الظواهر التي تحدث قبل وأثناء مراحل التعاقب البيئي:

قام العالم كليمنت Clement بعد دراسات توصل خلالها إلى ملاحظة عدد من الظواهر قبل واثناء مراحل التعاقب البيئي. ومن هذه الظواهر ما يأتي:

(1) التعرية والتجريد Nudation

وهي حالة الأرض الجرداء التي تكون نقطة بدء التعاقب. وعلى الرغم من أن جميع اماكن سطح الأرض لا يمكن ان تخلو من الكائنات الحية إلا ان حدوث الكوارث المدمرة كالبراكين والفيضانات والحرائق وانتشار الأمراض والاوبئة بالإضافة إلى أنشطة الإنسان المتمثلة بالحفر والحرق وإنشاء البحيرات الاصطناعية، تعمل جميعاً على تكوين العديد من المناطق الجرداء الخالية من الحياة. ان مثل هذه العمليات تدعى بالتعرية والتجريد.

(2) الاجتياح والتوطن Invasion & Ecesis

ويقصد بها غزو المناطق البكر بأنواع البذور أو السبورات بواسطة الهواء أو الماء أو الحيوانات بحيث يؤدي توطن هذه الأجزاء التكاثرية إلى خطوة ثانية وهي انباتها ونمو النباتات الناتجة منها وتكاثرها. ثم تأتي الخطوة الثالثة وهي تجمع الأحياء وازدهارها في الموقع البيئي. وهكذا يعتمد نجاح الاجتياح على قابلية الكائنات الحية على التكاثر والتكيف مع ظروف البيئة الجديدة.

ويمكن ان يطلق على انتقال هذه البذور أو السبورات إلى منطقة جديدة بالهجرة والتي تتبعها الخطوة التالية التي تسمى بالتوطن (Ecesis).

(3) التنافس والتفاعل Competition & Reaction

ان الزيادة الحاصلة في عدد الأنواع التي تظهر في البيئة الجديدة تؤدي إلى نوع من التنافس بين افراد النوع الواحد، كما يحدث التنافس بين افراد الأنواع المختلفة سواء تلك التي تأتي إلى البيئة الجديدة ام تلك التي توجد فيها اصلاً.

ان ظاهرة تحوير البيئة تسبب عدم ملائمة الأنواع السابقة لها، بينما قد تصبح البيئة المحورة ملائمة لأنواع وافدة جديدة. وهكذا يستمر التنافس والتفاعل بين الانواع السابقة الموجودة أصلاً واللاحقة للوصول إلى حالة التوازن الجديدة. وفي النهاية ستكون البيئة الجديدة غنية بالمواد المغذية والعضوية والرطوبة مما يشجع اعداداً اكبر من النباتات والحيوانات للظهور في البيئة حيث تتعزز عمليات التعاقب.

(4) الاستقرارية والذروة Stabilization & Climax

في نهاية التعاقب يصل المجتمع Community إلى حالة الاستقرار حيث تنشأ بين الكائنات الحية علاقات منسقة تبقي تركيب المجتمع Community ثابتاً إلى حد ما. وتعد هذه الحالة مرحلة توازن حركي Dynamic equilibrium وليست حالة سكون،وتدعى هذهالحالة بالذروة Climax.

التعاقب في البيئات الأساسية:

هناك اختلاف في طبيعة التعاقب وأسلوبه باختلاف البيئة الأساسية حيث تؤثر نوعيةالعوامل البيئية تأثيراً حاسماً، فضلاً عن طبيعة المجتمعات النباتية والحيوانية التي تتكيف للمعيشة في تلك البيئات وتحت تلك الظروف.

لذا اعتماداً على البيئات الأساسية يوجد نوعين من التعاقب هما التعاقب المائي **Hydrach Succession** والتعاقب الجفافي **Xerach Succession** .

أولا": التعاقب المائي Hydrach Succession

يمكن تتبع التعاقب في البيئة المائية خلال النوعين الاساسيين من المياه وهما المياه العذبة والمياه البحرية وكالاتي:

(A) التعاقب في المياه العذبة Fresh Water Succession

تختلف أنماط التعاقب في المياه العذبة تبعا لحجم المسطحات المائية، وطبيعة حركة المياه فيها. حيث تؤدي عمليات التغرين (Silting) دوراً مهماً في إحداث التعاقب . ويقصد بالتغرين هي حالة تراكم المواد الغرينية التي تدخل إلى المسطح المائي بواسطة الأنهار والقنوات والجداول. ويسبب تراكمها مع اشكال التربة الأخرى والصخور إلى ضحالة قاع المسطح المائي. ويتوقف حدوث هذه العمليات على كميات التعرية التي تحدث في القنوات المجاورة التي تصب فيها، فضلاً عن كميات الأمطار ونوعها.

- وعند استمرار تراكم المواد الترابية لعدة سنوات متعاقبة يتحول المسطح المائي إلى موطن مستنقي ويؤدي اخيراً إلى تكوين غابة.

مع التغيرات التي تحدث في الكساء الخضري وتقدم عمر البركة وتكوين المستنقعات، تكون المجاميع الحيوانية قد تغيرت كذلك حيث تتباين مجاميع الحيوانات اللافقرية من ناحية الكمية والنوعية بدءا من أنواع الذباب مع ظهور الخنافس بانواعها المختلفة. وتظهرأنواع مختلفة من الاحياء التي تتدرج أنواعها مع تدرج التحول في المسطح المائى.

النباتات المائية المغمورة ← النباتات الطافية ← النباتات المائية البارزة ← الشجرات ← الأشجار .

(B) التعاقب البحري Marine Succession

هناك بعض الصعوبات التي تعترض دراسة ظاهرة التعاقب البحري وذلك بسبب طبيعة البحار والمحيطات من ناحية أعماقها السحيقة واتساع مناطقها والتيارات الشديدة والأعاصير. لذا فإن مناطق المد والجزر قد حظيت بدراسة أشمل وذلك للسهول النسبية في العمل فيها. يبدو ان التعاقب يظهر على الأسطح النظيفة في مناطق المد والجزر يمكن ان تشمل التسلسل الأتي:

سطح نظيف ← بكتريا ← دايتومات ← طحالب أخرى ← معويات الجوف ← حيوانات آكلات الطحالب ← رخويات ← رخويات ثنائية المصرع.

ان مثل هذا التعاقب لا يحتاج إلى أكثر من خمس سنوات لاكتماله مقارنة مع السنوات الطويلة التي يحتاجها التعاقب الأرضي أي على اليابسة.

ثانياً: التعاقب الجفافي Xerach succession

يتميز هذا النوع من التعاقب بأن الرطوبة غير متوفرة أو قليلة لا تسد حاجة النباتات والحيوانات وتشمل هذه الظروف المناطق الصحراوية الجافة التي قد تمر عليها عدة سنوات دون سقوط أمطار عليها. وكذلك المناطق الصحراوية الرطبة التي تسند مجتمعات المروج.

وأغلب الأحيان تكون التربة رملية لا تحتفظ عادة بالرطوبة لفترة طويلة . وتكون النباتات الجفافية وبعض الحيوانات خلال تكيفاتها الفسلجية والموروفولوجية والسلوكية.

ويكون التعاقب الجفافي بصورة عامة أبطأ من غيره لكنه يتميز إلى التقدم نحوالمجتمعات ذات الكمية معتدلة الرطوبة في التربة . ويمكن تمييز عدة أشكال من التعاقب الجفافي منها:

1- المسلسلة الصخرية Lithosere

تدرس السلسلة الصخرية كأحد أنواع المسلسلات الجفافية (Xeroseres) ويكون قوام الصخرة صلباً وجافاً لا تستطيع النباتات مد جذورها بسهولة وذلك لغياب التربة (Soil) فضلاً عن كونها تظهر مدى واسع من التغيير بدرجات الحرارة مما يجعلها وسطاً غير ملائم لنمو معظم النباتات.

يمكن ملاحظة سطح الصخرة المكشوف وملاحظ تجمعاته الاحيائية حيث تتواجد الاشنات Lichens التي تمثل المكون الخضري في المجتمع الرائد Pioneer community مثل الاشنات الشجرية حيث تبدأ عمليات تحلل المواد المعدنية .

وتكون المجاميع الحيوانية قليلة الأنواع في هذه المرحلة حيث تقتصر على النحل وبعض العناكب التي تبنى اعشاشها داخل شقوق الصخور وتتعرض إلى ظروف التطرف صيفا وشتاءً مع قلة الحماية.

وبعد ذلك تظهر النباتات الحزازية Bryophytes التي تحل محل أنواع من الطحالب الخيطية النامية قبلها على الصخور، وبذلك تكون هذه النباتات الحزازية حصيرة من الدبال Humus وبمساعدة الدقائق المعدنية ستصبح وسطاً جيداً لمد جذور النباتات الراقية حالما تصل الأعشاب الصغيرة والحشائش إلى المنطقة . ومما يزيد التحور في البيئة هو وصول الحيوانات كالحشرات والديدان الخيطية وبذلك يزداد عدد الأنواع نباتية كانت ام حيوانية وتبقى التربة والمنطقة تحت الشجيرات رطبة مما يمهد إلى ظهور المجتمع الغابي Forest community حيث تحل النباتات الكبيرة المعمرة وذات العمر الطويل محل النباتات الصغيرة ذات العمر القصير . وتتكون التربة تدريجياً ويزدادا محتواها من الرطوبة ويقل تدريجياً مدى التغاير الحراري ويزداد توفر المواد الغذائية وبذلك يستطيع المجتمع ان يحافظ على نفسه إلى حدود معينة مع شرط عدم تغير الظروف المناخية أو حدوث الكوارث الطبيعية.

الاشنات القشرية ← الاشنات الشجرية ← الطحالب الخيطية ← النباتات الحزازية
الأعشاب الصغيرة والحشائش والشجيرات ← الأشجار

2- المسلسلة الرملية Sandsere

تدعى ايضاً بمصطلح psamosere يشكل هذا النوع من التعاقب نمطاً أخراً من التعاقب الجفافي. حيث تتواجد الأراضي الرملية على ضفاف الأنهار وسواحل البحار والمحيطات وفي الصحاري كذلك. وتعتبر الترب الرملية غير ثابتة وعرضة للتحول من مكان إلى آخر، كما انها تتميز بجفافها وقلة قابليتها على الاحتفاظ بالرطوبة بسبب كبر قطر جزيئاتها مع غياب المواد المغذية وتوفر نسب متباينة من الأملاح.

يتضمن التعاقب على الكثبان الرملية ثلاث مراحل أساسية وهي:

A) المرحلة الأولى: وهي عملية ربط جزئيات الرمل السطحية، مما يجعل الكثيب اقل عرضة للانتقال بواسطة الرياح أو المياه، إذ تقوم الاعداد القليلة من الطحالب النامية عليه أثناء سقوط المطر بتجهيز كميات كافية من المادة العضوية مما يساعد على ربط ذرات الرمل. حيث تنمو الجذور الليفية والرايزومات بكثافة تحت سطح التربة وتتشابك فيما بينها لتجعل الطبقة التي تحتها في مأمن من تأثيرات المياه والرياح فضلاً عن إضافتها لمواد عضوية تساعد على الاحتفاظ بالرطوبة وتوفير المواد المغذية.

B) المرحلة الثانية: تستقر الكثبان الرملية لتظهر فيها أنواع من النباتات الخشبية حيث تمتد الجذور إلى أعماق اكبر للحصول على احتياجات الماء وبذلك تتحقق الحماية من التعرية وتمهد لاضافة أنواع أخرى من النباتات.

3- تعاقب الحقل المعمر: Old field succession

يتميز هذا النوع من التعاقب بالتنوع والتعقيد في ظهور المجاميع النباتية والحيوانية حيث يسود نمط التعاقب الثانوي هذا بنباتات عشب السرطان وحشيش الحصان حيث يسبقان ظهور القرطيفة البرية والرجيد، وتكون هذه النباتات ذات سيقان طويلة تتراوح ما بين ٦٠- ١٢٠ سم حيث تزيح معظم نباتات السنتين الأولى والثانية اما في الحقول المهجورة التي عمرها ثلاثة سنوات فتسود نباتات سمار القشات حيث تحتفظ بسيادتها لبعض سنوات. ولكن بصورة عامة وبعد مرور سنتين أو ثلاث سنوات تظهر في المنطقة أشجار القرانيا واشجار الصمغ الأحمر والاسفندان الأحمر والبلوط الأسود وغيرها.

C) المرحلة الثالثة: تتميز هذه المرحلة بالأشجار والحشائش الطويلة وصولاً إلى مجتمع الذروة الذي تمثله غابات الزان والاسفندان.

عند ثبات الأطوار التسلسلية ذات الطراز الغابي في منطقة الحقل القديم فإن مجموعة الحيوانات تتغير هي الأخرى. وتعد حشرات السوس وذوات الذنب القافز أكثر الحيوانات انتشاراً في نثار الغابة وتحت سطح التربة. كما يمكن بسهولة العثور على الديدان الخيطية ويرقات الحشرات كالخنافس والذباب والنحل فضلاً عن العناكب وخاتم سليمان والعقارب وغيرها من اللافقاريات.

ثالثاً: اشكال التعاقب الدقيق Microsuccession forms

وهو نمط من التعاقب يحصل ضمن الموطن البيئي الدقيق Microhabitat فعلى سبيل المثال عند سقوط جذع خشبي على ارض الغابة فمع مرور الوقت سيهاجم هذا الجذع من قبل مجاميع متعاقبة من الكائنات الحية المختلفة كالفطريات والطحالب والحشرات والديدان الخيطية وعديدات الأرجل والبق والخنافس والقواقع وغيرها.

لقد عرف التعاقب الدقيق في العينات المختبرية منذ محاولات العالم وودروف (Woodroff, 1921) والذي أضاف ماء بركة يحتوي على خليط من الابتدائيات إلى وسط غذائي من ماء تبن مغلي يحتوي على أعداد كبيرة من البكتريا . فلاحظ حالات التعاقب الدقيق في الأحياء الابتدائية حيث تصل أحياء البراميسيوم والاميبا والفورتسلا على التوالي نحو قمة التعداد الجماعي. هناك امثلة عديدة في أنماط التعاقب الدقيق منها براز الأغنام والمواشي في مناطق المروج أو المناطق التي تنشأ فيها قنوات مياه الأمطار أو الثلوج المنصهرة والمتقطعة حيث تزدهر المجتمعات المائية من البكتريا المائية والطحالب والهايدرا والديدان المسطحة والابتدائيات والقواقع ويرقات الحشرات المائية . ومع تناقص المياه والجفاف التدريجي لقاع القناة يحل مكان المجتمعات المائية بعض كائنات اليابسة كالنباتات الراقية المعتدلة الرطوبة Mesophytes والديدان الخيطية والقواقع الأرضية والديدان الحلقية والحشرات .عندها تكون الأشكال المائية متحوصلة وتبقى كامنة بانتظار الفترة الرطبة التالية.

ان المجتمعات الأخيرة من التعاقب الدقيق لا تشكل مجتمع ذروة لأنها تختفي كوحدة متميزة وتكون داخلة في جزء من البيئة الدقيقة . لذا فإن مثل هذا التعاقب يختلف عن اشكال التعاقب الكبيرة التي مر ذكرها مسبقاً.

الذروة: Climax

مفهوم الذروة وضعه العالم كليمنت Clement ويتضمن ان التعاقب بهذا المفهوم سيكون سلسلة من التفاعلات بين الكائنات الحية ومحيطها تنتهي بالوصول إلى العلاقة المنظمة التي تبقي تركيب المجتمع ثابتاً إلى حد ما. وهذه العلاقة يتوقف عليها حدوث التغيرات في المجتمع.

ولقد تم وضع ثلاث صفات رئيسية لمجتمع الذروة وهي:

(a) **الوحدة Unity**

ان مجتمع الذروة عبارة عن وحدة متكاملة، يفصح عن نوعية المناخ وطبيعته من جهة، ودليل على نوع الظروف البيئية الأخرى من جهة أخرى.

(b) **الاستقرار Stability**

مجتمع الذروة ديناميكي أي دائم التغير لكنه يبدو في ظاهره مستقراً . ولا يمكن ان تحل أي مجموعة من الأنواع في ذلك المناخ المحدد محل الأنواع المكونة لمجتمع الذروة . وبعابرة أخرى يكون مجتمع الذروة لأي منطقة مناخية محتوياً فقط على الأنواع الخاصة بتلك المنطقة كأنواع سائدة.

(c) **الأصل وعلاقات التطور النوعي Origin & phylogenetic relations**

لقد تصور كليمنت مجتمع الذروة بوصفه كائن حي اطلق عليه اسم الكائن الأمثل Super organism. وان عملية التعاقب عبارة عن عملية مكافئة لنمو هذا الكائن الحي بمراحلها الثلاثة وهي الولادة ، والنمو، والبلوغ . الذي يبدأ منذ بداية التعاقب ومراحل تقدمه وذروته.

يمثل مجتمع الذروة Climax community المجتمع الاخير في السلسلة التعاقبية حيث يستطيع المجتمع حينذئذ ان يحافظ على نفسه إلى حدود معينة بشرط عدم تبدل الظروف المناخية للمنطقة بشكل أساس أو ظهور حادثة مأساوية حادة كالحرائق والسيول والأعاصير والبراكين والأمراض وغيرها.

ويمكن التنبؤ بمجتمع الذروة المناخي لأي منطقة ذات ظروف مناخية متشابهة. فعلى سبيل المثال ان غابات الزان والاسفندان هي الذروة المناخية لمجتمعات الذروة الترابية، بينما تزدهر مجتمعات أشجار الجميز والتواليب في المناخات الأكثر دفئاً . اما في الترب الأكثر دفئاً وجفافاً فقد تتمثل الذروة بغابات البلوط والكستناء.

وعلى الرغم من ان الرطوبة تؤدي دوراً مهماً في تحديد مجتمع الذروة، الا ان لبقية العوامل دوراً مهماً أخر، مثل نوع التربة أي نسجتها والتهوية والصرف والموقع الطوبوغرافي والانحدار ومواجهته للشمال أو الجنوب وغيرها.