



# سلسلة أوراق السياسات

في

التخطيط والتنمية المستدامة

# 11

العوامل المؤثرة على استدامة إنتاج المصايد  
الطبيعية ومقترحات مواجهتها

أ.د/ أحمد عبد الوهاب برانية

أستاذ اقتصاد الموارد السمكية  
مركز التخطيط والتنمية الزراعية



جمهورية مصر العربية  
معهد التخطيط القومي

رئيس المعهد  
أ.د. علاء زهران

رقم الايداع: 2021/ 11763

ISBN:978-977-6641-78-5

سلسلة اوراق السياسات  
في

التخطيط والتنمية المستدامة رقم (11)  
العوامل المؤثرة على استدامة إنتاج  
المصايد الطبيعية ومقترحات مواجهتها  
تأليف/ أحمد عبد الوهاب برانية  
الطبعة الأولى: معهد التخطيط القومي

2021

تقاطع ش صلاح سالم مع ش الطيران -  
مدينة نصر - جمهورية مصر العربية  
- ص ب 11765

0222621151 – 0222634747

Salah Salem intersection with Al  
Tayran St, Nasr City, Cairo, Egypt

[www.inp.edu.eg](http://www.inp.edu.eg)

الطباعة والتنفيذ

معهد التخطيط القومي

الآراء الواردة في هذه السلسلة تعبر عن رأي المؤلف ولا  
تعبر بالضرورة عن رأي المعهد.

حقوق الطبع والنشر محفوظة لمعهد التخطيط  
القومي، يحظر إعادة النشر أو النسخ أو الاقتباس  
بأي صورة إلا بإذن كتابي من معهد التخطيط القومي  
أو بالإشارة إلى المصدر.

سلسلة أوراق السياسات  
في  
التخطيط والتنمية المستدامة

## تقديم

يتبنى معهد التخطيط القومي كبيت خبرة وطني، وكمركز فكر لجميع أجهزة ومؤسسات الدولة بصفة عامة ووزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية بصفة خاصة، إصدار هذه السلسلة من أوراق السياسات في مجالات التخطيط والتنمية المستدامة، كمبادرة علمية وعملية تهدف إلى دراسة القضايا الآنية والملحة التي تطرأ على الساحة في شتى المناحي، وتقييم آثارها وتداعياتها على الاقتصاد المصري، وذلك من خلال تحليل الأبعاد المختلفة للقضية محل الدراسة، وطرح بدائل للسياسات المختلفة، من قبل الخبراء والمتخصصين بغرض دعم صانعي السياسات ومتخذي القرارات.

أدت التطورات السريعة والمتلاحقة التي يشهدها العالم في المجالات التنموية المختلفة، السياسية والاقتصادية والاجتماعية والتكنولوجية والبيئية والثقافية وغيرها، إلى مزيد من التشبيك والتعقيد في عملية التنمية وتحقيق أهدافها، لذا يتطلب الأمر متابعة مستمرة لكافة التطورات الحادثة، ودراسة المستجدات أو المتغيرات على كافة المستويات العالمية والإقليمية والمحلية، والذي يستدعي بالضرورة إعادة النظر في قضايا التنمية المستدامة المختلفة وأولوياتها، ومن ثم تأتي الحاجة لإعادة صياغة الاستراتيجيات والسياسات التنموية بما يتناسب مع ما يفرضه الواقع الجديد المتغير على الدوام. وهو ما يمكن أن تقدمه السلسلة الحالية من أوراق السياسات.

ولا يفوتني في هذا المقام أن أتوجه بخالص الشكر والتقدير للأستاذة الدكتورة/ هالة السعيد وزيرة التخطيط والتنمية الاقتصادية ورئيس مجلس إدارة المعهد وجميع أعضاء مجلس الإدارة، لدعمهم المستمر لكافة أنشطة ومنتجات المعهد العلمية، كما أتوجه بخالص الشكر والتقدير لجميع أعضاء الهيئة العلمية معدي أوراق هذه السلسلة، والتي تخضع للمراجعات والتدقيق من قبل المراكز العلمية المختصة بالمعهد، مع كل الأمل بغد مشرق يحمل كل الخير لمصرنا الغالية.

أ.د. علاء زهران  
رئيس معهد التخطيط القومي

## المحتويات

| الصفحة | الموضوع                                                        |
|--------|----------------------------------------------------------------|
| 1      | ملخص                                                           |
| 4      | تمهيد                                                          |
| 4      | 1. خصائص الموارد السمكية                                       |
| 7      | 2. الموارد السمكية والنظام البيئي المائي                       |
| 12     | 3. استدامة الموارد السمكية والعوامل المؤثرة عليها              |
| 15     | 4. الاعتبارات البيئية والاقتصادية والاجتماعية في إدارة المصايد |
| 20     | 5. إدارة المصايد                                               |
| 27     | الخلاصة                                                        |
| 31     | المراجع                                                        |
| 32     | الملخص باللغة الإنجليزية                                       |

## ملخص

تشكل الموارد السمكية واحدةً من أهم قطاعات صناعة الأغذية التي تحظى باهتمامات الدول والشعوب وذلك لتزايد الطلب العالمي على منتجاتها، وتميزها بنمو ديناميكي، وقد دفع ذلك الدول الساحلية للعمل على تحقيق أقصى استفادة من مواردها بالاستثمار في أساطيل الصيد الحديثة، بالإضافة إلى إنشاء مصانع لتجهيز وصناعة الأسماك ومنتجاتها استجابة للطلب العالمي المتزايد عليها، إلا أنه أصبح من الواضح أن الموارد السمكية لم تتحمل طويلاً هذا الاستغلال المتزايد، وما ارتبط به من صيد جائر، وتلوث للبيئة المائية السمكية، وانخفاض في قدرة الموارد المائية السمكية على التجدد. ويمكن القول أن الصيد من المصايد البحرية قد بلغ ذروته، وأن زيادة المصيد من هذه المصادر أصبح في حدود متواضعة جداً.

ومع تدهور حالة المصايد على مستوى العالم، اتجهت منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) إلى إيجاد السبيل لحل هذه المعضلة لرفع الإنتاجية من الموارد المائية السمكية، وقد أسفرت جهود منظمة الفاو من خلال مؤتمرها الدولي المعني بالصيد الرشيد والذي عقد في مدينة "كانكون" بدولة المكسيك عام 1992 عن توصية لأجهزة المنظمة بصياغة "مدونة سلوك دولية" تعالج تلك الاهتمامات والقضايا وتُرسي المبادئ، والأسس، والمعايير السلوكية التي يجب أن تطبق لصيانة وإدارة وتنمية جميع المصايد كإطار للجهود الدولية الرامية إلى ضمان الاستغلال المستدام للموارد المائية السمكية، وأن على جميع الدول تطبيق "المدونة" والعمل على تنفيذ أحكامها لمنع الإفراط في الصيد الجائر، والمغالاة في الطاقات المستخدمة في الصيد، واتخاذ التدابير المناسبة لإعادة تجديد المخزونات السمكية بقدر الإمكان.

وترجع خاصية تجدد الموارد السمكية إلى الطبيعة الديناميكية لهذه الموارد والتي هي عملية تبادل مستمر للأجيال على مر الزمن تتضمن ولادة للأجيال المتتابة ثم نموها ثم هلاكها، وذلك خلال نظام انضباطي يتكيف بصوره آلية مع أي تغيير في الظروف البيئية، وعلى هذا فإن استغلال هذه الموارد المتجددة يجب أن يكون متوازن مع عملية استعادة الموارد السمكية لعناصرها بواسطة النمو والتوالد، فإذا لم يتحقق هذا التوازن، أي كانت معدلات الاستغلال أعلى من معدلات التعويض لعناصر الموارد السمكية، أدى هذا إلى تناقص هذه الموارد ثم انقراضها في النهاية. لذا فإن تحقيق النمو المتواصل والمتوازن للموارد السمكية يعني الحفاظ أو صيانة البيئة المنتجة بحيث تتصل القدرة على الإنتاج والعطاء للأجيال الحالية والمقبلة.

لذا فإن المهمة الأولى للإدارة العلمية للمصايد تنحصر في تحديد مستوى الاستغلال البيولوجي الأمثل والذي يعني أكبر كمية من الأسماك يمكن أن تحصل عليها على المدي الطويل، والذي يسمى أيضا المستوى الحرج للاستغلال Critical Explanation Level بحيث إذا زادت الكميات المنتجة (من صنف أو مجموعة أصناف) عن هذا المستوى، فإنه يكون بداية لتناقص الكميات المنتجة في السنوات التالية، والذي يترتب عليه - مع استمرار مجهود الصيد بنفس المستوى - إلى انقراض هذه الأصناف.

وعلى هذا فإن الصيد الجائر Over Fishing هو الذي يتخطى المستوى الحرج للاستغلال، والذي يؤدي إلى تقليل الحد الأدنى للمخزون السمكي، وبالتالي انخفاض قدرته على استعاضة عناصره، وأن أي محاولة لاستعادة كفاءة هذه المصايد (الوصول مرة أخرى إلى حجم الإنتاج عند مستوى الاستغلال الحرج السابق) سيحتاج إلى وقت طويل مع ضرورة توفر إدارة دقيقة لهذه المصايد والتي قد تتضمن تحديد عدد ومواصفات قوارب الصيد وكذلك معدات الصيد.. الخ، ومجموعة الإجراءات التي تتناول المحافظة على الموارد السمكية عن طريق تحقيق صيد متوازن ومنع الصيد الجائر هي ما يطلق عليها تعبير "الإدارة البيولوجية للمصايد" والذي درج على تسميتها بإدارة المصايد.

والجانب الآخر لإدارة المصايد هو الجانب الاقتصادي أو ما نطلق عليه "الإدارة الاقتصادية للمصايد"، والذي يعني الحصول على أكبر عائد ممكن من تشغيل وحدات الصيد (قوارب الصيد)، وفي هذه الحالة فإن مستوى الاستغلال الاقتصادي الأمثل للمصايد يكون عند الحد الذي يتساوى عنده العائد الناتج من تشغيل آخر وحدة صيد مع تكاليف تشغيل هذه الوحدة، وهذا يعني أنه من وجهة نظر الإدارة الاقتصادية للمصايد فإنه سيتم تشغيل وحدات الصيد في منطقة معينة طالما أن العائد الذي يحققه القارب أكبر من تكاليف تشغيله، وأنه سيتم وقف تشغيل أي وحدات أخرى بعد الوحدة (القارب) التي يتساوى عندها العائد المحقق مع تكاليف التشغيل.

وعلى هذا الأساس فإن المستوى الاقتصادي الأمثل للاستغلال قد لا يتطابق مع المستوى البيولوجي الأمثل، أي أن حجم الإنتاج الذي يحقق الكفاءة الاقتصادية لاستغلال المصايد قد لا يكون هو نفس حجم الإنتاج عند المستوى البيولوجي الأمثل للاستغلال (المستوى الحرج).

إن المستوى الاقتصادي الأمثل للاستغلال، ما هو إلا داله للعلاقات الطبيعية والمالية بين كل من المدخلات والمخرجات في قطاع الصيد، وبمجرد حدوث تغيير في هذه العلاقات نتيجة التطور التكنولوجي أو تغير في العلاقات السعرية بين المدخلات والمخرجات، أو نتيجة عوامل التلوث البيئي سوف ينتج عنه تغير في مستوى الاستغلال.

وعليه يمكن تعريف الإدارة البيو اقتصادية للمصايد بأنها مجموعة الإجراءات التي تهدف إلى الحصول على أكبر إنتاج ممكن من الأسماك ذات القيمة الغذائية والتسويقية المرتفعة بأقل تكلفة ممكنة، مع المحافظة على المخزون السمكي الذي يضمن استمرارية وتجدد الموارد السمكية الطبيعية بشكل يتيح عدم تناقص الإنتاج على المدى الطويل.

وتتطلب الإدارة الرشيدة للموارد السمكية المعرفة الكاملة والدقيقة للأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية التي تؤثر في هذه الموارد ومستوى استغلالها، وبدون فهم هذه الأبعاد يصبح من الصعب تحديد الأهداف التي تسعى إلى تحقيقها ووضع أدوات وآليات وتدابير تنفيذ الأهداف في إطار خطة إدارة متكاملة.

يتوقف نوع السياسات التي تتبع لترشيد استغلال المصايد على حالة الاستغلال السائدة في هذه المصايد، ففي حالة كون هذه المصايد مستغلة استغلالاً جائراً فإنه لا بد من اتباع سياسات تصحيحية أو علاجية، تتضمن تدابير فنية وإدارية واقتصادية، أما في حالة كون المصايد مستغلة بشكل لا يحدث صيداً جائراً، ففي هذه الحالة تتبع سياسات وقائية حتى نتحاشى الوصول إلى مرحلة الاستغلال الجائر، وذلك عن طريق عدم السماح لوحداث الصيد العاملة (مجهود الصيد) أن تتعدى مستوى الاستغلال الحرج، وذلك من خلال المتابعة المستمرة للأنشطة المتصلة باستغلال المصايد.

وتحتاج الإدارة العلمية للمصايد إلى قاعدة عريضة ومتنوعة من المعلومات والبيانات الإحصائية تشمل الجوانب البيولوجية، والبيئية، والاقتصادية، والاجتماعية، لاتخاذ القرارات السليمة، والتأكد من أن البيانات تم جمعها وتحليلها بشكل دقيق وسليم، باعتبارها أساساً لاتخاذ قرارات سليمة، وتستخدم البيانات والمعلومات من أجل تقييم حالة المصايد ووضع خطط إدارة المصايد، وتحديد السياسات والتدابير اللازمة.

**الكلمات المفتاحية:** إدارة المصايد - استدامة المصايد - الموارد السمكية

## تمهيد

الصناعة السمكية هي ذلك النشاط الاقتصادي الذي يستخرج من الوسط المائي المادة الخام الحيوانية والنباتية (الصيد) ويقوم بمعاملتها (التصنيع) لكي تصبح جاهزة للاستهلاك النهائي. وقد لعبت وتلعب الأنهار والبحار والمحيطات دوراً كبيراً في حياة الإنسان، فكل الحضارات القديمة ظهرت على شواطئ البحار والأنهار كالحضارة المصرية والإيونانية والرومانية، كذلك فإن القوي الصناعية الحديثة بدأت في تلك الدول التي كان سكانها متصلين بالطرق البحرية.

وإذا كان القرن التاسع عشر هو قرن استغلال القارات وتقسيمها الاستعماري، فإن ثلاثينيات القرن الماضي تعتبر بداية التوسع الكبير في استغلال البحار والمحيطات، ومع الزيادة المستمرة في سكان العالم وبالتالي زيادة الطلب على المنتجات البروتينية، زادت أهمية الصناعة السمكية كأحد فروع الصناعات الغذائية خاصة بالنسبة لتلك الدول التي لا تسمح لها ظروفها الطبيعية أن تواجه احتياجاتها من البروتين الحيواني عن طريق الزراعة.

وقد فتحت الثورة التكنولوجية والعلمية مجالات واسعة أمام الصناعة السمكية لاستغلال مناطق جديدة وأنواع جديدة لم يكن من الممكن استغلالها قبل ذلك، وخلق استخدامات جديدة للمنتجات السمكية مثل صناعة دقيق السمك والذي تعتبر الآن مصدر هام لتغذية الحيوانات والطيور، وزيت السمك للأغراض الصناعية وإدخال المنتجات السمكية في صناعة الجلود والصناعات الطبية.

لذا زادت أهمية الدور التي تلعبه الصناعة السمكية في الاقتصاد العالمي، بل أنه يمكن القول إن الصناعة السمكية في العديد من الدول تعتبر أحد الدعائم الأساسية في اقتصادياتها مثل بيرو وشيلي واليابان والنرويج وكندا.

## 1- خصائص الموارد السمكية

تختص الصناعة السمكية بأنها تتعامل مع مادة أولية (الأسماك) لها مميزات وصفات خاصة تؤثر على تنميتها، حسب مستوى التطور الاقتصادي لكل دولة وشكل العلاقات الإنتاجية فيها. وهذه الصفات هي:

## أ - تكرار الإنتاج بكميات كبيرة دون تدخل الإنسان.

تتكاثر الأسماك بكميات كبيرة دون تدخل الإنسان، وهذه الخاصية تجعل مصايد الأسماك مورداً لا ينضب مع الاستخدام السليم لها، وفي هذا تختلف الأسماك عن المواد الأولية في الصناعات الاستخراجية الأخرى، مثل الفحم، الحديد، البترول.. الخ والتي تتحد كمية الموجود منها في بئر أو منجم بما ترسب في عصور جيولوجية سابقة تتناقص كلما زاد المستخرج منها مما يحتم البحث عن مناطق أخرى جديدة لضمان استمرار إنتاج هذه الموارد. أما الأسماك فهي هبة من الطبيعة يتكرر إنتاجها بكميات كبيرة ومستمرة إذا ما استغلت ونظمت على أسس علمية وهذا يتيح للصناعة السمكية إمكانات كبيرة لاستدامة.

## ويؤثر على هذه الخاصية عدة عوامل هي:

- ارتفاع شدة الصيد في منطقة معينة وبالنسبة لنوع معين دون المحافظة على الكميات الكافية من الأسماك التي تضمن استمرار الإنتاج مما يؤدي إلى افتقار هذه المناطق أو انقراض نوع أو أنواع معينة فيها.
  - عدم المحافظة على الظروف الطبيعية الملائمة لمعيشة الأسماك لضمان الظروف الملائمة لقيام الأسماك بوظائفها البيولوجية ونمو صغارها إلى أحجام اقتصادية مناسبة.
- وعلى هذا فإن هذه الخاصية إما أن تؤدي إلى تنمية الصناعة وإما أن تؤدي إلى تدهورها، لذلك ظهرت الحاجة إلى ضرورة تنظيم عمليات الصيد سواء في المصايد الداخلية لدوله من الدول أو المصايد العالمية التي تقوم أكثر من دولة بالصيد فيها سواء بالنسبة لمنطقة معينة أو لنوع معين من الأسماك أو الكائنات البحرية الأخرى، والمثال الواضح على ذلك هو تنظيم صيد التونة والتي تحدد كمية المصيد منها سنوياً موزعه بين دول العالم المختلفة ضماناً للمحافظة على هذا النوع من الحيوانات البحرية.

## ب - الموسمية

ويقصد بها تكرار فترات ارتفاع وانخفاض الإنتاج والتي تسببها مجموعتين من العوامل تؤثر بطريق أو بآخر في درجة الموسمية، ويقصد بها العوامل الطبيعية والعوامل الاقتصادية. وتشمل العوامل الطبيعية الظروف البيولوجية والمناخية مثل الرياح ودرجات الحرارة.. الخ. أما العوامل الاقتصادية فيقصد بها مستوى تطور القوى الإنتاجية وكذلك طبيعة العلاقات الإنتاجية وتنظيم الإنتاج. فإذا كانت الموسمية تسببها العوامل الطبيعية فإن العوامل الاقتصادية تعمل على تخفيض حدته.

وفي ظل تغير تقنيات الصيد وعلوم الأسماك فإن مشكلة الموسمية في صناعة الصيد أصبحت مشكلة اقتصادية أساساً أكثر منها مشكلة بيولوجية، ذلك أن ظهور الموسمية ليس بسبب أنه لا يمكن إلغاؤها خاصة في ظل التطور التكنولوجي والعلمي، ولكن يرجع إلى أسباب اقتصادية، ذلك أن القيمة الغذائية للأسماك وحجمها الاقتصادي يتوقفان على مكان ووقت صيدها، وبالتالي تظهر الموسمية لاقتصاد الإنتاج على الأسماك ذات القيمة المرتفعة في أوقات تواجدها بكميات كبيرة لضمان أكبر إنتاج وعائد بأقل تكلفة.

### ج - الحركة المستمرة للأسماك

تتميز الأسماك بأنها في حركة مستمرة بل أن بعضها يهاجر إلى مسافات كبيرة جداً مثل أسماك التونة والتي تهاجر من شواطئ أفريقيا وأمريكا وكذلك بعض أنواع ثعابين السمك وأسماك الرنجة، وذلك للقيام بعمليات وضع البيض في المهجر ثم العودة مرة أخرى إلى مكانها الأصلي.

وهذه الخاصية دعت إلى ضرورة تطوير طرق الصيد المستخدمة بحيث تكون هي الأخرى متحركة وراء الأسماك وليست ثابتة تنتظر قدوم الأسماك إليها، وكذلك تطور علوم البحث على الأسماك ودراسة سلوكها. وتنظيم عمليات الصيد الدولية لضمان الظروف الملائمة للتكاثر واستمرار دورة حياتها وبالتالي ضمان استمرار إنتاجها.

### د - سرعة تلف الأسماك

وهذه الخاصية تؤثر بدرجات متفاوتة على تنمية الصناعة السمكية حسب درجة تطور تقنيات حفظ الأسماك ومعاملتها وكذلك الظروف الاقتصادية والاجتماعية السائدة. ففي حالة عدم توفر وسائل نقل سريعة ومجهزة وعدم ملائمة وسائل حفظ الأسماك، وكذلك بعد مناطق التسويق عن مناطق الإنتاج، فإن سرعة تلف الأسماك تكون عاملاً محدداً لحجم الاستثمارات المستثمرة في الصناعة السمكية وبالتالي تطويرها. كذلك فإن التقدم الكبير في طرق ووسائل حفظ الأسماك بالتبريد والتجميد أصبح مشجعاً على استغلال المصايد الغنية في المناطق البعيدة.

## هـ - حرية الصيد في المياه الدولية

وهذا يعني أن لرعاية الدول المختلفة الحق في استخدام المياه الدولية في البحار والمحيطات (خارج المياه الإقليمية) لأغراض الملاحة والصيد والغوص والطيران فوقها سواء كانت دولاً بحرية أو غير بحرية، وهذا الحق يسمح للدول باستغلال المياه الدولية الغنية والتي لم تستغل.

وخلال السنوات الأخيرة ظهر اتجاه بين الدول الساحلية إلى توسيع مدى حدود مياهها الإقليمية، خاصة تلك الدول التي ظهرت وفرة في مواردها السمكية أمام سواحلها. ولا شك أن هذا الاتجاه يؤثر تأثيراً كبيراً على الدول الأخرى المنتجة للأسماك أو التي تسعى إلى زيادة إنتاجها عن طريق المصايد الدولية وذلك بسبب انكماش المساحة المائية الدولية والتي من الممكن أن تستغل عالمياً وقصر ثروتها السمكية على دولة أو عدة دول فقط. وعلى هذا فإن اتساع مدى المياه الإقليمية خاصة للدول التي ساعدت ظروفها الطبيعية على وفرة مواردها السمكية قد منع الدول الأخرى المنتجة للأسماك من المشاركة في استغلال تلك المناطق الغنية.

## 2- الموارد السمكية والنظام البيئي المائي

يقصد بالموارد السمكية المخزون البيولوجي من الكائنات المائية والحيوانية المتواجدة في الوسط المائي والذي يمثل نظام بيئي طبيعي متكامل. حيث تشكل المسطحات المائية نظاماً بيئياً طبيعياً يتكون أساساً من مجموعة المنتجين ومجموعة المستهلكين تربطهما علاقات غذائية، تأخذ صورته سلاسل غذائية تبدأ كل سلسلة بالمنتجات ثم المستهلكات الأولية فالثانية... وهكذا، وسلاسل الغذاء في النظام البيئي المائي عادةً طويلة الحلقات نسبياً حيث تبدأ مجموعات المنتجين بالبلانكتون النباتي Phytoplankton وهي أحياء مجهرية تحتوي أجسامها على مادة الكلوروفيل مما يجعلها قادرة على القيام بعمليات التمثيل الضوئي وعلى هذا فهي تمثل قاعدة الكائنات الحية المنتجة في النباتات المائية، يليها مجموعات الطحالب والأعشاب الهائمة على السطح والعالقة في الماء أو النامية على القاع.

أما المستهلكون فهم مجموعات منتظمة في سلسلة متتالية، يأتي في مقدمتها البلانكتون الحيواني zooplankton وهي حيوانات دقيقة تعتمد على البلانكتون النباتي كمصدر لغذائها، وهي بذلك تمثل المستهلكات الأولى في السلسلة الغذائية للبيئة المائية، ثم تأتي الدرجة التالية من المستهلكين وهي الأسماك الصغيرة والتي قد تتغذى إما على البلانكتون النباتي أو الحيواني، ثم الأسماك الأكبر والتي تتغذى على الأسماك الأصغر... وهكذا، وبسبب كون العلاقات الغذائية متداخلة، حيث أن الكثير من المستهلكات لا تتخصص بنوع واحد من الغذاء،

فإن ذلك يحفظ للعلاقات الغذائية توازنها واستمرارها، حيث تحتل المنتجات قاعدة الهرم الغذائي ثم تأتي المستهلكات بمستويات متدرجه، حيث تحتل أقوى الأنواع قمة الهرم الغذائي، ويظل النظام البيئي قائماً طالما تتوفر نسب ثابتة بين أعداد المنتجين وأعداد المستهلكين، فإذا اختلت هذه العلاقة عند أي مستوى انهار النظام البيئي بالكامل، وقد يكون ذلك إما بسبب عوامل داخلية، أي من داخل النظام نفسه، أو قد يكون نتيجة عوامل خارجية من فعل الإنسان كما في حالة الصيد الجائر أو التلوث.

ويقوم البلاكتون النباتي بدور رئيسي في دورة حياة الموارد الحيه المتجددة في النظام البيئي المائي حيث يعتبر المنتج (المصدر) الوحيد للغذاء في الجزء الأعظم من المسطحات المائية خاصة البحار والمحيطات، ويرجع ذلك إلى أن مجموعات المنتجين الأخرى مثل الطحالب البحرية ذات الجذور تنمو فقط على الشريط الضيق الذي يحيط بالقارات والجزر، في حين يخلو البحر الطليق بصفه عامة من هذه النباتات الجذرية لأسباب أهمها عدم قدرة ضوء الشمس على النفاذ إلى هذه الأعماق، وهنا تظهر الأهمية الكبرى للبلاكتون النباتي التي تتخذ بين الطبقات السطحية من مياه البحر والمحيطات مجالاً لحياتها مستفيدة بضوء الشمس وثاني أكسيد الكربون الذائب في الماء في تحويل الأملاح الغذائية غير العضوية إلى مواد عضوية يكون قاعدة الهرم الغذائي في الوسط المائي، وكما سبق ذكره، فإن الملايين من البلاكتون الحيواني تتغذى على هذه الخلايا المجهرية (البلاكتون النباتي)، والتي تشمل أنواعاً عديدة من الحيوانات الدقيقة أهمها القشريات crustacean، ويمثل البلاكتون الحيواني بدوره حلقة الاتصال بين البلاكتون النباتي وحيوانات أكبر حجماً تتغذى عليه، ومع ذلك فإن سلسلة الغذاء هذه ليست بهذه البساطة دائماً، وغالباً ما تكون متداخلة، فكل نوع من مجموعات المستهلكين غذاؤه الذي يفضل، فبعض أنواع الأسماك تتغذى مباشرة على البلاكتون النباتي. أو الحيواني، مثال ذلك الحوت الأزرق - وهو حيوان ثديي ضخم - يتغذى مباشرة على الحيوانات البلاكتونية القشرية من خلال جهاز يتم بواسطة ترشيح الماء من هذه الحيوانات البلاكتونية والتي تمثل الغذاء الوحيد لهذا النوع من الحيوانات المائية.

كذلك فإن نوعية الغذاء قد تختلف بالنسبة للنوع الواحد من المستهلكين باختلاف أطوار ومراحل الحياه وكذلك على مدى وفرة نوع معين من الغذاء في موسم بعينه، فبعض أنواع الأسماك في أطوارها الأولى (اليرقات) تعتمد أولاً ولفترة معينة على البلاكتون النباتي، ومع نموها تعتمد اعتماداً كلياً على أنواع من القشريات الدقيقة، ثم

القشريات الأكبر، وبالتدرج يتسع مجال غذائها ليشمل أصنافاً عديدة من القشريات ويرقات الأسماك والأسماك الصغيرة، كما أن بعض أنواع المستهلكين والتي تعيش على القاع - والذي يطلق عليها الحيوانات القاعية تتغذى على بقايا النباتات والحيوانات الميتة والتي تهبط عليها من طبقات الماء السطحية.

وتتضح أهمية البلانكتون وأثره على إنتاج وتنمية الموارد الحية - خاصة الأسماك - في مرحلة ما بعد فقس البيض وخروج اليرقات ومدي وفرة الغذاء المناسب، فإذا ما توفر تمت وتطورت وأنتجت جيلاً قوياً من الأسماك، وإذا لم يتوفر هلك منها الكثير وأنتجت جيلاً ضعيفاً، والعبرة هنا ليست بعدد البيض الذي وضعته الأسماك ولا بعدد اليرقات التي خرجت، بل بالنسبة التي تبقي من هذه اليرقات بعد تلك المرحلة الحرجة من مراحل حياتها.

مما سبق يتضح أن الغذاء هو العنصر الحاكم في النظام البيئي المائي، وأن الغذاء يتكون إما من نباتات مائية أو حيوانية تتحكم فيها بدورها عوامل طبيعية وكيميائية تتداخل فيما بينها وتتذبذب في تأثيرها من وقت إلى آخر، كما أن لهذه العوامل المتشابكة أثرها على تجدد ونمو وهلاك المكونات الحية في البيئة المائية، وعلى هذا فإن تناول هذه العوامل يصبح لازماً لفهم طبيعة العلاقات داخل النظام البيئي المائي، وبالتالي التعرف على الآثار التي يمكن أن تحدث في البيئة المائية نتيجة التلوث، وانعكاسات هذه التغيرات على الموارد الطبيعية الحية وخاصة الأسماك، ومن أهم العوامل الطبيعية التي تلعب دوراً رئيسياً في تشكيل البيئة المائية ما يلي:

#### • الأوكسجين الذائب:

يعتبر توافر كمية مناسبة من الأوكسجين الذائب في الماء أحد العوامل الرئيسية لاستمرار الحياة المائية، حيث أن جميع الكائنات الحيوانية بما فيها الأسماك لها حد أدنى لتحمل نسبة منخفضة من الأوكسجين الذائب في الماء الذي يدخل في عملية التنفس، حيث تتعرض بعدها إلى الاختناق، وعليه فإنه يتحتم الاهتمام بدرجة كبيرة بتوفير الوسائل اللازمة لتوفير المعدلات المناسبة من الأوكسجين الذائب في الماء للحفاظ على نمو الكائنات المائية، ولذا فإن انخفاض نسبة الأوكسجين الذائب في الماء يعتبر مؤشراً على التدهور النسبي في الظروف البيئية للوسط المائي.

وتتوقف كمية الأوكسجين الذائب في الماء على عوامل كثيرة تؤثر على درجة تركيزه، فعملية التمثيل الضوئي لمجموعة المنتجين في النظام البيئي المائي والتي تتركز أساساً في البلانكتون النباتي من العوامل الرئيسية التي

تساعد على إمداد المياه بالأكسجين الذائب، كذلك تساعد عملية تقليب المياه بواسطة الرياح خاصة أثناء العواصف على إمداد المياه بمزيد من الأكسجين الهوائي، ألا أنه من ناحية أخرى فإنه في حالة المسطحات المائية غير العميقة مثل بعض البحيرات، فإن اشتداد الرياح يساعد على تقليب الرواسب القاعية، حيث تتصاعد الغازات المتراكمة في القاع وتتأكسد أثناء عملية تقليب المياه، مما يؤدي إلى تقليل درجة تركيز الأكسجين الذائب، كذلك فإن ارتفاع معدلات الحمل العضوي لبعض المياه الواردة إلى المسطح المائي (مثل مياه المصانع والمجاري) يؤدي إلى انخفاض نسبة الأكسجين الذائب في مياه هذه المصادر، كما أن تحلل المواد العضوية التي تتراكم وتترسب على قاع بعض المسطحات المائية من مصادر مختلفة (الصرف الصناعي والصحي والزراعي) يؤدي إلى تصاعد غاز ثاني كبريتيد الأيدروجين الذائب وبالتالي تقليل نسبة تركيز الأكسجين الذائب.

#### • الضوء ودرجة شفافية المياه

يعتبر الضوء عاملاً أساسياً والذي يساهم بشكل مباشر في تشكيل النظام البيئي المائي، وترجع أهمية عامل الضوء إلى الدور الذي يلعبه في توفير الإنتاج الأساسي في البيئة المائية والذي يطلق عليه الإنتاج الأولي، ذلك الإنتاج الذي يتوقف عليه خصوبة المصايد، حيث تقوم مجموعة المنتجين (الفيتوبلانكتون) بتحويل الأملاح الغذائية غير العضوية إلى مواد عضوية تؤلف قاعدة الهرم الغذائي في البيئة المائية مستعينة بضوء الشمس وثنائي أكسيد الكربون، هذا بالإضافة إلى الصلة الوثيقة بين الضوء ودرجة الحرارة التي تلعب بدورها دوراً بيئياً رئيسياً.

وحيث أن لكل نوع من الحيوانات المائية (الأسماك) مستوى معيناً من هذه الإضاءة يصل نشاطها في نطاقه إلى قمته، ويتوقف كمية الضوء الساقطة إلى الأعماق المختلفة على درجة شفافية المياه أو بمعنى آخر على كمية المواد العالقة في الماء، وبالتالي القدرة على توفير الإنتاج الأولي الذي يعتمد على عملية التمثيل الضوئي.

#### • الأملاح الغذائية

تعتمد النباتات الأرضية في بنائها الضوئي على عدد من العوامل أهمها درجة الضوء - كمية غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو - درجة حرارة الهواء - درجة رطوبة الهواء - نوع التربة - كمية الأملاح الغذائية في التربة،