المحاضرة الاولى

مفهوم ديناميكية الجماعة Population dynamics

- ❖ أغلب المصايد تستهدف التجمعات السمكية الطبيعيةWild stocks .
- ❖ هذه التجمعات السمكية تعيش في بيئات طبيعية مختلفة.
- ❖ هذه المخزونات لا يمكن التحكم فيها بطرائق مباشرة وإيجابية.
- ❖ أي لا سيطرة للإنسان على تكاثرها ونموها ونفوقها الطبيعي والطريقة الوحيدة التي يمكن أن تؤثر على هذه المخزونات عن طريق أنماط الصيد Patterns of fishing الذي يقرره،
- ❖ يجب أن يكون لدى متخذي القرار الإداري للمصائد معرفة تامة بتأثير مختلف القرارات على المخزونات السمكية بأنواعها.

يزود تقييم المخزون وديناميكية الجماعة صناع القرار بالكثير من المعلومات اللازمة لاتخاذ اختيارات منطقية.

- ❖ وصف حالة المخزون في الماضي والحاضر، وما حجم المخزون؟ وهل هناك زيادة أم انخفاض؟ وما هي القوى التي تؤثر على توازن المخزون؟ تقدم توقعات أو تنبؤات حول كيفية استجابة المخزون إلى خيارات الإدارة الحالية وماذا سيحدث للإنتاج في المستقبل. هل إن حدوث زيادة طفيفة في ضغط الصيد Fishing pressure لها تأثير سلبي على المخزون في السنة التالية؟ عشر سنوات من الآن؟ في نهاية المطاف، فإن الإداري يجب أن يقرر كيفية تفسير المعلومات من تقييم المخزون وتحديد أي الخيارات هي الأفضل بشكل عام للحفاظ على مخزون مستدام (Cooper, 2006).
- ❖ يهتم تقييم المخزون بجميع الأنشطة التي يقوم بها عالم بيولوجي المصائد لوصف حالة المخزون في الماضي والحاضر متناولا خصائص تاريخ حياة النوع، مثل المعلومات حول العمر، النمو، النفوق الطبيعي، النضج الجنسي، التكاثر، عادات التغذية، أفضليات الموطن، الحدود الجغرافية للجماعة والعوامل البيئية الحرجة التي تؤثر على المخزون. تتألف بعض أساسيات تقييم المخزون

الأول / التعرف قدر الإمكان على بيولوجيا الأنواع في المخزون

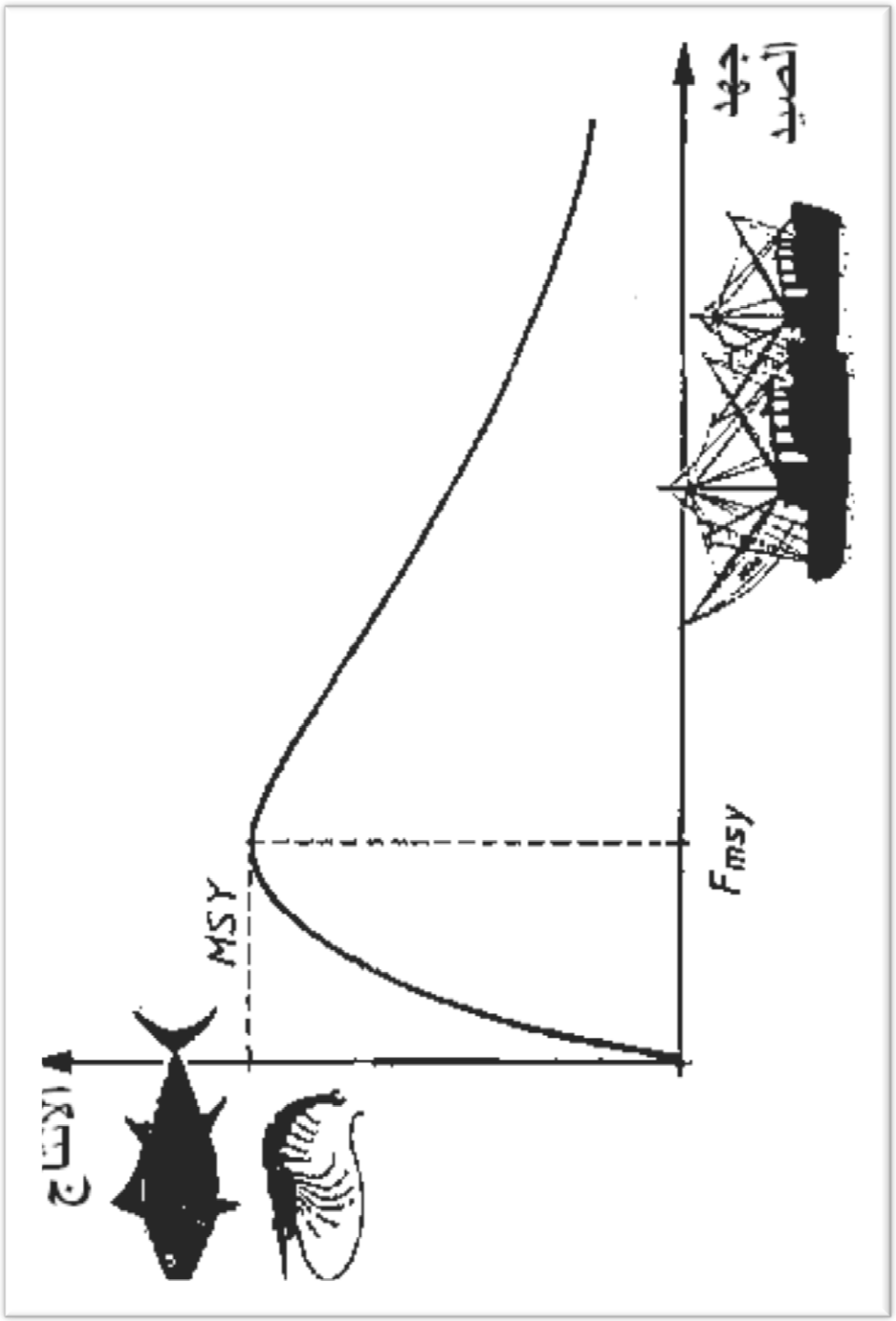
الثاني/ التعرف على أنشطة الصيد في المخزون، وتكون النتيجة تقريرا عن حالة المخزون الذي يحتوي على كافة البيانات الخام المستخدمة في التقييم ووصف للطرائق المستخدمة قي جمع هذه البيانات والتوصيات التي من شأنها الحفاظ على المخزون أو استعادته (Cooper, 2006).

يجب التذكر أن هذا هو جزء صغير نسبيا من الموضوع العام لفهم دينامیكية الجماعة من أجل الحصول على الاستغلال المستدام للموارد.

ترتبط دينامیكية الجماعة السمكية بصورة رئيسة بالأسماك التي تتعرض مخزوناتها أو أرصدتها للاستغلال من قبل المصائد وهذه المصائد نفسها تكون مصدرا كبيرا للبيانات التي تستخدم في تقييم المخزون السمكي. إن بعض المعلومات التي يحتاجها الباحث، مثلا كميات الصيد قد تكون متوافرة من

1. سجلات السفن
2. من الإحصائيات التي تجمع من قبل الإدارات العامة
3. الفعاليات الاقتصادية .

إن الغرض الأساس من تقييم المخزون السمكي تقديم المشورة بشأن الاستغلال الأمثل للموارد السمكية، لان هذه الموارد تكون محدودة، ولكنها قابلة للتجدد، ويمكن وصف تقييم المخزون السمكي والبحث عن مستوى الاستغلال الذي يعطي على المدى البعيد أكبر قدر من الإنتاج بالوزن من مصائد الأسماك على وفق الشكل 1، إذ يمثل المحور الأفقي جهد الصيد (مثلا عدد أيام الصيد، عدد زوارق الصيد)، والإنتاج على المحور الآخر (كمية الأسماك المطروحة بالوزن). يتبين من الشكل أنه عند مستوى معين يمكن زيادة الإنتاج من خلال زيادة جهد الصيد، ولكن بعد ذلك، مستوى التجديد للموارد (من التكاثر ونمو الجسم) لا يمكنه مواكبة الإزالة الناجمة عن صيد الأسماك، وتؤدي أي زيادة أخرى في مستوى الاستغلال إلى انخفاض في الإنتاج. يشار إلى مستوى جهد الصيد على المدى الطويل الذي يعطي أعلى إنتاج بـ FMSY و يطلق على الإنتاج المطابق له أقصى إنتاج مستدام (MSY) Maximum Sustainable Yield. تستخدم عبارة "على المدى الطويل" لأنه إذا تحقق أعلى إنتاج في عام واحد من خلال زيادة مفاجئة بالجهد، سيتبعه سنوات من الإنتاج المنخفض، لأن صيد الموارد قد يتدهور. عادة لا يهدف الحصول على أقصى إنتاج بسنة واحدة، وإنما تعطي إستراتيجية الصيد أعلى إنتاج مستمر عاما بعد عام (Sparre and Venema, 1998).

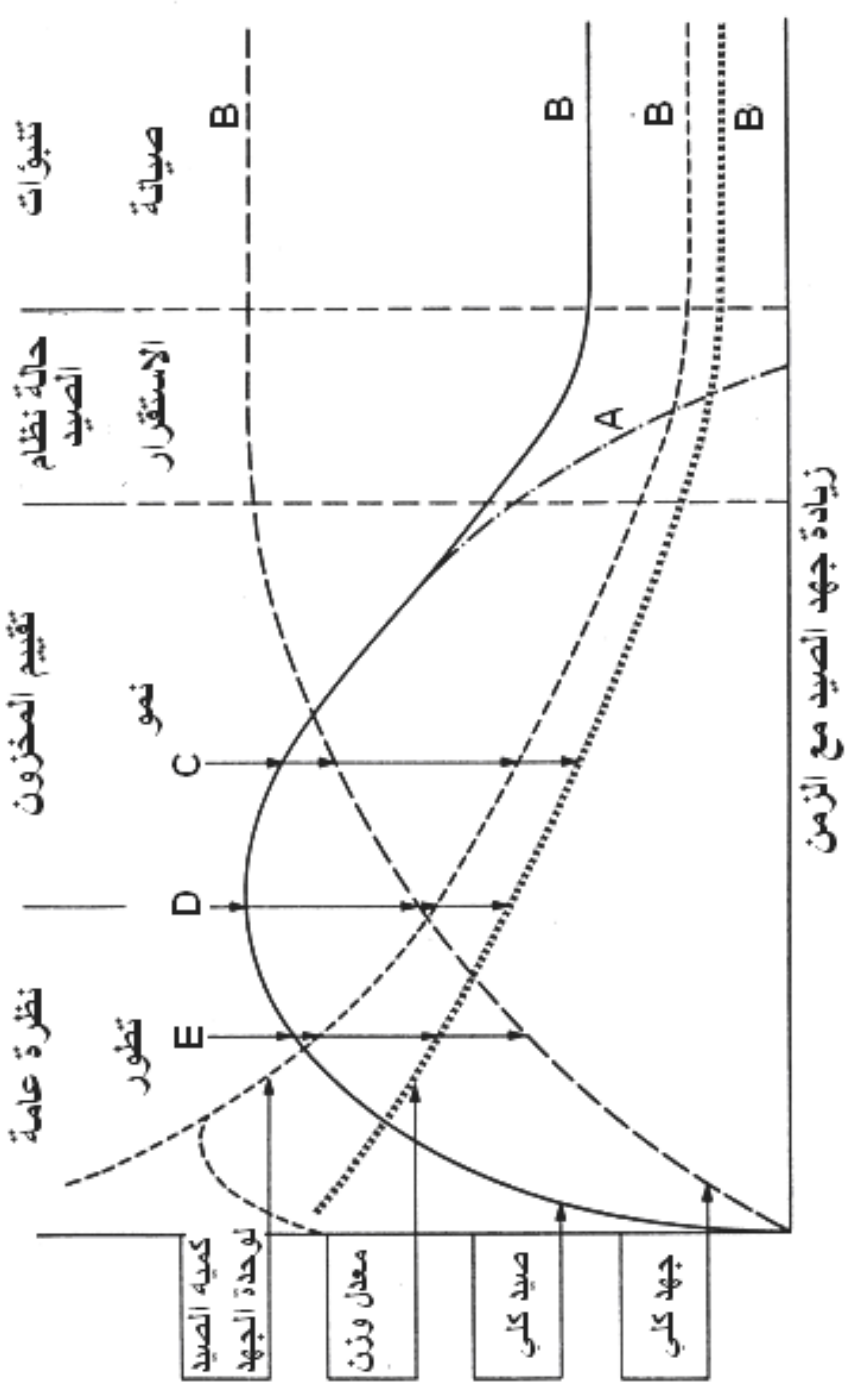


شكل 1: الهدف الأساس لتقييم المخزون (Sparre and Venema, 1998)

وضع نظام فعال لجمع الإحصائيات مع برنامج لجمع العينات لتوفير معلومات بيولوجية ضرورية يكون ذا أهمية أساسية في دراسة ديناميكية المخزون وتقييمه.

إن المهمة النهائية لعالم ديناميكية الجماعة هو المساعدة في تقديم المشورة للقائمين على الإدارات من أجل الحفاظ على المخزون عند النقطة التي تكون فيها المصائد مرتبطة بالإنتاج المستدام طويل الأمد وجهد الصيد كما في الشكل 1-2 (النقاط C، D، E أو أي نقطة أخرى بينهم)، إذ تمثل

- النقطة D أقصى كمية صيد يمكن الحصول عليها أو عند أي نقطة بين C وE. للقيام بذلك لا بد من مراقبة الحالة من خلال جمع البيانات المطلوبة بشكل روتيني ومواصلة المسح قبل الإمداد، بحيث يمكن التنبؤ بكميات الصيد الممكن إزالتها من المخزون دون أن يؤثر ذلك على قدرتها على الاستمرار في تقديم كميات الصيد في هذا المستوى، بالاعتماد على الإمداد. ويجب أيضا أن يكون قادرا على إعطاء المشورة بشأن أي مشاكل قد تنشأ إما مع إدخال أساليب جديدة لصيد الأسماك أو من التغيرات الطبيعية في وجود أو وفرة المخزون. تتوقف عادة الزيادة في عدد وحدات الصيد في المصائد غير المسيطر عليها بسبب أن كمية الصيد لوحدة الجهد ومتوسط وزن السمكة تنخفض لمستويات واطئة بحيث يصبح الاستمرار بالجهد نفسه غير اقتصادي. في كثير من الأحيان ينخفض العدد بسبب انسحاب السفن الكبيرة Factory trawlers and freezers الأقل اقتصادية من المصائد وتنقل إلى مخزونات أخرى وتزداد السفن المتحركة ومن غير الطبيعي أن تنهار المصائد كليا (النقطة A في الشكل) إذا كان للمصائد تأثير بيولوجي شديد على الأسماك، مثل خفض المخزون التكاثري ومن ثم توقف الإمداد تقريبا. بفرض أن هذا لا يحدث في المصائد المستقرة عند مستويات المبينة بـ B في كل منحنى في الشكل.


نظرة عامة
تقييم المخزون
تنبؤات
تطور
نمو
صيانة
E
D
C
B
B
B
B
A
الاستقرار
حالة نظام الصيد
زيادة جهد الصيد مع الزمن
كمية الصيد لوحدة الجهد
معدل وزن
صيد كلي
جهد كلي

من أهم حزم البرامج المتخصصة بمجال ديناميكية الجماعة وتقييم المخزون السمكي التي تعتمد على بيانات تركيبة العمر أو بيانات تركيبة الطول:

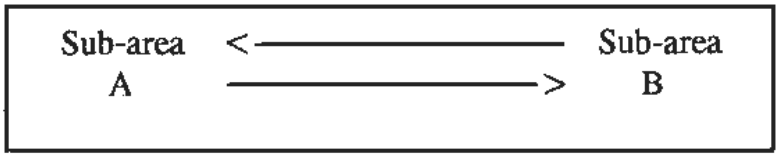
حزمة برنامج FiSAT (The FAO–ICLARM Stock Assessment Tools) لتقييم المخزون باستخدام الكمبيوتر الشخصي. طور أساسا لتحليل بيانات تركيبة الطول، ولكن يمكن أيضا للتحليلات المرتبطة بحجم وكمية الصيد للعمر والاختيارية وبقية مؤشرات تقييم المخزون. أصدره Gayanilo و Sparre و Pauly عام 1996 بعد اتفاق منظمة الأغذية والزراعة الدولية والمركز الدولي لإدارة مصادر الإحياء المائية في الفلبين على دمج البرنامجين LFSA و ELEFAN في برنامج واحد شامل FiSAT وآخر إصدار له كان عام 2005 (FiSAT II, Version 1.2.2).

مفهوم وحدة المخزون The unit stock concept

إن مفهوم وحدة المخزون عند بيولوجيا مصائد الأسماك له تطبيقاته العملية في معالجة بيانات مصائد الأسماك. إن معرفة طبيعة ومصدر البيانات التي يتعامل معها أساسية في تقييم المخزون لأنها من المفروض ان تشير إلى أفراد لها نمط حياة متشابه. للتمكن من عمل ذلك ينبغي وصف كل سمكة على إنها تنتمي إلى وحدة مخزونها،

يمكن وصف وحدة المخزون نظريا على أنها مجموعة من الأفراد من النوع نفسه وتمتلك نفس المؤشرات الذاتية عينها لمعدلات النمو والإمداد والنفوق وتبقى هذه المؤشرات ثابتة في جميع منطقة تواجد أفراد المخزون (أي يقطن منطقة جغرافية محددة)، وتمتلك أساسا منطقة تكاثر خاصة بها. مثال على وحدة المخزون الذي يتوافق تماما مع هذا التعريف هو مخزون اسماك القد – النرويجية Aroto-Norwegian cod التي تتكاثر داخل جزر Lofoten، شمال النرويج، يحمل البيض واليرقات في شمال الأطلسي هائما إلى منطقة Spitzbergen والى بحر Barents، إذ تشكل كلا المنطقتين حضانة للنوع. في آخر الأمر ينضج القد في عمر سبعة سنوات ويعود للتكاثر مع الأسماك الأكبر عمرا إلى جزر Lofoten، هناك القليل جدا عن هجرة خارجية من المخزون ولا دليل على هجرة داخلية.

يمتلك المخزون صفة أساسية هي بقاء مؤشرات النمو والنفوق ثابتة في جميع منطقة تواجد المخزون. مثلا، قسمت منطقة إلى منطقتين ثانويين A وB كما في الشكل التالي (Sparre and Venema, 1998):



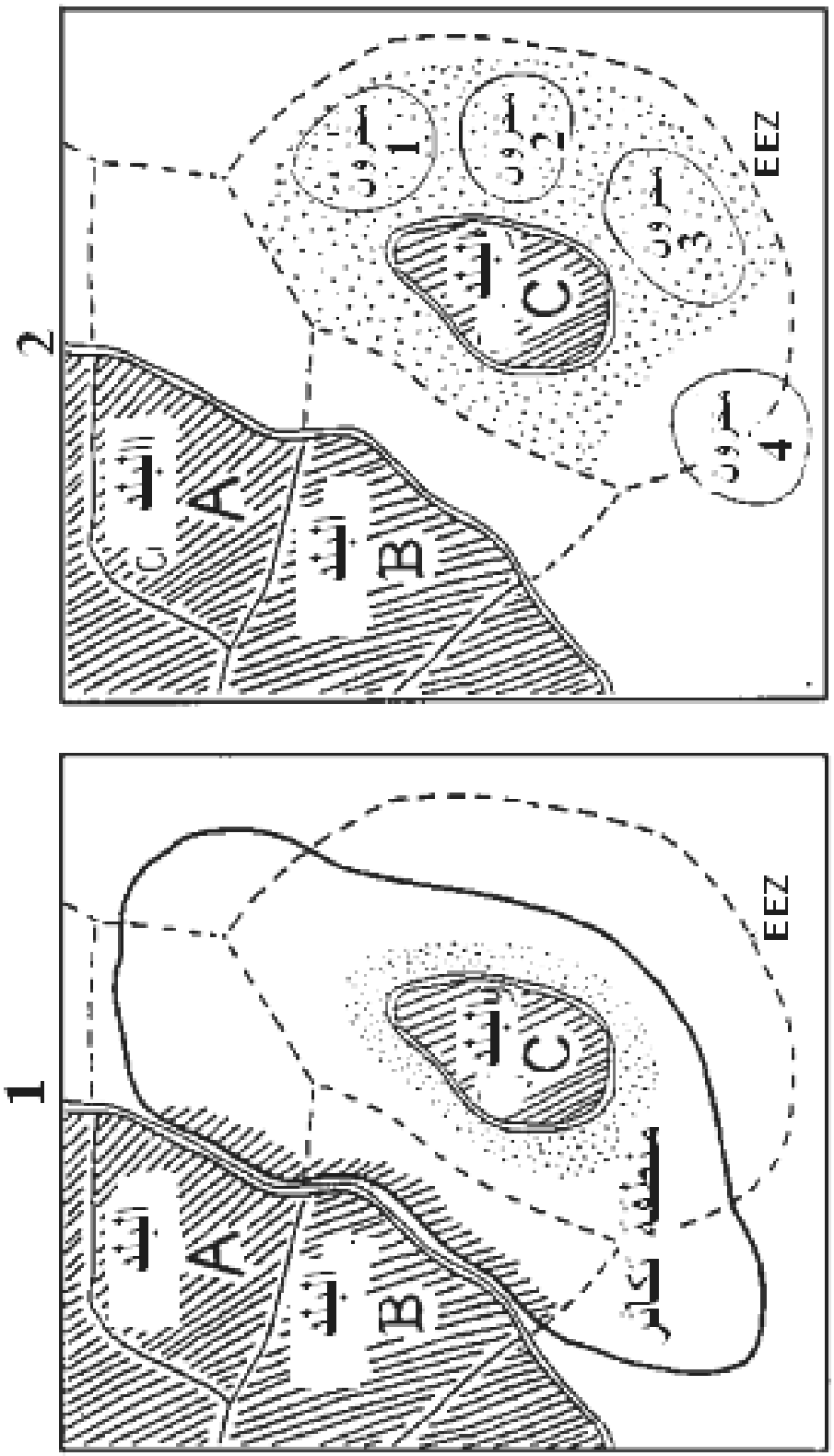
يجب ان تكون مؤشرات النمو والنفوق هي نفسها في المنطقتين A وB ، أو بعبارة أخرى:

- يجب أن يكون للأسماك في المنطقة A معدلات نمو الأسماك نفسها في المنطقة B.
- يجب أن يكون للأسماك في المنطقة A احتمالية نفوق الأسماك نفسها في المنطقة B.

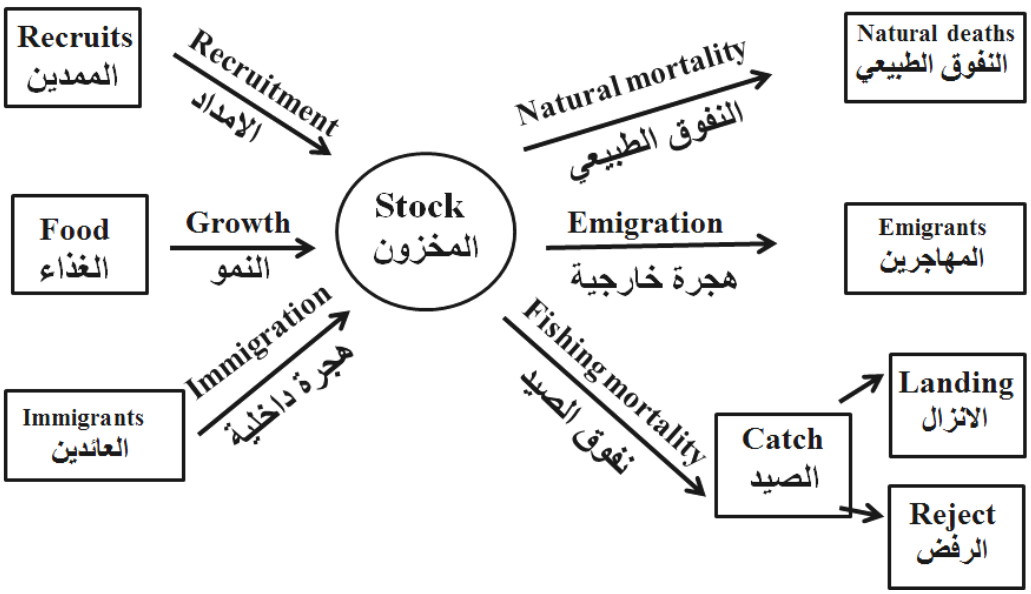
إذا كان الصيد في المنطقة A فقط، يفترض أن كل سمكة مفردة في المخزون تمتلك احتمالية المصادفة نفسها في المنطقة A ومن ثم أيضا تمتلك احتمالية الصيد نفسها ومن المفترض أن تتنقل الأفراد بحرية بين المنطقتين.

هناك سببان رئيسان لفشل إمكانية تحديد المخزون بشكل صحيح:

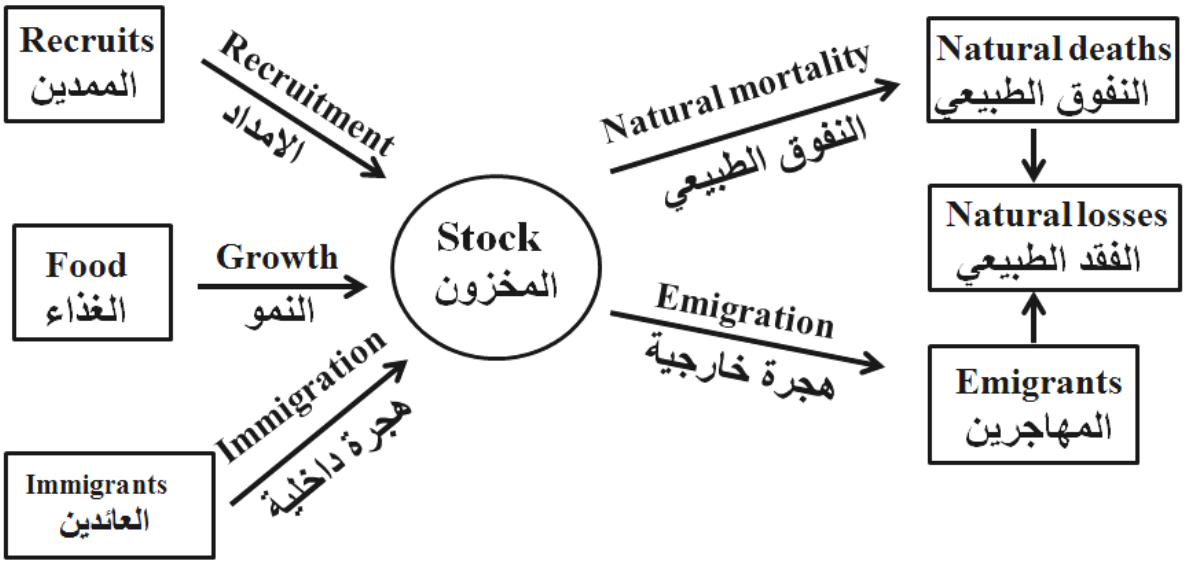
- لا يتوزع أفراد المخزون على المنطقة بأكملها، بحيث يدرس جزءا" من المخزون أو المنطقة فقط.
- تكون العديد من المخزونات المستقلة متجمعة معا، مثلا بسبب كون مناطق توزيعها متداخلة.



الشكل 3: استغلال مخزون من بلدان مختلفة (Sparre and Venema, 1998)



الشكل 4: يوضح ديناميكية المخزون المستغل (Jones, 1985)



الشكل 5: يوضح ديناميكية المخزون غير المستغل (Jones, 1985)

الخطوات الاساسية في تقييم المخزون السمكي

INPUT : الافتراضات+بيانات عن مصائد الاسماك

⇩

PROCESS : تحليل للبيانات التاريخية

⇩

OUTPUT : تقدير لمؤشرات النمو والنفوق

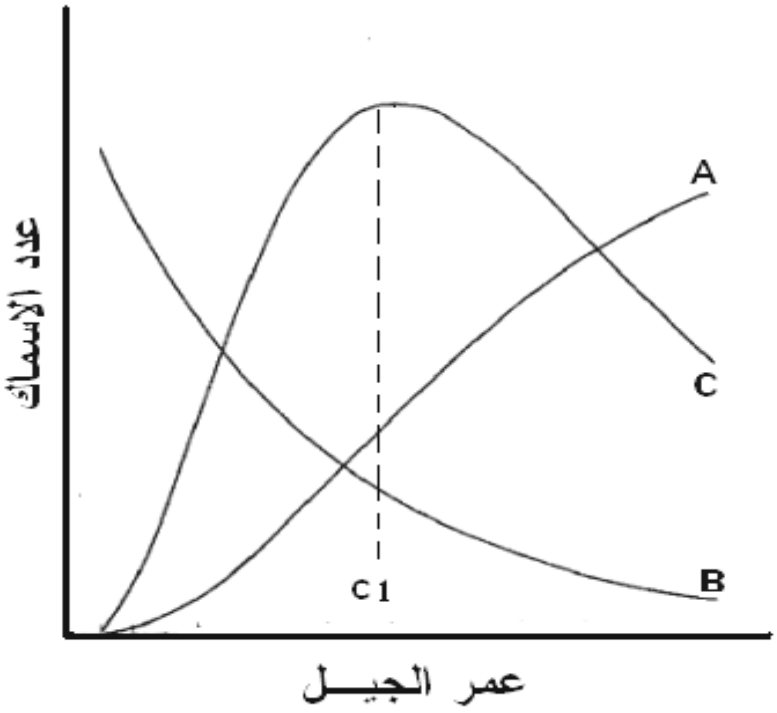
INPUT :

⇩

PROCESS : تنبؤات الانتاج لسلسلة من مستويات الاستغلال البديلة

⇩

OUTPUT : مستوى صيد المثالي
(أقصى صيد مستدام)



الشكل6: يبين المنحنيات: (A) زيادة بوزن الأفراد، (B) انخفاض بعدد أفراد الجيل، (C) الكتلة الكلية مع الزمن (Holden and Raitt, 1974)

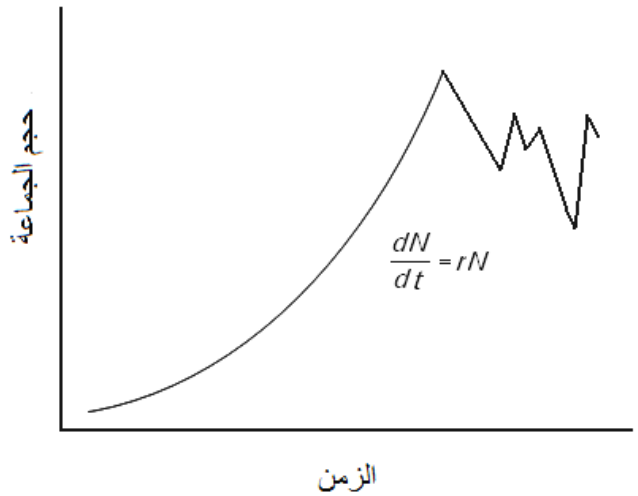
من الجدير بالذكر أن تطور برامج الحاسوب الخاصة بتقدير المخزون السمكي مثل FiSAT, ELEFAN, LFSA بواسطة منظمة الأغذية والزراعة الدولية FAO والمركز الدولي لإدارة مصادر الإحياء المائية ICLARM في الفلبين ساعد كثيراً في استخدام الحواسيب الشخصية بواسطة مراكز البحوث والباحثين في العالم مما جعل من السهولة تقدير كل المعادلات البيولوجية ومن ثم اختيار طريقة تقدير المخزون السمكي المثلى.

وفيما يلي بعض المفاهيم للموديلات الأساسية المستخدمة في وصف نمو الجماعات:

– موديل النمو المالثوسي أو الآسي Malthusian or exponential growth model اقترح Thomas R. Malthus في عام 1798 موديلا" رياضيا لنمو الجماعة وعلى الرغم من كونه موديلا" بسيط، أصبح أساسا لوضع موديلات للجماعات البيولوجية. بين أن زيادة الجماعات تكون بنسبة ثابتة على مدى فترة معينة من الزمن، وتميل الجماعات إلى الازدياد بصورة أسرع من وسائط عيشها. ولذلك فكر مالثوس ان الجماعات تميل بصفة مستمرة إلى ان تتعدى مؤنها الغذائية ثم بعد ذلك تتناقص بالفقر والقحط والمرض والصراع أو غيرها من المصاعب. ان نمط النمو المالثوسي موديل رياضي مستمر بالزمن كما في الشكل 1–8 والمعادلة التالية:

$$dN / dt = r\,N$$

إذ dN / dt التغير في الجماعة ضمن وحدة زمنية (t)، r المعدل الموروث للزيادة أو الجزء الذي تزداد فيه الجماعة ضمن فترة زمنية (t).



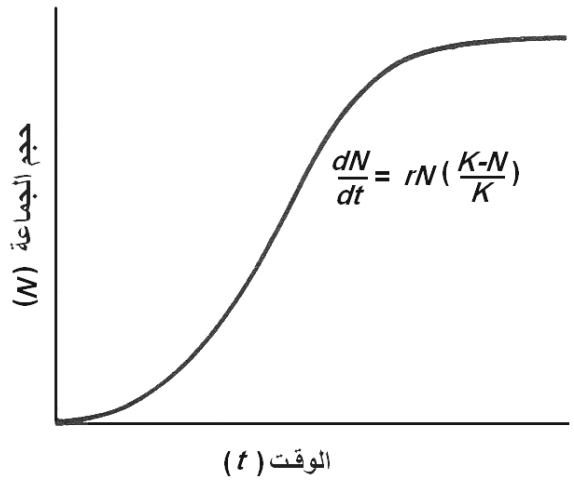
الشكل 7 : موديل النمو الآسي

– موديل النمو اللوجستي Logistic growth model

ظهر أول تحد علمي للنظرية المالثوسية كنمط لنمو الجماعة في القرن التاسع عشر في مؤلفات بير Pierre Verhulst فقد افترض في عام 1838 ان الجماعات تنمو عادة بشكل منظم اكبر بكثير من ذلك النمو الذي افترضه مالثوس، واصفا في نموها منحنيا بنسب شبيهة بحرف S . ولقد أصبحت هذه معروفة بالنظرية اللوجستيكية Logistic growth لنمو الجماعة. ان للجماعات معدل نمو بدائي بطيء يزداد أسيا إلى ان يصل حدا أقصى، وبعدئذ يقل تدريجيا بأسلوب منظم يمكن التنبؤ به، وهو موديل رياضي مستمر بالزمن كما في الشكل 1–9 والمعادلة التالية:

$$dN / dt = r\,N\,(1 - N/K)$$

تدعى K قدرة التحمل Carrying capacity للجماعة أو أقصى عدد من الأفراد تستطيع البيئة تحمله.



الشكل 8: موديل النمو اللوجستيكي

- موديل Ricker (1948)

موديل كلاسيكي لوصف نمو الجماعة منفصل بالزمن والذي يعطي العدد المتوقع من الأفراد (N_{t+1}) لجيل $t + 1$ بوصفها دالة لعدد أفراد الجيل السابق:

$$N_{t+1} = N_t \ e^{-r(1-N_t/K)}$$

إذ r معدل النمو الفعلي Intrinsic growth rate وK القدرة الاستيعابية للبيئة أو أقصى عدد للأفراد تستطيع البيئة تحمله.

- موديل Beverton-Holt (1957)

موديل كلاسيكي لوصف نمو الجماعة منفصل بالزمن، إذ يعطي العدد المتوقع من الأفراد (N_{t+1}) لجيل $t + 1$ بوصفها دالة لعدد أفراد الجيل السابق:

$$N_{t+1} = K N_t \ / N_t + (K-N_t)\ e^{-rt}$$

إذ K القدرة الاستيعابية للبيئة وr معدل النمو الفعلي وقد أدخل في مجال مصائد الأسماك عام 1957.

تصف المعادلة اللوجستيكية لـ Verhulst نمو الجماعة بالوزن على أساس التعبير الرياضي التالي (Graham, 1935):

$$dB/dt = r\ B\ (1 - B/K)$$

إذ B كتلة الجماعة في وحدة زمنية t، r المعدل الفعلي (الموروث) لنمو الجماعة وK قدرة التحمل للجماعة أو أقصى عدد من الأفراد تستطيع البيئة تحمله. يمكن وصف سلوك الجماعة خلال زمن كمنحنى شبيه بحرف Sigmoid curve S، حيث تزداد كتلة المخزون غير المستغل حتى أقصى مستوى $B\infty$ مقيد بقدرة التحمل للجماعة (Seijo *et al.* 1998) كما في الشكل 1−10.

بين Schaefer (1954) ان معدل كمية الصيد $Y(t)$ في حالة الجماعة تحت الاستغلال يكون على النحو التالي :

$$Y(t) = q\ f(t)\ B(t)$$

إذ $f(t)$ جهد الصيد و q معامل قابلية الصيد Catchability، الذي يعرف بأنه جزء من الجماعة يصاد بوحدة جهد (Gulland, 1983). يمكن التعبير عن التغيرات بالكتلة خلال الزمن على النحو التالي:

$$dB/dt = r\,B\,(1 - B/K) - Y$$

عندما تكون الجماعة في حالة توازن، أي $dB/dt = 0$، إذ يتم تعويض الخسائر بسبب النفوق الطبيعي والصيد بزيادة الجماعة نتيجة النمو الفردي والإمداد. يمكن تعريف الإنتاج المتوازن على النحو التالي:

$$Y = r\,B\,(1 - B/K)$$
$$Y / r\,B + B/K = 1$$

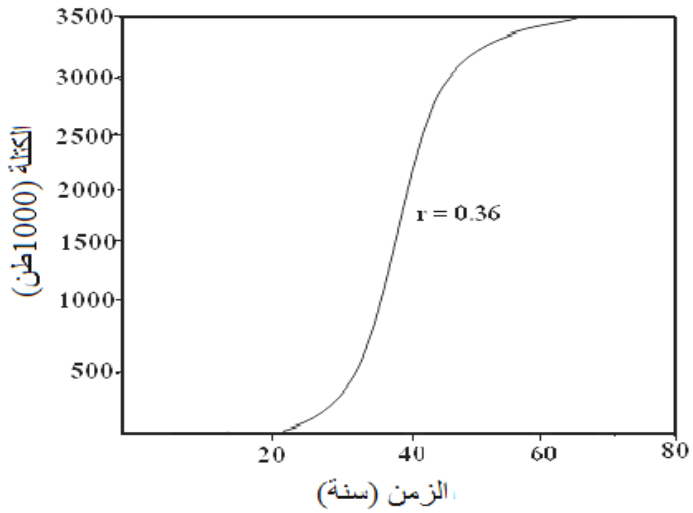
بتعويض المعادلة $Y(t) = q\,f(t)\,B(t)$ بالمعادلة أعلاه تكون:

$$q\,f\,B/rB + B/K = 1$$

لذا يمكن تحديد الكتلة المتوازنة (B_{eq}) Equilibrium biomass بوصفها دالة لجهد الصيد كالآتي:

$$B_{eq} = (1 - q\,f / r)\,K$$

ان كمية معينة من جهد الصيد من شأنها أن تؤدي إلى مستوى معين من الكتلة المتوازنة (B_{eq}) ويكون المتغيران مرتبطين عكسيا. يمكن الحصول على الإنتاج



الشكل 9: موديل النمو اللوجستيكي للجماعة (K= 3.5 مليون طن و r= 0.36)

المتوازن Equilibrium yield كدالة للجهد بتعويض المعادلة السابقة بمعادلة $Y(t) = q\,f(t)\,B(t)$ لتكون:

$$Y = q\,f\,K\,(1 - q\,f / r)$$

تعطي هذه المعادلة قطعا" مكافئا" Parabola يمثل دالة الإنتاج للمصائد على المدى الطويل، يدعى الإنتاج (Y) المطابق لمستوى معين من جهد الصيد (f) في الجماعة عند التوازن بالإنتاج المستدام Sustainable yield. سوف يزداد الإنتاج المستدام مع f حتى نقطة أقصى إنتاج مستدام Maximum sustainable yield (MSY)، بعدها ينخفض بزيادة جهد الصيد.