل غير نشط .
5. يكون جسم الحشرات المائية أكثر صلابة وتحاول هذه الحشرات مقاومة تيار الماء بالالتفاف أو اختزال مساحة جسمها المعرضة لتيار الماء .
6. غياب الاطوار اليرقية التي تسبح حرة وتميل الي تكوين كبيرة من الملح في بيضها .
7. يتفق حجم الحيوان مع اتساع المكان الذي يعيش فيه فتوجد الاسماك الكبيرة في الجداول الكبيرة والبحيرات .
8. تتميز حيوانات بيئة الماء العذب عموما بقلة أنواعها بالمقارنة ببيئة البحار أو بالبيئة الارضية .

<u>تنقسم بيئة الماء العذب الي:</u>

1- المياة الجارية:

تتميز هذه المياة بعدم الثبات حيث أن كمية المواد المترسبة من التربة تؤثر علي مقدار اختراق الضوء وتكون الحرارة منتظمة في أي مكان ولكن التغيرات الموسمية تكون كبيرة ويكون محتوي الاكسجين بالقرب من نقطة التشبع كما وتتميز أيضا بعد اغتنائها بالموارد الغذائية ولكن سريان الماء يكون مفيدا في انتشار الحيوانات التي يمكنها توفير الغذاء.

ويوجد اختلاف واضح في مقدار الماء فخلال الفيضان يكون لتيار الماء القوي ضرر علي كثير من الحيوانات فيزعجها أو يخرجها جميعا خارج الماء . كما يوجد ميل كبير نحو التقلبات الكبيرة في حجم وسريان الماء من فصل الي آخر ولذلك فانه خلال الفضيان تمتلئ الجداول بالماء وتجف في مواسم أخري ولذلك فان الحيوانات تتعرض لتغيرات كبيرة وتحتاج الي تكيفات خاصة لتبقي في مكانها ولضمان وجودها .

أ- المجاري سريعة سريان الماء :

مثل الينابيع والجداول وتمتاز بأنها ذات تهوية جيدة بالرغم من احتوائها علي مقدار ضئيل من البلانكتون ولكنها تجلب معها كثيرا من المواد الغذائية للحيوانات المستوطنة فيها . عموما فان الفقاريات العليا تكون قليلة في تيار الماء السريع و بالرغم من أن عدد قليلا من الأنواع يمكنها المعيشة في هذه المياة الا انه يوجد بها التحورات الخاصة بذلك.

يكون التحور في الحيوانات في التركيب والسلوك أو في كلاهما لحفظ موضعها ضد جرف التيار أو مواجهة خطورة الاكتساح وذلك بتقليل السطح المعرض من الجسم لتيار الماء .

1- يوجد لها ممصات أو خطاطيف أو أقراص أو سطوحها السفلي قادرة علي الالتصاق أو يكون رأسها منضغطا من أعلي الي أسفل أو أن مقدمة جسمها تكون عريضة بينما مؤخر الجسم نحيلاً أو تكون أجسامها مفلطحة لتختبئ تحت الأحجار وفي الشقوق ومثل هذه الحيوانات يطلق عليها Negative Rheotaxis

2- يكون لبعضها سلوك غريزي حيث يمكنها أن توجه نفسها في عكس اتجاه تيار أي تقاوم تيار الماء وتسمي هذه الحيوانات Positive Rheotaxis كما أن بعض من هذه الحيوانات يكون لها سلوك فطري لتعليق نفسها بالقرب من السطح أو تحفظ أجسامها ملاصقة للسطح وتسمي هذه الحيوانات Positive Thigmotaxis

3- تتجنب الحيوانات الضوء الساطع ودائما تبحث عن الأسطح السفلية للأحجار

<u>مثال: الجداول</u>

تتميز الجداول بسرعة تيار الماء فيها ولكن تيار الماء عند القاع والجوانب يكون أقل بكثير منه في المركز بالقرب من السطح . وتكون المساحات أسفل الأحجار مكان ملائمة لكثير من الحيوانات . تكون درجة حرارة الجداول متغيرة جدا عنها في الينابيع وهذا يؤثر علي توزيع الحيوانات وكذلك يكون التغير اليومي والسنوي في درجة حرارة الجداول التي ينساب فيها الماء بسرعة تغيرا قليلا . يوجد أيضا اختلاف في تركيز أيون الهيدروجين والمخزون القلوي والحمضي للماء.

والحيوانات التي تعيش في الجداول أما أن يكون لها تحور خاص بمقاومة التيار المائي القوي مثل عذاري يرقات الذباب التي تعيش بين الأحجار ومثل الديدان المفلطحة والقواقع وبعض الأسماك .

ويوجد لحيوانات الجداول أعضاء أو ممصات أو خطاطيف كما للاسماك أيضا أشواك وممصات بطنية أو فم ماص تلتصق به علي الجانب السفلي للاحجار ومعظم حيوانات الجداول تبحث عن أشياء تختبئ تحتها مثل السطوح السفلية المظلمة للاحجار وذلك للابتعاد عن الضوء الساطع أو لاقتناص فرائسها .ولكن لبعض الحيوانات محتوي أكسوجيني عالي فتختزل خياشيم بعض الحشرات أو بيئات الضفادع وأبي ذنبة كما ويوجد لبعض الاسماك فتحات لدخول وخروج الماء منفصلة في تجويفها الخيشومي .

تكون كمية البلانكتون في الجداول صغيرة ولكن سرعة تيار الماء تمكن الحيوانات التي تتغذي عليها من تصفية معظم الماء ويبقي كل الرواسب حيث يستخدمها في الغذاء فيوجد في كثير من الحشرات شبكة من الاسنان في فمها تمكنها من تجميع وتصفية المواد الغذائية الضرورية لها .

ب- المجاري بطيئة سريان الماء

مثل الترع (النهيرات) والانهار تتميز هذه المياة بدقة وليونة القاع الطيني حيث تسمح بتميز وازدهار النباتات المائية حيث يكون الماء فيها رائقا يسمح باختراق الضوء اللازم لنمو النباتات كما يوجد وفرة من البلانكتون . ويكون معدل انسياب الماء متغيرا فيما عدا في الفصول الممطرة فيكون المعدل كبيرا.

مثال: الأنهار

تختلف الأنهار كثيرا من حيث مساحتها وفروعها ومستنقعاتها وبحيراتها وجداولها ويكون الماء فيها عموما غير عميق. ويسبب الفيضان زيادة كبيرة في محتواها المائي وزيادة في درجة تعكيرها وهذا يقلل من احتراق الضوء لها.

ويتخلق بلانكتون الأنهار في البحيرات ثم تعود الي الأنهار وكلما ازداد تفرق البلانكتون وتحطمه نتيجة لسرعة تيار الماء وبزيادة البلانكتون تزداد الاسماك التي تعيش فيه .

ويؤثر تيار الماء علي المحتوي الكيميائي للماء في النهر حيث أن فروعة تجلب اليه أنواع مختلفة من التربة وكلما زادت سرعة التيار يزداد أيضا المحتوي الاكسوجيني لماء النهر وقد يقلل الفيضان المحتوي الاكسوجيني للتيار بمقدار النصف وذلك بسبب أن الطمي والمادة العضوية تجلب علي شكل قاع أرضي .

ومعدل انسياب الماء يؤثر علي درجة الحرارة وتكون الحرارة واحدة عند الاعماق حتي في الانهار الكبيرة توجد طبقات حرارية وتكون نادرة لفترة محدودة في الانهار العميقة ذات سريان الماء البطئ .

وتكون درجة حرارة الماء في الجداول بطيئة التيار أعلي منها في الجداول سريعة السريان بالرغم من أن مياه القاع العميقة تكون باردة .

ويعتبر نهر النيل مثال لجداول ذو تيار مائي كبير يستقبل مقادير مختلفة من الماء من فروعة عند مواسم مختلفة ولذلك توجد تغيرات كبيرة تبعا لذلك .وتختلف حيوانات تيار الماء البطئ عن حيوانات الماء السريع السريان في عدد كبير من الانواع الكبيرة وتعيش هذه الحيوانات أما من الفروع أو تعيش جزئيا في الانهار ولكن حيوانات النهر الحقيقية مثل الاسماك والسلاحف والتماسيح والقواقع في الواقع تكون نادرة أو لا توجد في أي مكان ويمكن الفيضان الاسماك وبعض الحيوانات المائية من الرعي في البيئات التي لا تكون ملائمة لها .

توجد حيوانات الشاطئ بكثرة داخل وخارج الماء وتمتاز بعض الاسماك بكثرة أنواعها وأعدادها في الماء الضحل عن أي طبقة عند الاعماق الكبيرة وهذا بسبب العكارة والتيار الذي يمنع نمو النباتات فيما عدا في المياة الضحلة جدا. ودائما تبحث الاسماك الصغيرة عن الماء الضحل علي الشواطئ للهروب من أعدائها .

وبعض اسماك المناطق الاستوائية يمكنها المعيشة في الطمي وبعض الاسماك التي تعيش علي القاع مثل البلطي تحمل بيضها داخل فمها وان الاسماك التي تعيش في التيار السريع لا توجد في التيار البطئ السريان وذلك بسبب حاجاتها الي الاكسجين والحرارة .

والمحار الذي يعيش علي القاع يكون وفيرا علي القاع الطيني حيث يوجد أقل تيار مائي وعموما فان حيوانات القاع تكون أقل عددا من حيوانات التيارات المائية السريعة وذلك لعدم توفر مكان المعيشة المناسب.

2- المياة الساكنة Standing (Lentic) water

وتشمل البحيرات والبرك ويمكن تمييز ثلاث مناطق هي:

1- منطقة المياة الضحلة Littoral zone وتتضمن منطقة الماء الضحل Shallow water حيث يستطيع الضوء اختراقها حتي القاع وتكون محتوية للنباتات ذات الجذور .

2- منطقة المياة المكشوفة Limonite zone وتتضمن منطقة الماء المكشوف حتي عمق تأثير اختراق الضوء وتحتوي هذه المنطقة علي البلانكتون والنيكتون التي تعيش أو تسبح علي السطح.

3- منقطة المياة العميقة Profaunal zone وتتضمن منقطة القاع والمياة العميقة والتي تكون بعيدة عن تأثير الضوء النافذ.

مثال: <u>البحيرات Lakes</u>

تكون منطقة المياه المكشوفة ومنطقة المياه العميقة كبيرتان بالمقارنة بمنطقة المياه الضحلة ويكون العكس صحيحا في حالة البرك .

وقد تكون البحيرة عميقة أوضحلة وتكون البحيرات الضحلة أكثر إخصابا وهناك البحيرات القطبية polar (في المناطق الباردة) والبحيرات المعتدلة Temperate (في المناطق ما بين القطب وخط الاستواء) والبحيرات الاستوائية Tropical (المناطق الحارة).

وتقسم البحيرات علي اساس خصوبتها الي:

1- Oligotrophic Lakes (بحيرات ذات إنتاجية قليلة) تكون فقيرة في الغذاء وكبيرة في العمق وتكون الطبقة العميقة أكبر من الطبقة السطحية ومنطقة الماء الضحل فيها تكون فقيرة في النباتات ولذلك فان آكلات البلانكتون

تكون قليلة وسريان الماء يكون نادرا وتحتوي علي مقدرا من الاكسجين الذائب عند كل الأعماق في أثناء الصيف والشتاء .

2- Eutrophic lakes (بحيرات ذات إنتاجية عالية) تكون غنية بالمواد الغذائية وغالبا ما تكون ضحلة وتكون الطبقة العميقة أصغر من الطبقة السطحية. تحتوي منطقة الماء الضحل علي وفرة من النبات وكذلك من المواد العضوية والبلانكتون النباتي وغيره في الماء والقاع. يكون أكسجين القاع قليلا أو معدوما أثناء الصيف .

3- Dystrophic Lakes (بحيرات فقيرة) تكون فقيرة في خصوبتها وتكون مدعمة بأنواع معينة من النباتات والحيوانات ولكن يكون نمو هذه الأنواع بطيئا. وتكون المواد العضوية الذائبة وفيرة معطية لونا بنيا للماء . وتحلل المواد العضوية يؤدي الي قلة الاكسجين خلال بعض الفصول وهذا يؤثر علي خصوبة البحيرة أما المواد العضوية الغير متحللة فإنها تتجمع مكونه رواسب متحجرة علي القاع .

ويوجد أنواع خاصة من البحيرات مثل البحيرات القديمة العميقة والبحيرات الصحراوية المالحة مثل بحيرة وادي النطرون وتحتوي علي درجة ملوحة عالية والبحيرات الصحراوية القلوية والبحيرات البركانية.

صفات البحيرة

1- تعتبر **الحرارة** هي العامل المؤثر في مناخ البحيرة وترتفع درجة حرارة البحيرات الكبيرة وتبرد ببطء عن البحيرات الصغيرة وحيث أنه يوجد مدي واسع من درجات الحرارة فإنه يوجد تغيير كبير في ألوان الحياة فيها. وتميل البحيرات لتكوين طبقات حرارية خلال الصيف والشتاء كما يوجد فيها فترات موسمية في العمق وتوزيع الحرارة والاكسجين. ويمكن تقسيم البحيرات العميقة الي ثلاث طبقات هي .

أ- الطبقة العليا Upper epilimnion

حيث تدفئ وتدور وتتحرك بواسطة الرياح .

ب- الطبقة المتوسطة Mesolimnion

وسمكها متراً أو متران ويوجد فيها تغيير سريع في درجات الحرارة .

ج- الطبقة القاعدية Deep hypolimnion

وتشمل المياه الباردة الغير دائرة حيث يوجد نقص تدريجي للحرارة في اتجاه القاع .

2- **درجة شفافية البحيرة**

تكون هامة أيضا حيث تحدد مدي اختراق الضوء ويكون العمق الذي يستطيع الضوء أن يخترقه محددا لمقدار الحياة النباتية التي تعيش في البحيرة ففي حالة البحيرات العكرة يوجد هناك اختلاف كبير في تنوع ومقدار الأسماك التي تعيش في الخمسة مترات العلوية أسفل السطح ولكن في حالة البحيرات الشفافة يوجد أكثر الأنواع واضخم الأعداد من الأسماك التي تعيش ما بين الخمسة الي عشرة مترات من الطبقات السطحية.

3- تتغير **الغازات الذائبة** في البحيرات تبعا للفصول والأعماق ويكون الأكسجين في الطبقات القاعدية ضئيلا ولذلك فإن الحيوانات التي تعيش في هذه المنطقة أما أن تكون لها القدرة علي المعيشة فترة طويلة بدون أكسجين أو الهجرة منها وبعض الاسماك تستطيع سحب الأكسجين المخزون في مثانتها الهوائية. وقد يكون الأكسجين مشبعا جدا في كثير من البحيرات.

4- يوجد تأثير كبير **لتركيز أيون الهيدروجين** ويزداد هذا التركيز نهارا وذلك لزيادة عملية التمثيل الضوئي للطحالب بينما تقل كميته الذائبة في الماء ليلا ونتيجة لذلك فإن القلوية ترتفع جدا وتصل الي أقصي مداها في منتصف النهار وتنخفض أثناء الليل. وتوجد دورة انتقالية لتركيز أيون الهيدروجين نتيجة للعوامل الطبيعة والحيوية فارتفاع درجة الحرارة في الطبقة السطحية تدريجيا يقل بعض (CO_2) ويصل الفقد الي ذروته في منتصف الظهر وبانخفاض درجة حرارة الماء تدريجيا توجد زيادة في إذابة (CO_2) الجوي ومقابل ذلك فقد في القلوية عند حلول الليل وفي الصباح تزداد شدة الضوء ويوجد زيادة مقابلة في عملية التمثيل الضوئي للطحالب ورفع أكثر في درجة تركيز أيون الهيدروجين عند استهلاك ثاني أكسيد الكربون الموجودة في الماء.

5- تعتمد **درجة خصوبة البحيرة** أيضا علي وجود الأملاح مثل الساليسيلات والفوسفات والنترات والكالسيوم وغيرها . وجد أن كمية البلانكتون في بحيرات الماء الصلب (الغني بالاملاح) تكون 3-5 مرات مقدار البلانكتون في البحيرات ذات الماء الطري (الفقير للاملاح) ولذلك فإن الجزء الطبيعي الغير حي للجالية الحيوانية يؤثر في تنظيم الجزء البيولوجي لهذا الجالية.

6- **نوع القاع** في البحيرة يكون هام أيضا حيث ان الشواطئ الصخرية المتآكلة تحتوي علي جاليات حيوانية تشبة مثيلتها في القيعان الصخرية للمياة الجارية . أما الشواطئ الرملية للبحيرات فتحتوي علي سكان متفرقة وإذا ما حدثت رياح أدت الي تفريق الرمال وبالتالي الي تفريق الجاليات الحيوانية .

3- المستنقعات

وتشمل المستنقعات Swamps والغدران Pools والوحل Bogs وهي مناطق مائية ضحلة صغيرة يتغير فيها الماء كثيرا وفي بعض الفصول يختفي فيها الماء فوق سطحها وتكون عادة محاطة بمناطق نباتية وقد توجد نباتات طافية علي سطحها .

تكون الحيوانات التي تسكنها كثيفة ولكنها قليلة في أنواعها . ويوجد فيها أيضا تحديد مناطق لبعض الحيوانات نتيجة لنباتات الشاطئ والطبقات المختلفة كما توجد تغيرات كبيرة ومفاجئة لدرجة الحرارة.

التحورات الخاصة بحيوانات المستنقعات:

1. في حالة نقص الماء تمر الحيوانات بفترة تحول قصيرة وقد تتحوصل أو تتكاثر بسرعة أو تعيش في سكون.
2. بعض الأسماك يمكنها المعيشة فترات طويلة من الظروف الغير ملائمة داخل شرانق تصنعها من المخاط والطمي وقد تحفر في الطين.
3. معظم الحيوانات تستطيع مقاومة الجفاف لفترات طويلة أو تنتج بويضات تتحمل ظروف الجفاف القاسية.
4. بعض الحيوانات لها القدرة على تنفس الهواء الجوي نظرا لنقص الأكسجين وبعضها يستطيع أن يتحمل حموضة الماء.

بيئة البحار وجالياتها

تكون البحار 72% من سطح الكرة الأرضية وتكون بيئة متجانسة ومناسبة لمعيشة الحيوان حيث يكون هناك ثبات في درجة الحرارة والملوحة والمحتوى الغازي وتركيز أيون الهيدروجين وتكون الظروف الكيميائية والفيزيقية للحياة متغيرة ببطيء وبدرجة أقل عنها في الماء العذب أو على الأرض وتكون درجة ملوحة البحار 33.5 في الألف وتوجد بها أملاح

الكلوريدات والكبريتات ومقادير قليلة من البروميدات والكربونات وبعض المركبات الأخرى.

بعض حيوانات البحار لا يستطيع المعيشة في درجات مختلفة من الملوحة، ويكون الأكسجين الذائب في بعض الحالات لمقابلة احتياجات الحيوانات البحرية، وتكون تغييرات تركيز أيون الهيدروجين طفيفة جداً، وينقص الاختراق الضوئي بزيادة العمق، وتختلف درجة حرارة البحار من 2.2*م في البحار القطبية الباردة إلي 35*م في البحار الاستوائية الحارة وتكون التغيرات الموسمية في البحار القطبية والاستوائية صغيرة بينما في المناطق المعتدلة تكون هذه التغيرات كبيرة نوعاً وتحت عمق 600 قدم يوجد تغييرات موسمية قليلة أو تجد تغيرات ملحوظة وتكون الحرارة هي العامل الأساسي لسبب الهجرة إلي المناطق الرأسية والأفقية للحيوانات في توزيعها.

ويؤثر على البحار عاملان:

أولاً: المد والجزر: وهي عبارة عن تغييرات زمنية في مستوى الماء تنتج كاستجابة جسيمات الماء لجذب القمر. ويكون ارتفاع المد والجزر في البحار المكشوفة مختزل ويكون معدل الحركة بطيئا وقد يكون المد والجزر غير منتظم في بعض الأماكن فقد يكون مرة واحدة يومياً وقد لا يوجد مد أو جزر في بعض الأماكن، وتغيير المواسم والعواصف في المد والجزر.

ثانياً: التيار: تكون وظيفة تيار الماء أما المساعدة في انتشار الكائن أو التحكم في توزيع الكائنات الطافية فوق سطح الماء فكثير من الأطوار الصغيرة للفقاريات البحرية لها قدرة ضئيلة على الحركة وقد لا تستطيع الحركة نهائياً فإن تأثير تيار الماء يساعد على انتشارها إلي مدى واسع وبالنسبة للكائنات الدقيقة التي تطفو فوق الماء فإن الفيضان يلعب دوراً كبيراً في توزيع الحيوانات التي تتغذي عليها.

وتنقسم البيئة البحرية على حسب المناطق إلي:

1) <u>بيئة الشواطئ Littoral Zone</u>

وهي المنطقة من مياه الشاطئ التي تكون داخل تذبذب الأمواج وتمتد من وسط منطقة المد والجزر حتى نهاية الشط القلوي. وتتميز حيواناتها بالآتي:

1. في حالة بعض القشريات تكون أجسامها فقاعات هوائية تستخدم كمصدر احتياطي للأكسجين وعندما تغطي بالماء تسمح باكتساب ماء مؤكسد إلي داخل خياشيمها ويستطيع الحيوان المعيشة في حالة ابتعاد الماء عنه حوالي 44 يوماً.

2. بعض القشريات يمكن أن تقاوم بعد الماء عنها لفترة طويلة حيث أنها توجد عادة في الجنادل الصخرية عند انخفاض المد والجزر أو- تغطي بأعشاب البحر أو حبيبات الرمل.
3. حيوانات شقائق النعمان تجذب عند التعرض للجو مكونه كتلة أسطوانية حمراء داكنة ترتبط بالصخور الرطبة ويساند الجدار الخارجي الغير منفد لها بمنع الفقد الزائد الناتج عن البخر.
4. خطورة الفرق الناتج من التقاء البحر بالأرض في حالة المد العالي تكون غالباً مكان استيطان كثيف فمستعمرات الحيوان وخاصة الحشرات وهذه الحيوانات تتنفس الهواء الجوي ومعظمها لا يكون قادر على المعيشة لفترة طويلة تحت الماء وخطورة الفرق تتغلب عليها هذه الحيوانات أما بتغير مسكنها بسرعة بالجري أو الطيران أو يغطي الشعر أجزاء مختلفة من الجسم الذي يحمي فتحات ثقوبها التنفسية كما وأن الجسم والشعر يكون مغطي بإفراز شمعي يمنع فقد الرطوبة كما يوجد لبعض منها كيسين هوائيين كبيرين في منطقة الجسم الخلفية تمكنها من الطفو.
5. الحيوانات الجالسة مثل الإسفنج والجوفمويات لها سيقان طويلة تمكن الحيوانات من ترك أعضاءه الغذائية فوق الطين ويكون لبعضها تركيبات تمكنها من الالتصاق أو الحفر أو مقاومة الصدمات.
6. للقشريات أشواك وقرون استشعار طويلة أو أرجل تمكنها من السير على الطين الطري.
7. معظم الحيوانات التي تعيش على القاع تنتج بيضا كبيرا الحجم وقليل العدد وقليل من الحيوانات منها تنتج بويضات صغيرة جداً.
8. معظم حيوانات هذه المنطقة لها قدرة كبيرة على الانتشار ولها ألوان للحماية تشبه الوسط المحيط الذي تقف عليه.

وتنقسم هذه المنطقة إلي:

أ) Supra littoral zone وهي التي تمتد حتى أسفل حافة البحر.

ب) Eulittoral zone وهي التي تمتد بين مستوى المد والجزر العالي المنخفض ومنها الشواطئ الصخرية والشواطئ الرملية والشواطئ الطينية وسطح هذه المناطق يغطي ويعري مرتين كل فترة نهار ليل وبهذا تتغير درجة الحرارة والتبخر والضوء.

ج) Sublittoral zone وهي منطقة ممتدة من حدود المد والجزر المنخفض ولأسفل حتى خط 200م وهي منطقة ماء ضحل ويكون قاعها طري ويتركب أساساً من الرمل والطين والصلصال وتترسب عليه الأحجار وعديد من أصداف الرخويات.

2) <u>بيئة المحيط:</u>

وتضم الأنواع الحيوانية السابحة والطافية التي تعيش في البحار المفتوحة مثل البلانكتون وتتضمن منطقتان:

أ) Neritic zone وهي منطقة بالقرب من الشاطئ وهي عبارة عن الماء الضحل الذي يغطي الرصيف القاري. ويكون متغيراً للحرارة والملوحة.

ب) Oceanic zone وهي منطقة الماء المفتوح خلف الرصيف القاري. البلانكتون عبارة عن كائنات دقيقة تعيش تحت رحمة التيار وحركة الأمواج وتحتوي على عدد كبير من يرقات كثير من حيوانات الشاطئ وتعيش هذه الكائنات في المناطق الضوئية من البحر وتنقص هذه الكائنات بزيادة العمق. وتضم الكائنات الدقيقة الحيوانية Zooplankton والنباتية phytoplankton أما النيكتون فهو عبارة عن كل الحيوانات الكبيرة الحجم والتي تستطيع التحكم في حركتها مثل الشارك والحيتان وبعض صغار الأسماك ومعظم هذه الحيوانات يهاجر إلي السطح ليلاً وتعيش في البحار المفتوحة.

وينتج التيار المائي البحري تغييرات واضحة في درجة الحرارة ويسبب اختلافات في درجة الملوحة بدرجة قليلة وهذه التغييرات تعمل كحوائل ضد انتشار بعض الحيوانات.

وتتعرض الحيوانات التي تعيش في الطبقة العليا من البحر لتغيرات دورية سنوية أو شهرية أو يومية وحيث أنه يوجد هجرة للبلانكتون نحو السطح ليلاً ولأسفل خلال النهار فنجد أن الأسماك أيضاً يكون لها هجرة غذائية ليلاً على السطح. وتعزى الهجرة اليومية إلي تغيرات الضوء وكذلك الحرارة المسببة من الكثافة والطبيعة الكيميائية للماء. ويوجد توزيع رأسي للبلانكتون نتيجة الكثافة النوعية والتيار ودرجة الحرارة والضوء، وكذلك ناتج من العوامل البيولوجية مثل مستوى الغذاء والمعادن العضوية الذائبة.

<u>تحورات حيوانات هذه البيئة:</u>

1- تكون حيوانات البلانكتون صغيرة ويكون ثقلها صغير جدا لوجود الاصداف والفقاعات الغذائية والقطرات الزيتية كما يوجد لها اشباك أو خيوط أفقية كما وان أشكالها عموما تكون ملائمة للتحرك نحو السطح بسهولة والغوص لأسفل بصعوبة .

2- بعض الاسماك يكون لها عيون كبيرة أو أعضاء ضوئية Luminescent Organs وذلك أثناء الغسق حيث يكون الضوء غامقا، والأسماك الطائرة تناسب أيضا المياة المفتوحة حيث تستخدم هذه الخاصية في الهروب من أعدائها المفترسة .

3- يوجد تحورات في الحيتان كعدم وجود الشعر وضمور أطرافها الخلفية وتكون طبقة دهنية سميكة تحت الجلد وتحور أطرافها الأمامية علي هيئة مجاديف وفتحة الأنف تكون بعيدة للخلف .

3) <u>بيئة المياه العميقة</u>

تكون الحيوانات التي تعيش في قاع البحر خلف منطقة الشاطئ وأسفل المنطقة الضوئية لها بيئة ثابتة مميزة وتكون المعيشة أما عالقة أو في الطين الطري الموجود في القاع وهي تزحف أو تحفر أو تتصل بمناطق مختلفة من الطبقات المائية .

وتكون هذه الحيوانات معرضة لضغط خطير وثاني أكسيد الكربون وفيراً أما الاكسجين اللازم للحياة فيكون كافيا وتكون صفة الحيوانات معتمدة علي طبيعة القاع .

ويلاحظ أنه في المناطق المنخفضة 300 متر تكون الحرارة ثابتة ويكون هناك مقدار ضئيل من الأشعة الزرقاء – البنفسجية ويصل الي 400 رطل لكل بوصة ولذلك فإن اسفنجيات هذه المنطقة تكون لها امتدادات وتشبة الجذور .

وفي المياة العميقة أكثر من 1400 متر لا يوجد ضوء ويزداد الضغط الي طن لكل بوصة وتتميز اسفنجياتها بالفروع الجيرية وبما تحتويه من القشريات والديدان ونجوم البحر الهشة .

وتتضمن هذه المنطقة المناطق الاتية:

1- Archibenthic Zone وتمتد من 200-2000 متر وهي تضم منطقة الجزر المبللة مستقيمة الانحدار .

2- Abyssal benthic Zone حتي عمق 6.000 متر وهي تمتد من 2000- 60.00 متر ولا يوجد فيها تغيرات موسمية ولا يخترقها الضوء ولا يوجد بها تيار مائي ولا تحتوي علي حشائش وكمية الأكسجين فيها ضئيلة .

3- Hadal Zone ويكون عمقها اكثر من 10.0000 متر .

تحورات حيوانات القاع

1- اللافقاريات مثل الجوفمعويات ونجوم البحر والرخويات والخيارات تكون مكيفة علي المعيشة في جميع الاعماق وفوق الاراضي القاعدية فتلك التي تعيش علي الطين الطري تكون مزودة بزوائد طويلة ومعظم هذه اللافقاريات تكون عمياء . وإذا كانت هذه اللافقاريات من النوع الجالس فيكون لها سيقان طويلة تصل الي 20مترا .

2- تصبح أسماك القاع رفيعة حيث يحدث اختزال في حجم الجسم ويوجد لها فم واسع وقد يحتوي علي عيون كبيرة متطورة جداً أو ليس لها عيون وكثيراً منها تكون مميزة باشتراك الذكور والاناث فتكون الذكور معلقة بالاناث كالطفيليات والغرض من ذلك وجود الاناث والذكور معاً في تلك البيئة المظلمة.

بيئة مصبات الانهار وجالياتها

عند التقاء ماء النهر مع ماء البحر فانه تتكون منطقة تسمي الماء العادي فيها يكون تركيب الماء متغيرا دائما فعند المد يوجد فترة يكون فيها الماء في أقصي ملوحته وعند الجزر وفي فترات الامطار الغزيرة فإن منطقة المياة العذبة تزداد كثيرا في الاتساع ومثل هذه التغيرات تسبب مشكلات للجاليات الحيوانية منها عدم ثبات تركيز المواد الذائبة ووجود أو غياب بعض المعادن .

وبالنسبة للحيوانات التي تكون لها قدر محدود من التنظيم الاسموذي لا تستطيع المعيشة في هذه البيئة حيث أنها تستطيع تحمل تغيرات اسموذي بسيطة فقط وتسمي بمحدودة الاسموذية مثل القواقع ومعظم الجوفمعويات وكثير من الحلقيات وتتميز الحيوانات المستوطنة لهذه البيئة بان لها مدي واسع من المقاومة الاسموذية ولذلك تسمي بمتوسطة الاسموذية مثل بعض الحلقيات وبعض القشريات حيث يمكنها اختراق أعالي انهار الي مسافة كبيرة .

ومن أمثلة الحيوانات التي تستطيع السيطرة علي سوائل جسمها هي الحيوانات المهاجرة مثل ثعبان السمك حيث تستطيع قضاء معظم فترتها البالغة في الأنهار ثم ترجع الي البحر للتكاثر .

وفي هذه الحيوانات يكون الضغط الاسموذي الداخلي حوالي ثلث الضغط الاسموزي لماء البحر ويرجع ذلك الي وجود المخلط الذي يعطي أجسامها والذي يكون غير منفذا ووجود تحورات خاصة في جهازها الاخراجي والدموي .

وتأثير تيار الماء في تحريك كميات من الطمي المتجمع يؤدي الي عكارة الماء فيصعب اختراق الضوء وهذا يكون له تأثير علي كثير من الحيوانات وخاصة التي تتغذي بطريقة التصفية وكذلك فإن معظم النباتات لا تستطيع المعيشة تحت هذه الظروف ولذلك فإن الطعام اللازم للحيوانات يكون قليلا جدا .

البيئة الأرضية وجالياتها

تتعرض الحيوانات التي تعيش علي سطح الأرض الي تغيرات كبيرة ومفاجئة في المحتوي المائي ودرجة الحرارة وتكون التغيرات اليومية والموسمية للبيئة الأرضية أكثر منها عن البيئة المائية .

ويمكن تقسيم البيئة الأرضية الي:

1- **بيئة تحت سطح الارض (التربة)** وهي البيئة التي تتأثر بدرجة الحرارة والرطوبة ودرجة التهوية والتركيب الكيميائي وحيواناتها تكون معرضها لتغيرات سريعة في المحتوي المائي ودرجة الحرارة ، وهذه البيئة تتضمن بيئة التربة وبيئة الكهوف.

2- **بيئة سطح الارض** وتشمل الحيوانات التي تعيش فوق سطح الارض والحيوانات المشتركة مع النباتات مثل الغابات والحشائش والصحراء وتتعرض الحيوانات هنا لتغيرات سريعة في المحتوي المائي ودرجة الحرارة والرياح .

3- **بيئة الهواء** تضم هذه البيئة الحيوانات الطائرة والطيران في الهواء يجعل الحيوانات قادرة علي الطيران بسرعة عن زميلاتها ساكنات الارض والطيران مفيد للوصول الي مصدر الغذاء أو الهروب من الأعداء أو توزيع الأنواع أو الهجرة من الأماكن الغير مناسبة الي الأماكن الملائمة.

1- بيئة التربة وجالياتها

تمثل التربة هنا بالطبقات الضئيلة العلوية من سطح الأرض والتي تغطي الصخور الموجودة تحتها وتكون هذه الطبقات مع المواد العضوية والكائنات الحية مكان ملائم لنمو جذور النباتات ولكثير من الحيوانات الحافرة أو الثابتة فيها.

ويختلف العمق من ملليمترات قليلة الي عدة أمتار ولا تزيد عادة في عمقها عن 3 متر. ويمكن تقسيم حبيبات التربة تبعا لحجمها الي:

1- الطين Clay اقل من 0.002 مم
2- الطمي أو الغرين (Silt) 0.002- 0.02 مم
3- رمل ناعم Fine sand 0.02- 0.2 مم
4- رمل خشن Coarse sand 0.2- 2 مم
5- حصي ناعم Fine gravel 2-5 مم
6- حصي خشن Coarse gravel اكثر من 5 مم

وتتفاوت انواع التربة علي حسب حجم الجبيبات وعلي هذا يمكن تقسيم التربة الي الانواع التالية:

1- **تربة ذات ملمس خشن**: وهي تربة مفككة الحبيبات وتتكون من الرمل والحصي ولا تحتفظ بنسب عالية من الماء.
2- **تربة متوسطة الخشونة**: وتحتوي علي طفل رملي والطفل عبارة عن طين وحبيبات رمل ومواد عضوية.
3- **تربة متوسطة الملمس**: وهي مزيج من الرمل والطين والطمي ويمكن لهذه التربة الاحتفاظ بكمية ماء ومواد عضوية تصلح لنمو النبات.
4- **تربة متوسطة النعومة**: تحتوي علي نسبة عالية من الطين وعند ابتلال هذه التربة تكون لزجة وهذا النوع له قدرة عالية علي الاحتفاظ بالماء.
5- **تربة ناعمة الملمس**: تحتوي علي اكثر من 40 % من الطين وتحتفظ بكمية ماء أعلي من كل الانواع السابقة وبها كمية كبيرة من المعادن اللازمة لنمو النبات.

وتتغير الحرارة كثيرا عند السطح وتكون الحرارة ثابتة أسفل عمق متر وتكون تغيرات الحرارة في المناطق المكشوفة أكثر منها في المناطق المغطاء بالحشائش ويحدث نتيجة لذلك تحفر كثير من الحشرات عند انخفاض درجة الحرارة في التربة وتستطيع ديدان الأرض أن تتحمل تغيرات واسعة في درجة الحرارة ويمكن للحشرات أن تخفض من درجة حرارة أعشاشها بالتهوية

بأجنحتها وفي الطقس البارد تحفظ حرارة أعشاشها دافئة بحرارة أجسامها وعزلها بطبقة شمعية.

أما بالنسبة للماء حيث يتواجد في المساحات الواسعة بين حبيبات التربة أو في الشعيرات الدقيقة بين حبيبات التربة الدقيقة وتكون الرطوبة في التربة الطميية والصلصالية (الطينية) أكثر منها في التربة الرملية أو الدبالية. ويعتمد المحتوي المائي للتربة علي الرطوبة وتبخرها وسقوط الأمطار.

كذلك نجد أن المحتوي الكيميائي للتربة نتيجة لتجمع بعض الأملاح علي الطبقة السطحية فالتربة الملحية فقيرة في نباتاتها. وتكون التربة مترددة التنظيم Amphoteric حيث تتضح فيها الخاصية القاعدية والحامضية وفي المناطق الجافة تكون التربة قلوية ويوجد بها كثير من ديدان الأرض . وقد وجد أن كثيرا من أنواع الأوليات تتحمل مدي واسع من التفاعلات الكيميائية داخل التربة .

تحورات حيوانات التربة

1- معظمها تكون أجسامها أسطوانية وكثير منها لا يوجد له أطراف وبعضها يوجد له أطراف حافرة مثل البوز والمخالب وأمثلة لهذه الحيوانات النمل والسلاحف والسحالي والثعابين والثدييات أكله الحشرات.

2- معظم الأنواع الحافرة لا يكون لها أعضاء للإبصار ولكنها تكون مميزة بحدة الأعضاء اللمسة وبعضها يكون له تحورات تركيبية ولونية.

بيئة الكهوف

يوجد بداخل هذه البيئة تغيرات طفيفة في درجة الحرارة والرطوبة ويكون الضوء موجودا عند فتحة الكهف فقط ولذلك فإن الحيوانات التي تقطن الكهف تكون نشطة برغم معيشتها في الظلام التام ودرجة الحرارة الثابتة ونادرا ما يحدث بيات أو عطش بين سكان هذه البيئة بينما تكون الأعضاء اللمسية والحسية فيها متطورة جدا .

2- بيئة سطح التربة

وتضم هذه البيئة جميع الحيوانات التي تعيش علي سطح التربة ويسهل اقتناص هذه الحيوانات ويكون سطح التربة أما صخري أو رملي أو رطب ويختلف توزيع الحيوانات تبعا لنوع التربة ويلاحظ أن التربة الرطبة تكون ملائمة لكثير من الحيوانات مثل ديدان الارض والسرطانات والقواقع والبرمائيات أما

الحيوانات التي تعيش علي التربة الرميلة الجافة فأنها تغطي أجسمها للتغلب علي الاختلافات الكبيرة في درجة الحرارة وتجنب الجفاف.

تحورات حيوانات هذه البيئة

1- يحدث اختزال في عدد الأصابع في حالة حيوانات الأرض الصخرية وتكون الارجل طويلة في حالة الحيوانات التي تعيش فوق سطح التربة الرخوة كما يوجد لها غشاء بين أصبعها يمنعه من عدم الغوص من ناحية والعوم من ناحية أخري.
2- بالنسبة للأرض الرملية فإن الخنافس تزود برسغيات أقدام طويلة وتكون مزودة بشعر كيتيني قوي وتكون أرجلها الصدرية الثانية والثالثة طويلة كما وأن بعض السحالي يكون لها صفوف جانبية من الحراشيف علي أصابعها .
3- توجد تحورات خاصة للجري علي الأسطح الثابتة .
4- بالنسبة للكثبان الرملية فإن حيواناتها من الحشرات والزواحف والطيور والثدييات تكون ليلية أو نشطة أثناء الغسق ويكون لها مقدرة بسيطة علي تحمل الجفاف أو درجات الحرارة المرتفعة جدا.

وتضم بيئة سطح التربة البيئات الاتية:

1- بيئة الغابات

وهي بيئة ثابتة حيث تكون الحرارة والرطوبة أقل تغيرا وأبطا ويكون سرعة الرياح قليلة داخل الغابة. وتتأثر كمية اختراق الضوء بعد عوامل منها كثافة النباتات وارتفاعها ونوع الاوراق الموجودة. وتسبب النباتات التي تغطي سطح الغابات تغيرات في عامل الحرارة وذلك نظرا لوجود الظل وقلة حركة الرياح والرطوبة.

والحيوانات التي تعيش فيها تحصل علي غذائها نتيجة للتمثيل الضوئي وتحصل أيضا علي الحماية وتكون الغابات الكثيفة مكانا غير ملائم للكثير من الحيوانات حيث يقل الضوء والغذاء بالقرب من الأرض ومعظم سكان هذه المنطقة تكون شجرية تعيش علي أو بالقرب من قمم الاشجار حيث يوجد لها وسائل للتعلق أو القفز أو الحركة بين الفروع ، كما لبعضها أعضاء اتزان تمنعها من السقوط أو من عمل ثقوب في الاشجار. وتتميز حيوانات الغابة بتشابه ألونها مع الوسط الذي تعيش فيه مثل الحشرات والحرابي والعلاجم

التـي تعـيش فـي الاشـجار. وتكـون عاداتهـا التناسـلية مكيفـة للمعيشـة علـي الاشجار حيث تحمل بعض العلاجم بيضها علي ظهرها بينما كثير منها يبني أعشاشه علي الاشجار أو قد يستخدم الثقوب الموجودة فيها لتربية الصغار . ويكون لكثير من حيوانات الغابة قدرة عالية علي السمع وإحداث الأصوات إلا أن قدرتها علي الإبصار تكون بسيطة.

2- بيئة الحشائش الأرضية

وهي التي تحتوي علي حشائش قصيرة حيث تكون غطاء يحمي الحيوانات أسفلها من الضوء والحرارة الشديدة . وتقضي بعض الحيوانات فترة من حياتها تحت الارض وتكون غالبا ليلية أو نهارية . كثير من الحشرات التي تعيش في هذه البيئة تكون غير نشطة بينما كثير من الحيوانات آكلة الحشائش واللحوم تكون رشيقة ونشطة .

أما بالنسبة للحيوانات المفترسة فيكون لها إبصار مزدوج وتكون قوة إبصارها في الظلام أقوي من قوة إبصار الفريسة .وتحمل الحيوانات سريعة الهرب أذان كبيرة كما هو الحال في الأرانب ومعظم حيوانات الحشائش يكون لها جحور ثابتة تلجأ اليها للحميمية وتقضي معظم موسم التكاثر بداخلها .

وتتميز هذه المنطقة بالحيوانات العشبية كبيرة الحجم وعدد كبير من الحيوانات التي تعيش معيشة جماعية بجانب وجود الحيوانات آكلة اللحوم .

3-بيئة الصحاري

تعتبر بيئة الصحاري بيئة قاسية والحيوانات التي تعيش فيها تكون متخصصة فسيولوجيا وسلوكيا أكثر منها تركيبا . وهي مناطق لا يوجد بها غابات أو حشائش أرضية وسقوط الأمطار يكون قليلا ولها جهد تبخر عالي ناتج من الحرارة الذائدة وكذلك سرعة الرياح تؤدي إلي غياب رطوبة الجو والي إشعاع الحرارة بسرعة من الارض، وتكون الاشياء الذي تحتمي بها الحيوانات غير موجودة في هذه البيئة ومن المعروف أن بيئة الصحراء تتميز بارتفاع درجة الحرارة وانخفاض درجة الرطوبة بل ويمكن القول بان التغيرات الكبيرة في هذه العوامل في أزمنة قليلة ومسافات قصيرة تكون من أبرز مميزات البيئة الصحراوية حيث سجل ارتفاع في درجة الحرارة مقدرا 15* م في يوم واحد في شهر أغسطس في وادي دجلة وسجل ارتفاع في

الرطوبة النسبية مقدراه 75% وفي شهر مارس بمنطقة الجيزة وقد تصل برودة السطح الي 26.5 أثناء الشتاء ولقد وصلت حرارة الصحراء المصرية الي 80* م وقد سجل في بعض الأماكن ارتفاع قدرة 20* م في ظرف ثلاثة ساعات .

تتميز الصحراء أيضاً بوجود طبقات حرارية Thermal stratification حيث تكون الطبقة السطحية للرمل هي أعلاها حراريا وسجل انخفاض حرارة مقداره 10*م علي ارتفاع بوصة لأعلي ولأسفل السطح ، ونقص مقداره 20* م علي بعد 6 بوصات فوق السطح وكذلك توجد فروق حرارية كبيرة بين المساحات المكشوفة والمظلمة.

التحورات الخاصة بالحرارة

تكون الحيوانات الصحراوية أما ليلية أو نهارية ولقد وجد أن التغييرات الحرارية تكون عوامل طبيعية تقرر فترة نشاط الحيوانات ففي الأيام الباردة الممطرة تترك الحيوانات الليلية عزلتها وتصبح نشطة وفي أيام الغيوم تبطل الحيوانات النهارية نشاطها كما لو كانت في الليل أي أن الضوء يقرر أيضا فترة نشاط الحيوان .

وتواجه الحيوانات ارتفاع الحرارة إما بتحمل هذه الحرارة العالية أو تجنبها بالانسحاب داخل جحورها رافعة أجسامها من فوق الرمل أو تطير في الهواء أو تتعلق بنبات أو تحور من وسائلها للحماية .

وفي الصحراء تكون الحرارة متغيرة زمنا (تغيرات موسمية ويومية) ومساحيا (في الظل او العراء فوق وتحت سطح الرمل) ومن هذا المدي الواسع للحرارة تختار الحيوانات درجة الحرارة المثلي .

ويمكن للزواحف الكبيرة مثل الورل Varnnus والضب Uromastyx أن تعيش تحت سطح الرمل في حالة عدم توفير الظروف الملائمة عند انخفاض درجة الحرارة حتي 20* م وتكون درجة حرارة الجسم لهذه الزواحف أعلي بعدة درجات عن درجة الحرارة وعندما ترتفع درجة حرارة الوسط المحيط أعلي من 35* م يتجنب الحيوان رفع درجة حرارة جسمه الإضافية باللهث .

ويكون الضب من الحيوانات الصخرية النهارية ويستطيع تحمل حرارة مقدارها 32.5* م ومعظم الزواحف يعيش في كهوف أثناء النهار وقد تتحرك الي الأماكن الظليلة أو تحفر في الأرض عندما ترتفع درجة الحرارة أسفلها .

ويوجد للسحالي القدرة علي تراكب الحافات الحرة لجفونها لتمنع دخول حبيبات الرمل في عيونها . ويوجد لها مساحة شفافة في جفنها السلفي لتسمح بتميز تغيرات الضوء عند قفل الجفون وكذلك يوجد لها غشاء رامش فوق العين حيث يساعد المخاط علي ابعاد حبيبات الرمل الضارة بعيونها كما يوجد لها حراشف علي أصابعها تساعدها علي المشي علي الرمل .

التحورات الخاصة بنقص الماء

ندرة الماء هي إحدي الصعوبات الموجودة في الصحراء ونتيجة لارتفاع الحرارة وغياب الرطوبة الجوية تتعرض الحيوانات للجفاف وضغط التوازن المائي يكون أصعب في الحيوانات الارضية عنها في الحيوانات المائية وأن فقد 3/1 ماء الجسم يسبب هلاك الحيوان .

ولحفظ ماء الجسم تتحور حيوانات الصحراء كالاتي :

1- لها جدار غير منفذ كما هو الحال في الحشرات والزواحف أما بالنسبة للثدييات فتكون من الأنواع التي لا تعري .

2- تمتص حيوانات الصحراء معظم الماء من المواد المخرجة ويكون برازها جافا وتفرز حامض البوليك علي صورة بلورات صلبة ولقد وجد أن معظم الزواحف لا تفقد مائها عند تبولها فالورل يخزن بعض الماء في أنسجتة عند وفرة الماء وأثناء الشتاء يدخل في بيات شتوي . والجربوع يمكنه الاعتماد علي الماء الناتج من عمليات البناء وبعض الضفادع الصحراوية تمتص الماء أثناء الفصول المطيرة ثم تدفن نفسها للمحافظة علي هذا الماء . وبعض الفقاريات يبقي ساكنا في الفترات الجافة وبعضها الآخر يرحل الي مصادر الماء في مواعيد دورية .

3- يوجد للحيوانات رئات أو قصبات داخلية وتقفل الفتحات التنفسية تحت الظروف الجافة القاسية كما يحدث في القواقع وبعض القواقع الصحراوية تقاوم الجفاف وبعضها يكون نشطا في الفصول الرطبة من العام فقط بينما أثناء العطش تدخل في بيات صيفي .

4- تكيف بعض الحيوانات مثل الجمل نفسها للمعيشة بدون شرب الماء وتكون قادرة علي المعيشة علي الرطوبة التي تحصل عليها مع الطعام (شهران إذا تناول غذاء أخضر) ولا يوجد للجمل أعضاء لخزن الماء وضخامة الدهن في الجمل هي عبارة عن مخزن كبير لإنتاج الطاقة وليس لخزن الماء ويستطيع الجمل أن يتحمل فقد أكثر من 25 % من ماء جسمه

ويحث فقد الماء من الانسجة وسوائل الجسم وليس من الدم . وأثناء نقص الماء يخرج الجمل مقدارا ضئيلا من البول المحتوي علي تركيزات عالية من اليوريا ويسمح الجمل برفع حرارة جسمة أثناء فترة الظهيرة من 34-40م ويستخدم الحرارة المخزونة هذه أثناء الليالي الباردة بدون فقد الماء كما ويستطيع الجمل أن يشرب الماء المالح .

5- يكون لحيوانات الصحراء عادة الحفر في التربة الرطبة وتبقي في حفرها حتي سقوط الامطار وبعض منها يكون ليلي لأن متحوصل طالما تعرضت لنقص في الرطوبة النسبية وكثير من طيور الصحراء تهاجر عند ندرة الماء نتيجة للعطش وبعض الحيوانات يشرب الماء لفترات طويلة وقد يبقي بدون ماء لفترة طويلة .

وكما يوجد أيضا لحيوانات الصحراء بعض التحورات الوقائية مثل اللون الأسود المميز للحيوانات الليلة أو التي تعيش علي الصخور السوداء كما ويوجد لكثير منها ألوان تشبة بيئة الصحراء للحماية من أعدائها كما أنها تحتوي علي حاسة سمع حادة ويوجد لها ما يشبة الصمامات في أنفها وعيونها وفمها كما هو الحال في السحالي والثعابين والتي تكون لها أيضا خاصية الحفر بالحركة الجانبية الرأسية بدلا من الحركة الأمامية في حالة حيوانات التربة المفككة أو الرملية .

3- بيئة الهواء

وهي تضم كل الحيوانات التي تطير في الهواء وكذلك التي تقضي جزءا من حياتها متصلة بالأرض.

تحورات هذه الحيوانات

1- للحشرات الطائرة أجنحة قوية وكثير من الحشرات (مثل ذبابة مايو) تبلع الهواء داخل أجسامها كمساعدة لها علي الطيران .

3- يوجد للطيور أجنحة قوية ومتطورة وتستخدم الطيور ذات الأرجل الطويلة الذيول وأطراف أرجلها كدفة أثناء الطيران بينما تستخدم الطيور ذات الأقدام الصغيرة والخفافيش أطراف أجنحتها في الطيران لاعلي ولاسفل .

4- تستطيع الطيور الاغتذاء وهي محلقة في الجو وذلك لوجود فراغ واسع له أشواك عند أركان الفم أو باستخدام المخالب لتقطيع الطعام كما هو الحال في الصقر .
5- معظم الطيور لها قوة أبصار حادة وكثير منها له خاصية الإبصار المزدوج .
6- تستطيع الخفافيش أن تتجنب العوائق التي يمكن أن تصطدم بها أثناء الطيران الليلي بدون استخدام عيونها حيث تهز أجنحتها وترسل صدي الصوت الذي ينعكس من الأشياء في طريقها الي آذانها .
7- كثير من الحيوانات الطائرة لها خاصية معرفة طريق العودة الي مكانها دون أن تضل الطريق وأحسن مثال لذلك هي الطيور المهاجرة .