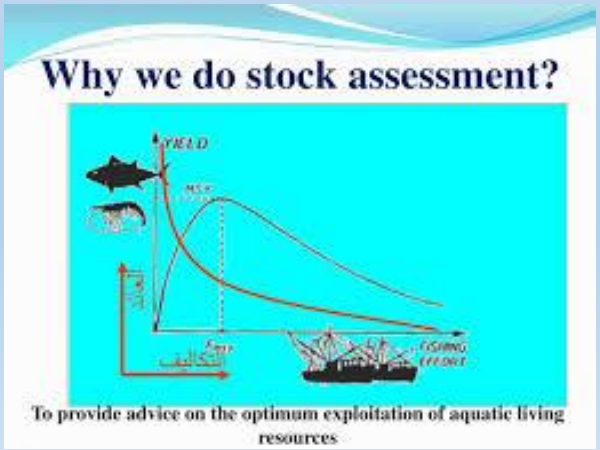
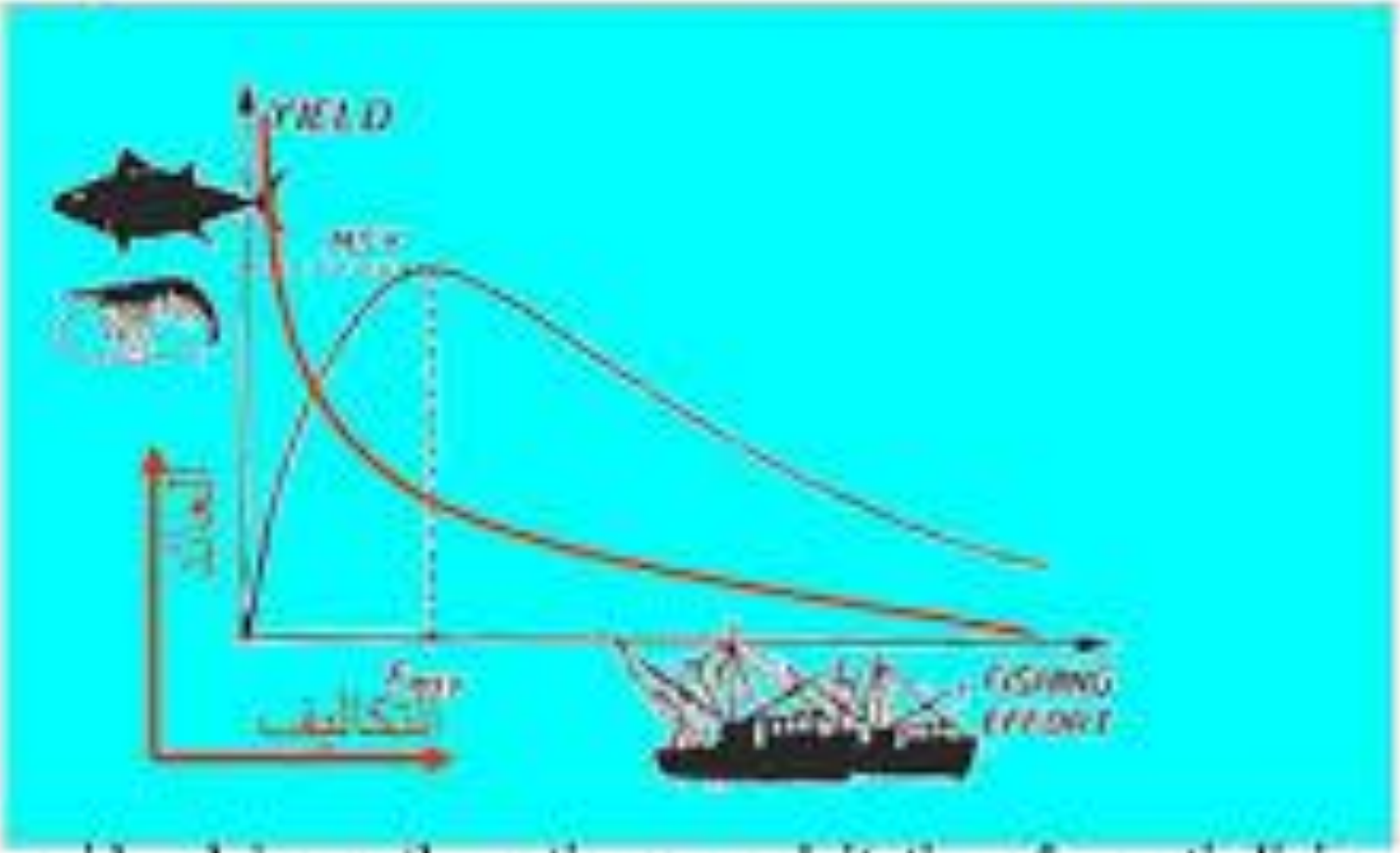
دانشگاه کردستان
University of Kurdistan
زانکۆی کوردستان

دانشکده منابع طبیعی
گروه شیلات

پویایی شناسی جمعیت و ارزیابی ذخایر آبزیان
(Population dynamics and Aquatic stock assessment)



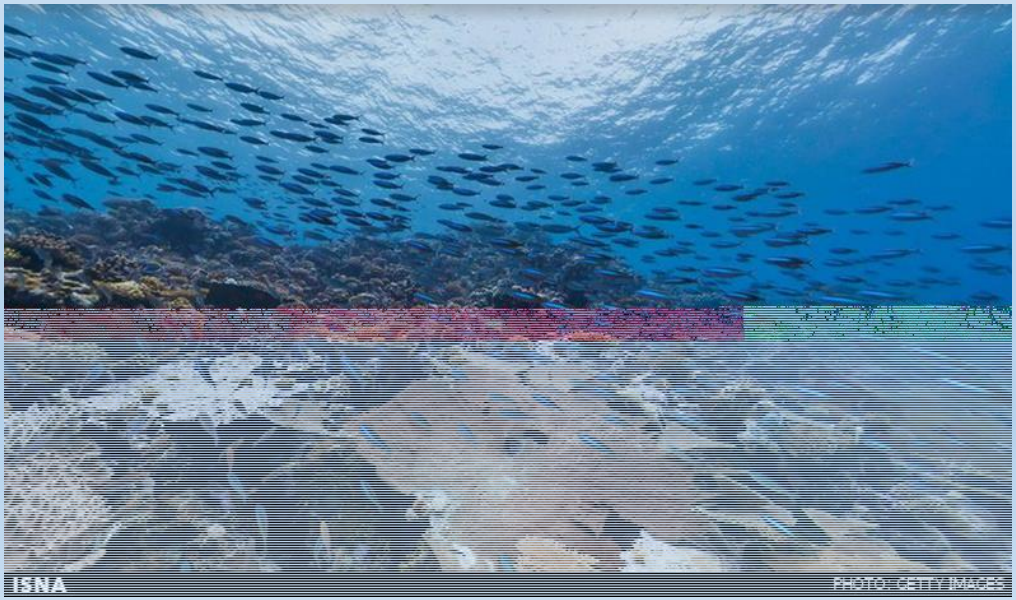
Why we do stock assessment?



To provide advice on the optimum exploitation of aquatic living resources

تعریف علم پویایی شناسی جمعیت

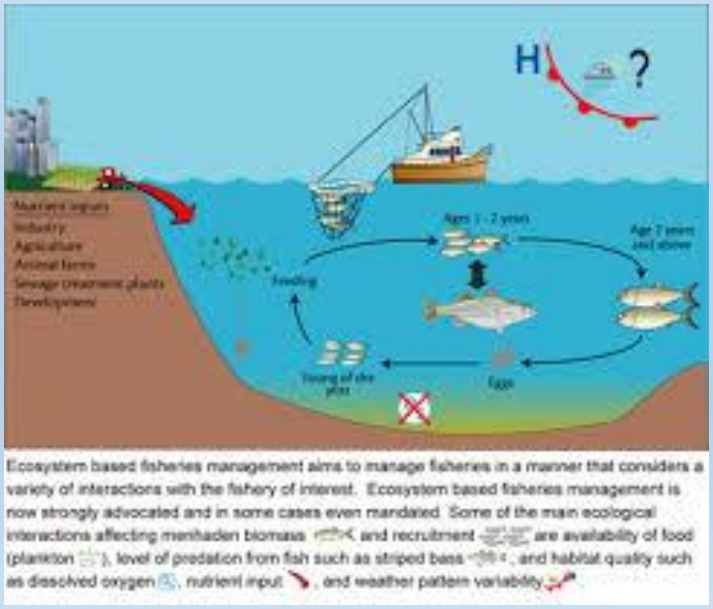
- پویایی‌شناسی جمعیت شاخه‌ای از علوم زیستی است که تغییرات کوتاه‌مـدت و بلندمـدت را در اندازه و سن ترکیب جمعیت ها و فرایندهای زیست‌شناسی و محیطی مؤثر بـر تغییـرات جمعیت را بررسی می‌کند.



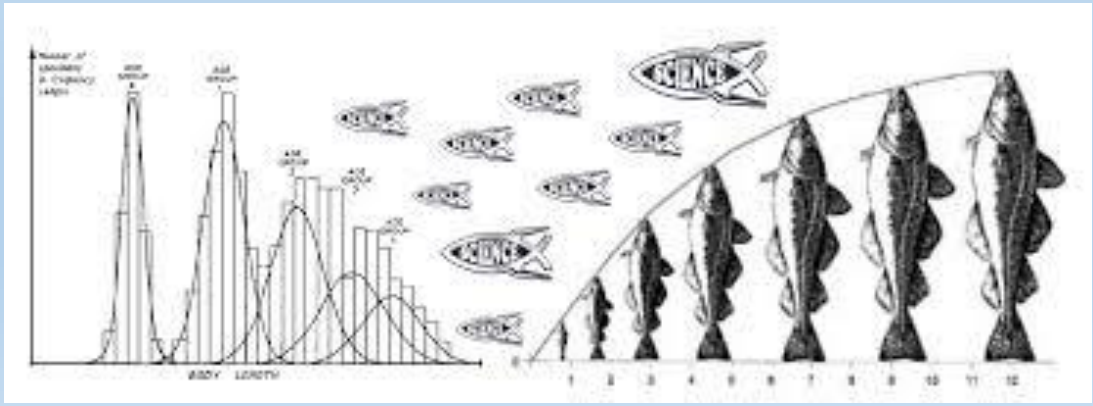
تعریف علم ارزیابی ذخایر

ارزیابی ذخایر ماهی عبارتست از استفاده از محاسبات مختلف آماری و ریاضی جهت پیش بینی کمی واکنش های یک جمعیت از ماهیان به سیاست های متفاوت مدیریتی.

پویایی‌شناسی جمعیت با عواملی که بر جمعیت تأثیرگذارند مانند میزان زاد و ولد، میزان مرگ‌ومیر، مهاجرت و عوامل محیطی تاثیرگذار بر جمعیت سروکار دارد.



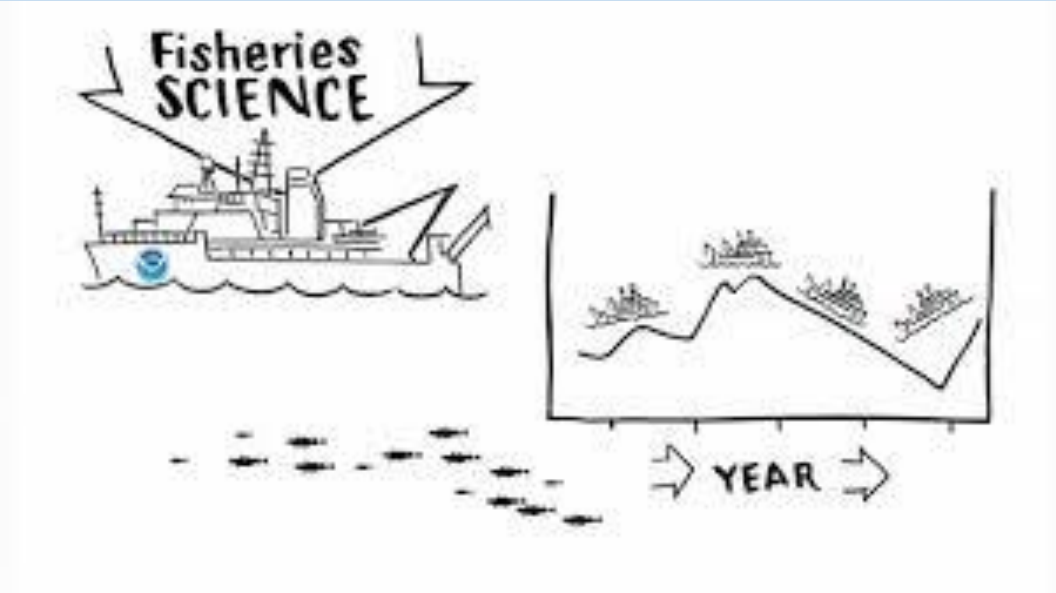
Ecosystem based fisheries management aims to manage fisheries in a manner that considers a variety of interactions with the fishery of interest. Ecosystem based fisheries management is now strongly advocated and in some cases even mandated. Some of the main ecological interactions affecting menhaden biomass and recruitment are availability of food (plankton), level of predation from fish such as striped bass, and habitat quality such as dissolved oxygen, nutrient input, and weather pattern variability.



اهداف اصلی ارزیابی ذخایر

- هدف اصلی ارزیابی ذخایر آبزیان، ارائه توصیه هایی علمی جهت بهره برداری مناسب از منابع آبزیان، از قبیل انواع ماهی و میگو می باشد.

- منابع آبزیان محدود اما تجدید شونده هستند و می توان ارزیابی ذخایر را به بیان دیگر، جستجو برای تعیین سطحی از تلاش صیادی تعریف نمود که در درازمدت به بالاترین سطح برداشت منجر شود.



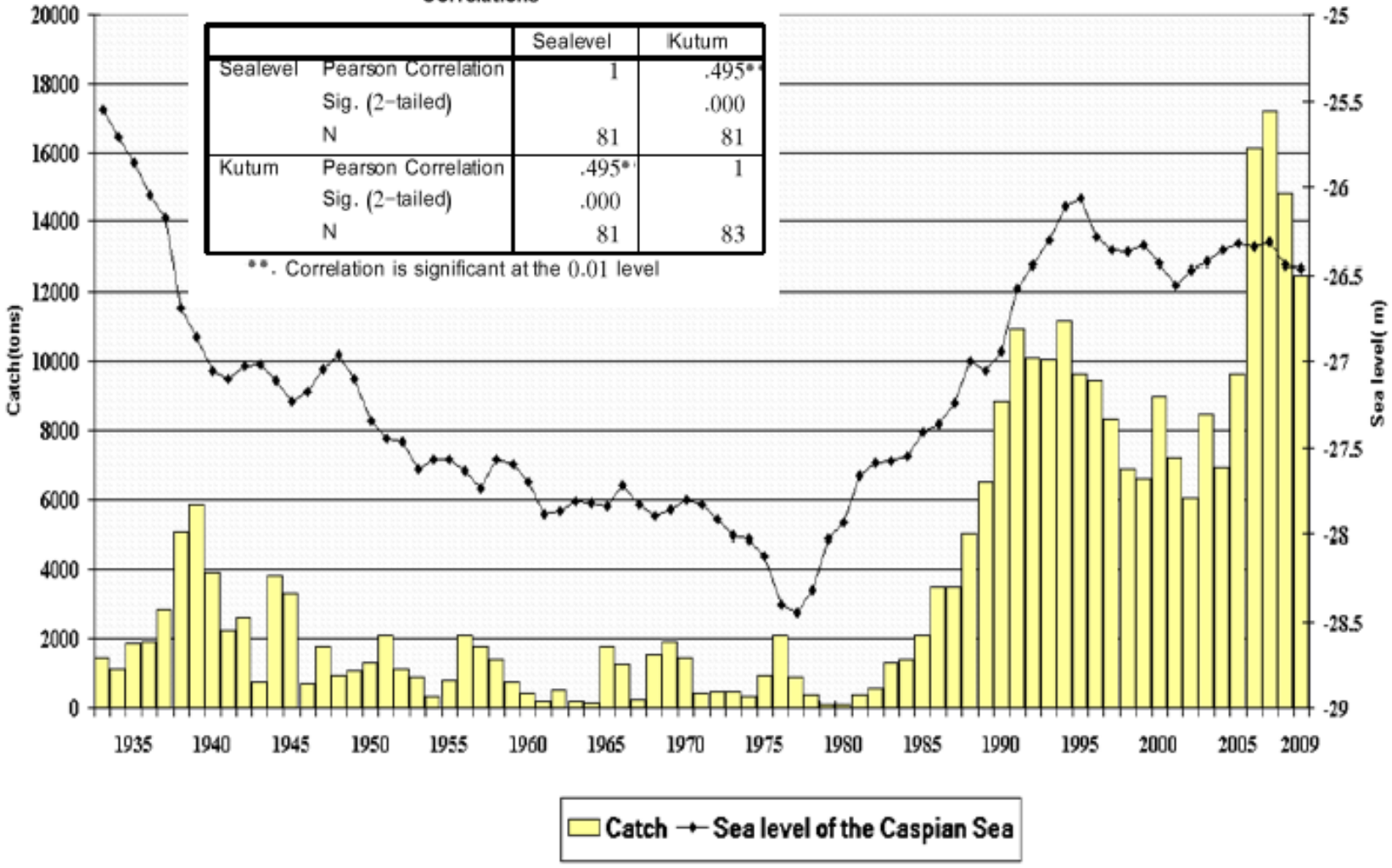
مفهوم ذخیره یا Stock

- معمولاً منظور از ذخیره، زیر مجموعه یا جمعیتی متعلق به یک گونه است که دارای ضرایب رشد و مرگ و میر یکسان بوده و در یک محدوده جغرافیایی خاص ساکن باشند. هر ذخیره عبارتست از گروهی از جانوران که با گروه های مشابه مجاور، کمتر مخلوط شود. یکی از خصوصیات مهم، یکسان بودن ضرایب رشد و مرگ و میر در کل منطقه پراکندگی ذخیره می باشد.

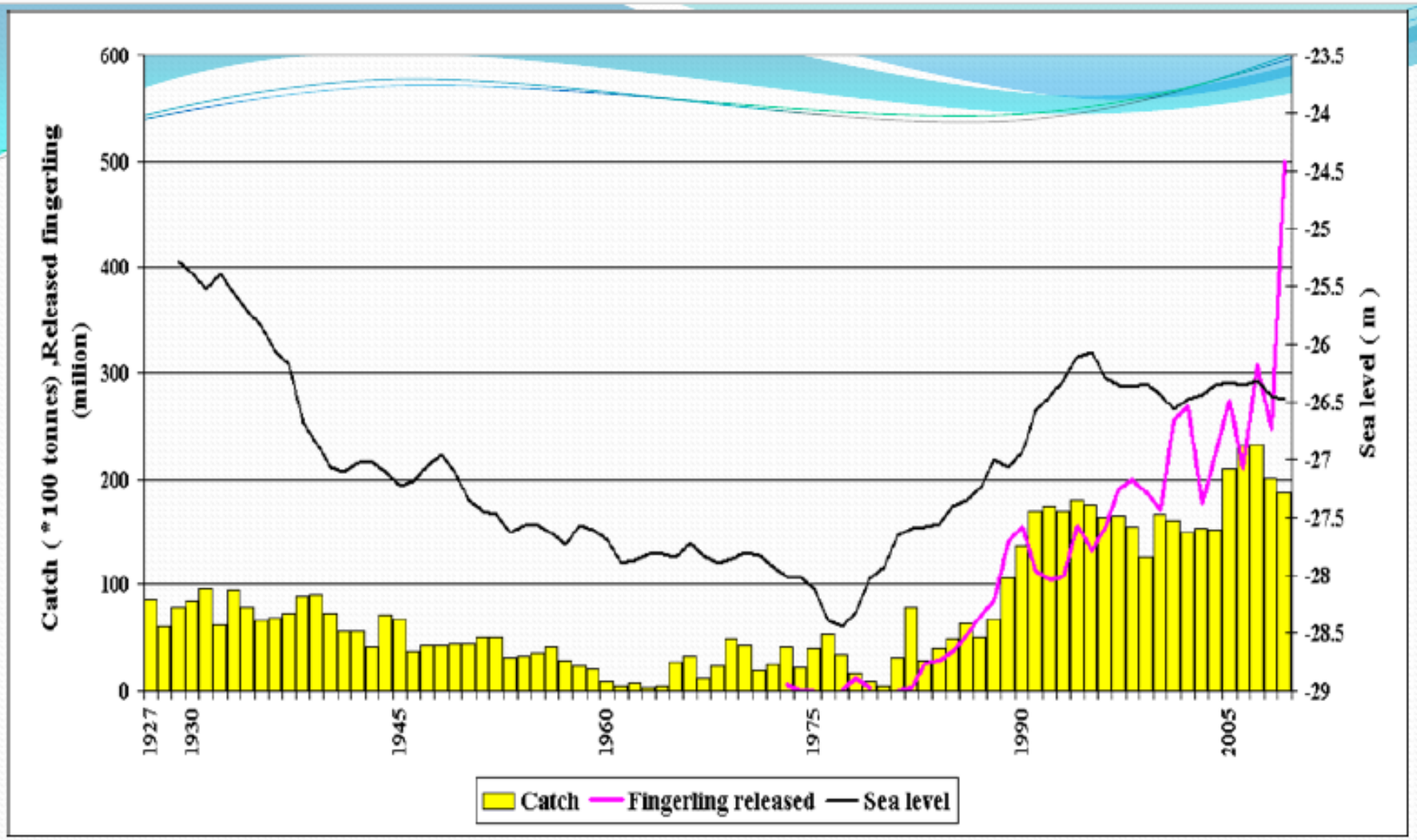
Correlations

		Sealevel	Kutum
Sealevel	Pearson Correlation	1	.495**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	81	81
Kutum	Pearson Correlation	.495**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	81	83

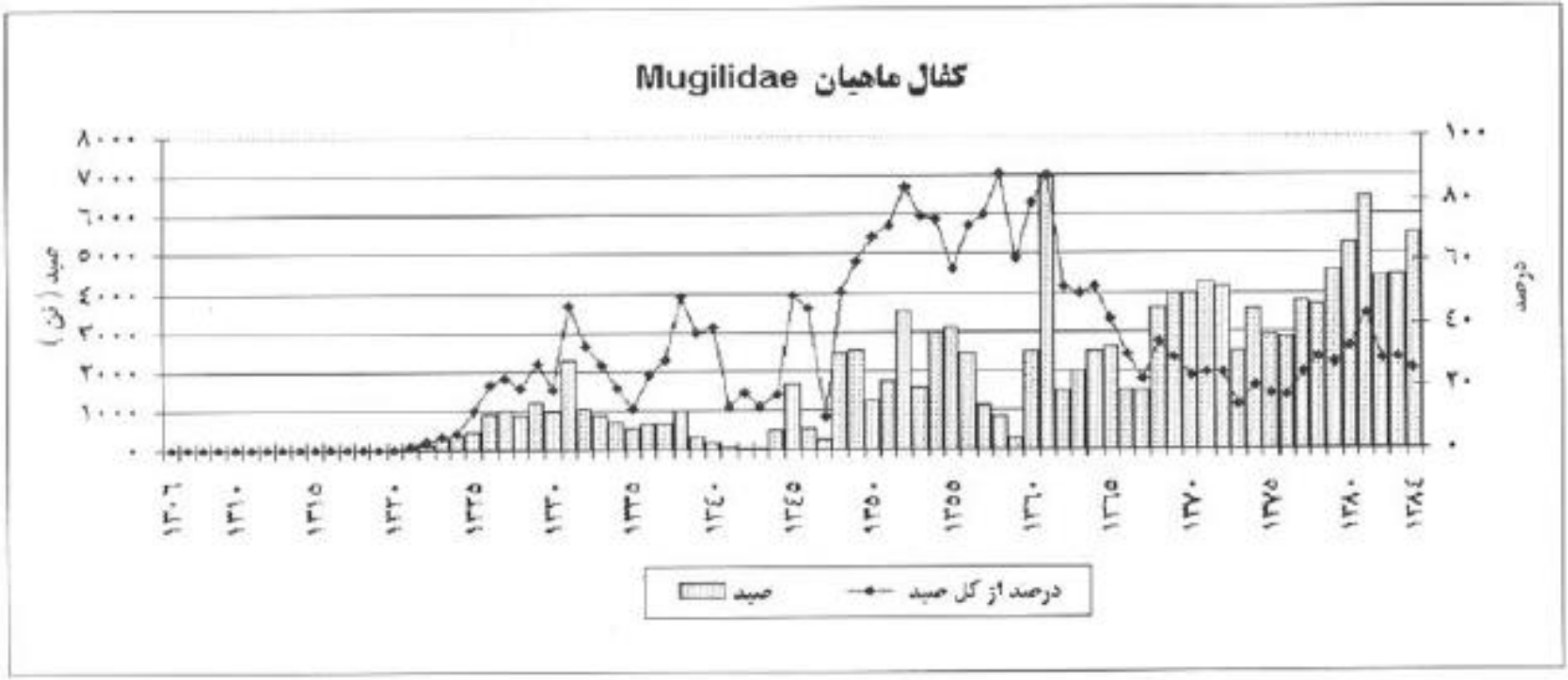
**. Correlation is significant at the 0.01 level

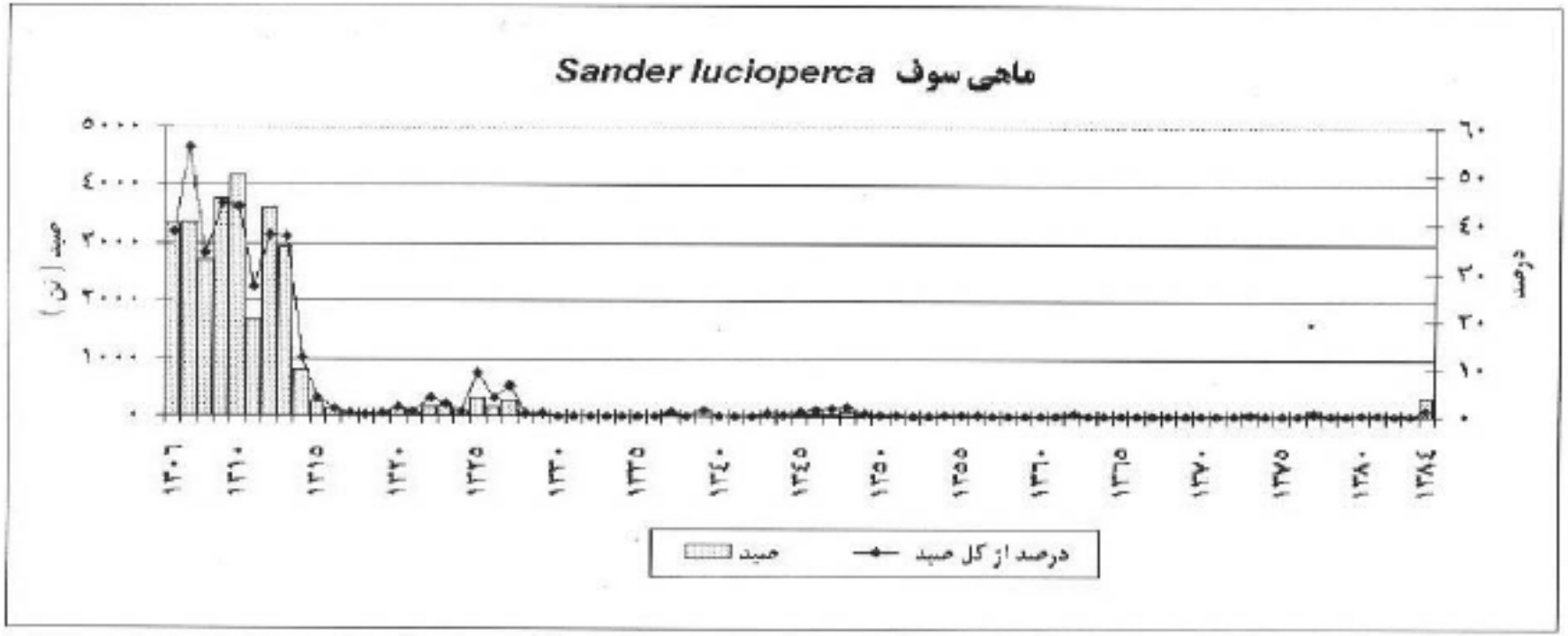


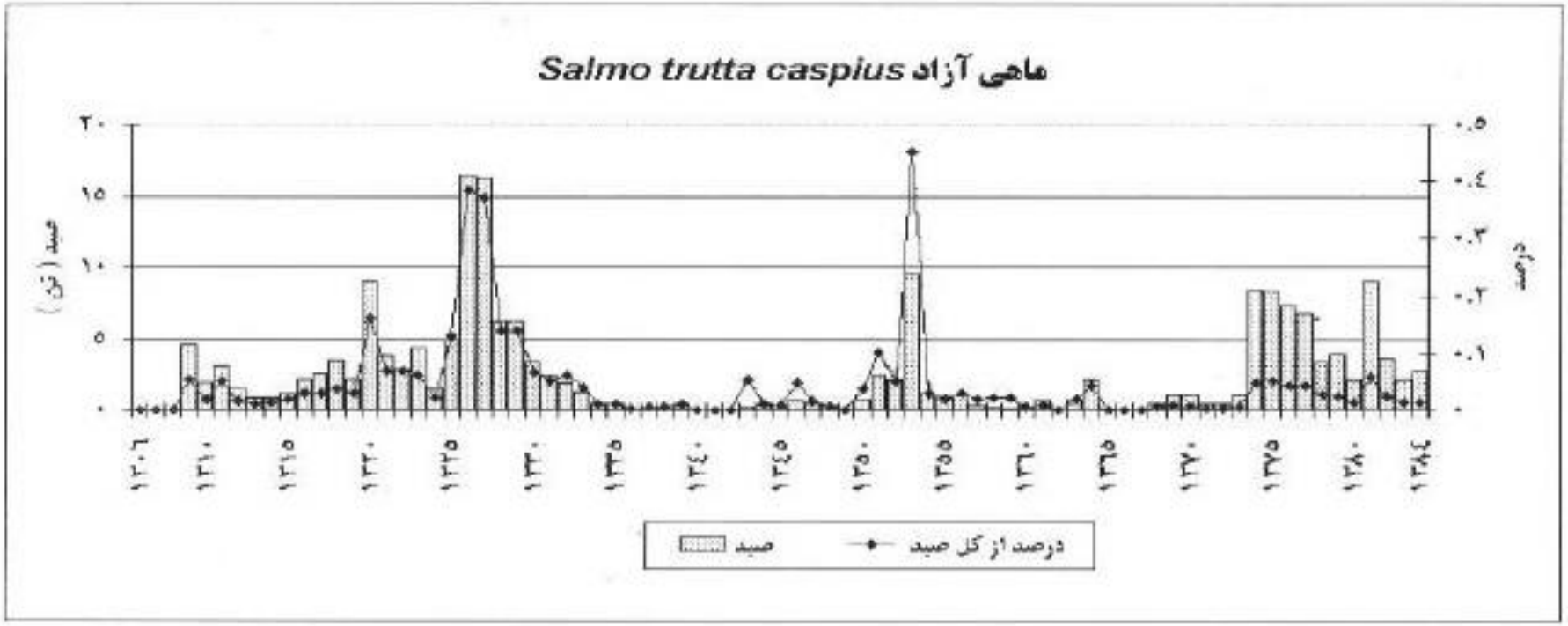
روند تغییرات سطح آب دریای خزر و میزان صید کل ماهی سفید در سواحل ایرانی دریای خزر



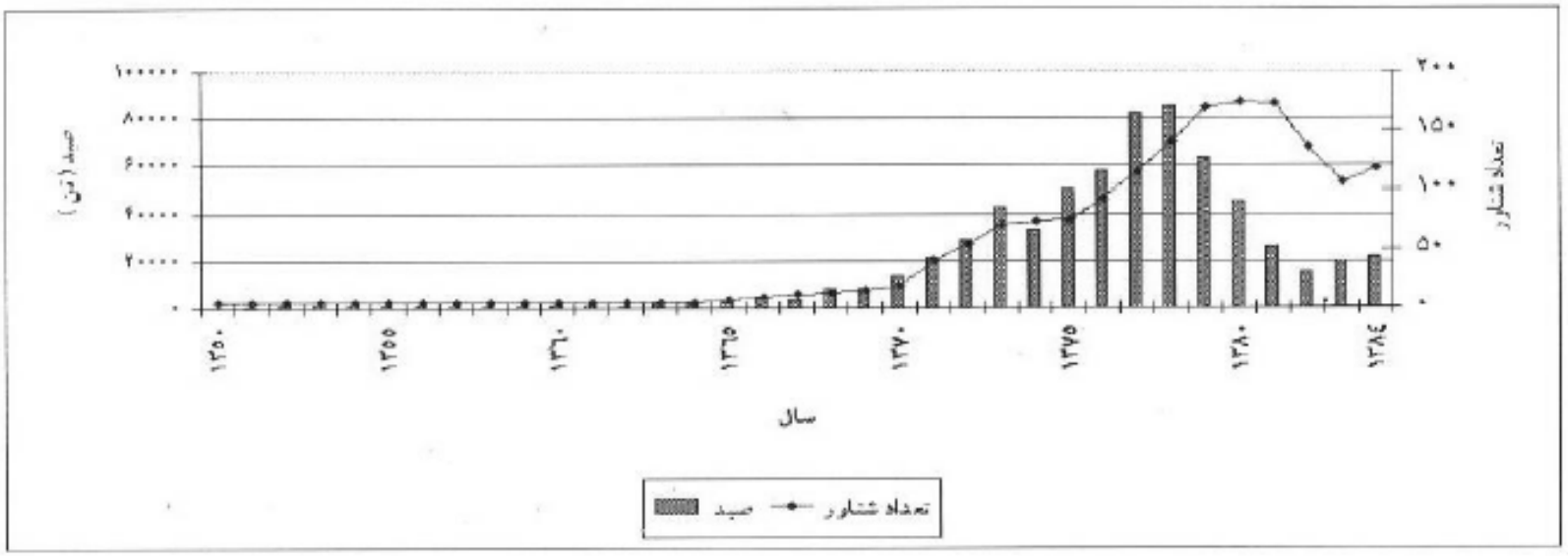
روند تغییرات سطح آب دریای خزر ، میزان رهاکرد بچه ماهیان و میزان صید کل ماهیان استخوانی در سواحل ایرانی دریای خزر


کفال ماهیان Mugilidae
صید (تن)
درصد
۸۰۰۰
۷۰۰۰
۶۰۰۰
۵۰۰۰
۴۰۰۰
۳۰۰۰
۲۰۰۰
۱۰۰۰
۰
۱۰۰
۸۰
۶۰
۴۰
۲۰
۰
۱۳۰۶
۱۳۱۰
۱۳۱۵
۱۳۲۰
۱۳۲۵
۱۳۳۰
۱۳۳۵
۱۳۴۰
۱۳۴۵
۱۳۵۰
۱۳۵۵
۱۳۶۰
۱۳۶۵
۱۳۷۰
۱۳۷۵
۱۳۸۰
۱۳۸۴
صید
درصد از کل صید

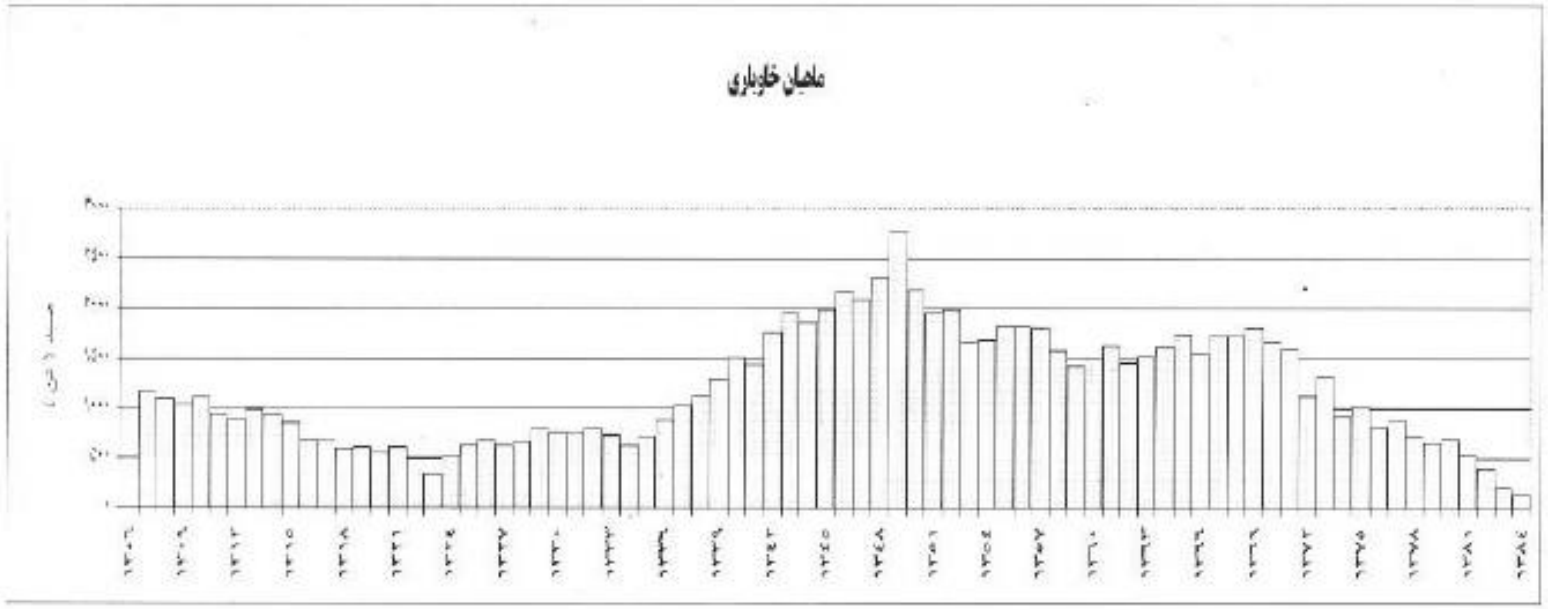

Sander lucioperca ماهی سوف
صید (تن)
درصد
۵۰۰۰
۴۰۰۰
۳۰۰۰
۲۰۰۰
۱۰۰۰
۰
۶۰
۵۰
۴۰
۳۰
۲۰
۱۰
۰
۱۳۰۶
۱۳۱۰
۱۳۱۵
۱۳۲۰
۱۳۲۵
۱۳۳۰
۱۳۳۵
۱۳۴۰
۱۳۴۵
۱۳۵۰
۱۳۵۵
۱۳۶۰
۱۳۶۵
۱۳۷۰
۱۳۷۵
۱۳۸۰
۱۳۸۴
صید
درصد از کل صید


ماهی آزاد Salmo trutta caspius
صید (تن)
درصد
۲۰
۱۵
۱۰
۵
۰
۰.۵
۰.۴
۰.۳
۰.۲
۰.۱
۰
۱۲۰۶
۱۲۱۰
۱۲۱۵
۱۲۲۰
۱۲۲۵
۱۲۳۰
۱۲۳۵
۱۲۴۰
۱۲۴۵
۱۲۵۰
۱۲۵۵
۱۲۶۰
۱۲۶۵
۱۲۷۰
۱۲۷۵
۱۲۸۰
۱۲۸۴
صید
درصد از کل صید

روند صید کیلکا ماهیان در سواحل ایرانی دریای خزر



روند صید ماهیان خاویاری در سواحل ایرانی دریای خزر



فیل ماهی (Huso huso)
نام لسمان : قربانعلی صیاد بورانی
وزن : ۱۸۰۰ کیلوگرم
طول : ۸ متر
زمستان ۱۳۴۵ – محل صید : قاسم آبادچابکسر

اهمیت منابع شیلاتی

تولید پروتئین

تولید درآمد

ایجاد اشتغال

چرا ذخایر را مدیریت می نماییم :

- **برای جلوگیری از ازبین رفتن ذخایر**
- **برای جلوگیری از ناکارآمدی منابع اقتصادی**
- **برای جلوگیری از از بین رفتن مشاغل صیادی**
- **برای جلوگیری از از بین رفتن زیستگاهها**
- **برای جلوگیری از از بین رفتن و یا کاهش فراوانی گونه های نادر**

برای بهره برداری از یک ذخیره بایستی :

- آگاهی از بیولوژی گونه
-
- آگاهی از پراکنش گونه
- آگاهی از رفتارهای گونه

Need for Fisheries Stock Assessments

Managers must know the answer to questions such as:

- What is the size of the targeted fish population?
- What is the population's age structure?
- What is the reproductive capacity of the population?
- How many fish can be harvested each year? Which sizes should be left alone?
- Which habitat or water quality conditions influence the population?
- Do interactions with other species affect the population?
- Which human activities other than fishing affect the fishery?

What Can Stock Assessment Tell Us?

- What is in the resource envelope?
  - how much fish is available,
  - what is the potential productivity
  - distribution
  - population structure
- How much is being harvested using which type of gears
- To predict consequences of different harvest strategies
- To provide advice on policy formulation and management plans for the long-term sustainability of the fishery

Source:www.fao.org

صید و نمونه برداری تحقیقاتی

- کلید ارزیابی تولیدات ماهی، دانستن رده بندی(taxonomy) ذخایر ماهیان، تعداد ماهیان، ترکیب جنسی و Year Class و نرخ رشد، مرگ و میر و بازگشت شیلاتی است. چنین دانشی از مطالعه ماهیان صید شده ناشی می گردد.
- فرد مطالعه کننده یا خودش ماهی را صید می کند یا اینکه از تور صیادان بنادر صیادی استفاده می کند.

۶ اصل مورد نیاز در مطالعات ارزیابی ذخایز:

- اصل ۱ : دانستن هیدروگرافی (شکل حوزه و خصوصیات آب)
- اصل ۲ : شناخت ماهی
- اصل ۳ : شناخت روش های صید ماهی
- اصل ۴ : شناخت انتخاب وسیله صید
- اصل ۵: شناخت اینکه چطور نمونه برداری صورت می گیرد
- اصل ۶: شناخت اینکه چطور ثبت ها نمونه ها صورت گیرد

جمع آوری اطلاعات

روش های مشاهده و بررسی جمعیت ها

- زیست شناسانی که درگیر ارزیابی ذخایر هستند. معمول ترین منابع، اطلاعاتی هستند که از صید تجارتی بدست می آیند، از قبیل میزان صید و تلاش صیادی

میزان صید و تلاش صیادی

- ✓ درحقیقت بدون در دست داشتن سوابق تاریخی در مورد صـید تجـارتی، ارزیـابی ذخایر تقریباً غیر ممکن است.
- ✓ این اطلاعات را می توان از ۳ راه کسب نمود:
- ✓ استقرار ناظران صید بر روی شناورها،
- ✓ نمونه برداری در محل تخلیه صید و
- ✓ استفاده از کتابچه های صید
- ✓ هر یک دارای معایب و محاسنی هستند.

نمونه برداری از صیدهای تجارتی

- نمونه برداری از صید، یکی از راه های اصلی جمع آوری اطلاعات در مورد جمعیت های ماهی است.
- نمونه برداری می تواند بر روی عرشه شناورهای صیادی تجارتی، در گشت های تحقیقاتی یا در مراکز تخلیه صید انجام گیرد. زمانی که ماهی در اختیار ما باشد می توان اطلاعات مختلفی از آن را جمع آوری کرد.

علامتگذاری

- ✓ علامتگذاری ماهیان یکی از روش های رایج است که معمولاً از طریق قـرار دادن قطعه های فلزی یا پلاستیکی بر روی بدن ماهی انجـام مـی گیـرد. ایـن روش هـا چنانچه در سطحی گسترده انجام گیرند، بسیار پرهزینه است.

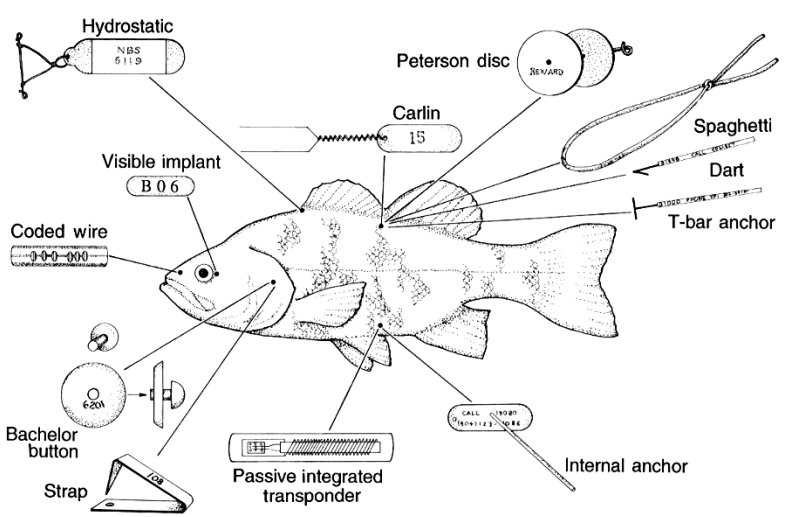


Figure 12.1 Commonly used tags and their attachment sites (adapted from Wydoski and Emery 1983, with permission).

مارک دار کردن (علامتگذاری) و تگ زدن

- استفاده های اصلی از آنها برای مطالعات زیر است:
- الف : پارامترهای جمعیت

1. تراکم
2. نرخ مرگ و میر
3. نرخ بهره برداری
4. نرخ بازگشت شیلاتی

- ب : حرکات و مهاجرت
- ج : رشد و تعیین سن
- د : مطالعات رفتاری و دیگر مطالعات که به تشخیص ماهیان کمک می کند
- ه : مسافت سنجی پارامترهای فیزیولوژیکی در ماهیان با شنای آزاد یا ماهیان در آکواریوم

تکنیک های علامتگذاری گروهی:

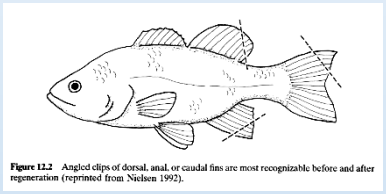
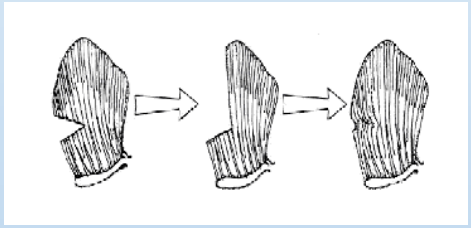
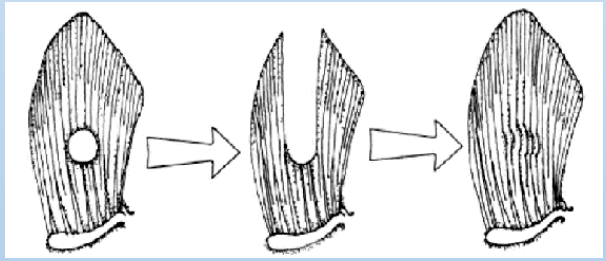


Figure 12.2 Angled clips of dorsal, anal, or caudal fins are most recognizable before and after regeneration (reprinted from Nielsen 1992).

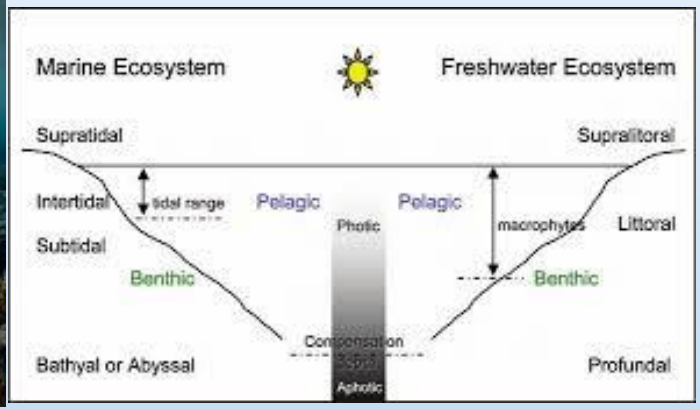




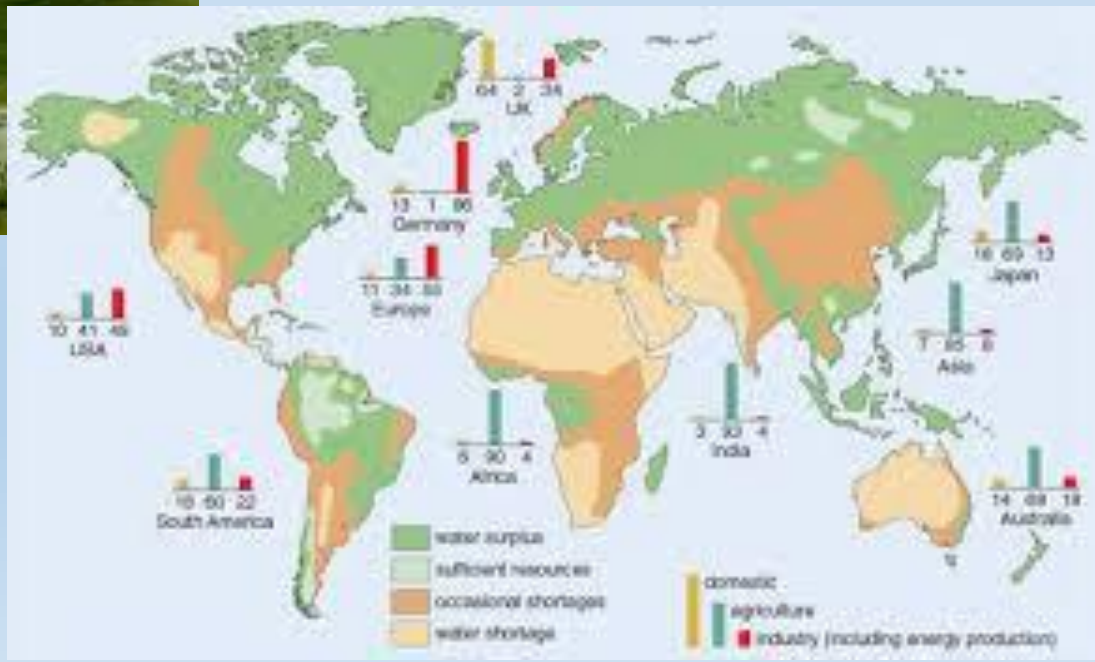
- چیدن باله Fin Clipping
- پانچ کردن سرپوش آبششی و باله Punches
- داغ کردن Branding
- خال کوبی (خال سوزنی) Tattooing
- تزریقات زیر پوستی
- تـگ ها ي د اخلـي

تقسیم بندی منابع آبزی از لحاظ اکولوژیکی و جغرافیایی

- ۱- از لحاظ اکولوژیکی

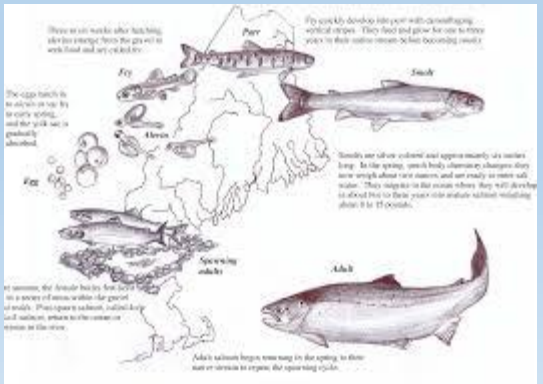


۲- از لحاظ جغرافیایی



تعریف مهاجرت و انواع مهاجرت ها

- Many types of fish migrate on a regular basis, on time scales ranging from daily to annually or longer, and over distances ranging from a few metres to thousands of kilometres. Fish usually migrate to feed or to reproduce, but in other cases the reasons are unclear.
- Migrations involve movements of the fish on a larger scale and duration than those arising during normal daily activities.[1] Some particular types of migration are anadromous, in which adult fish live in the sea and migrate into fresh water to spawn, and catadromous, in which adult fish live in fresh water and migrate into salt water to spawn.



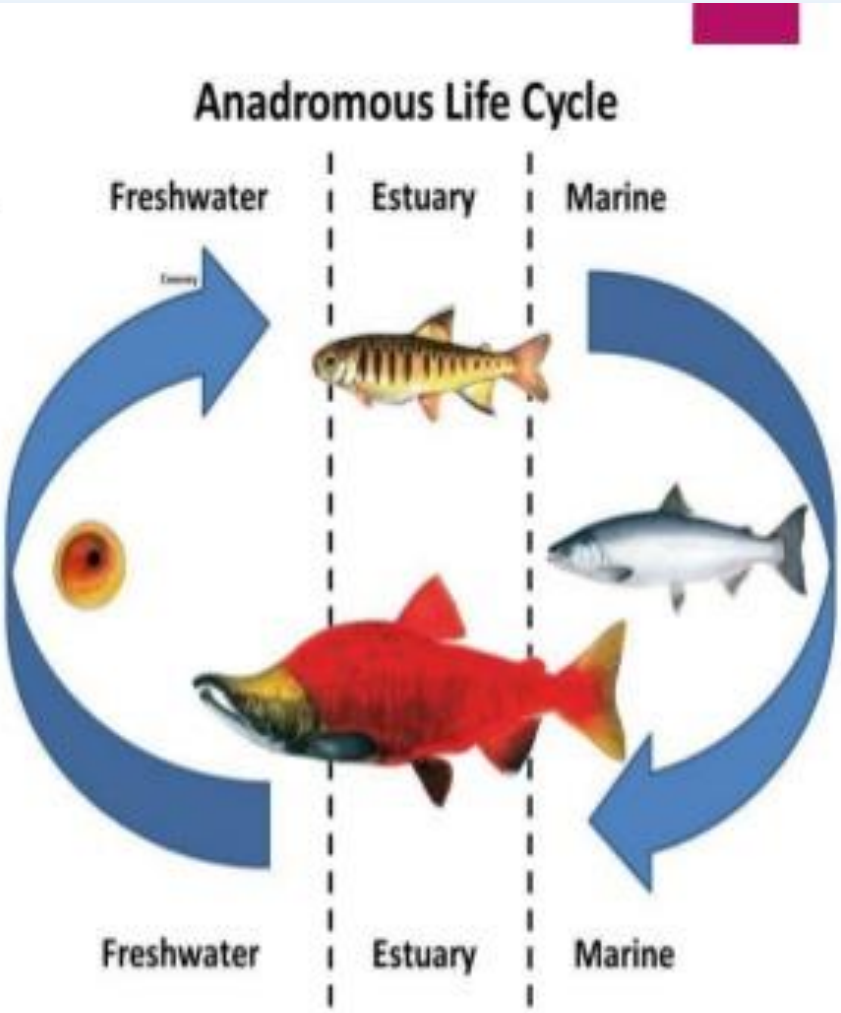
1. *Anadromous migration:*

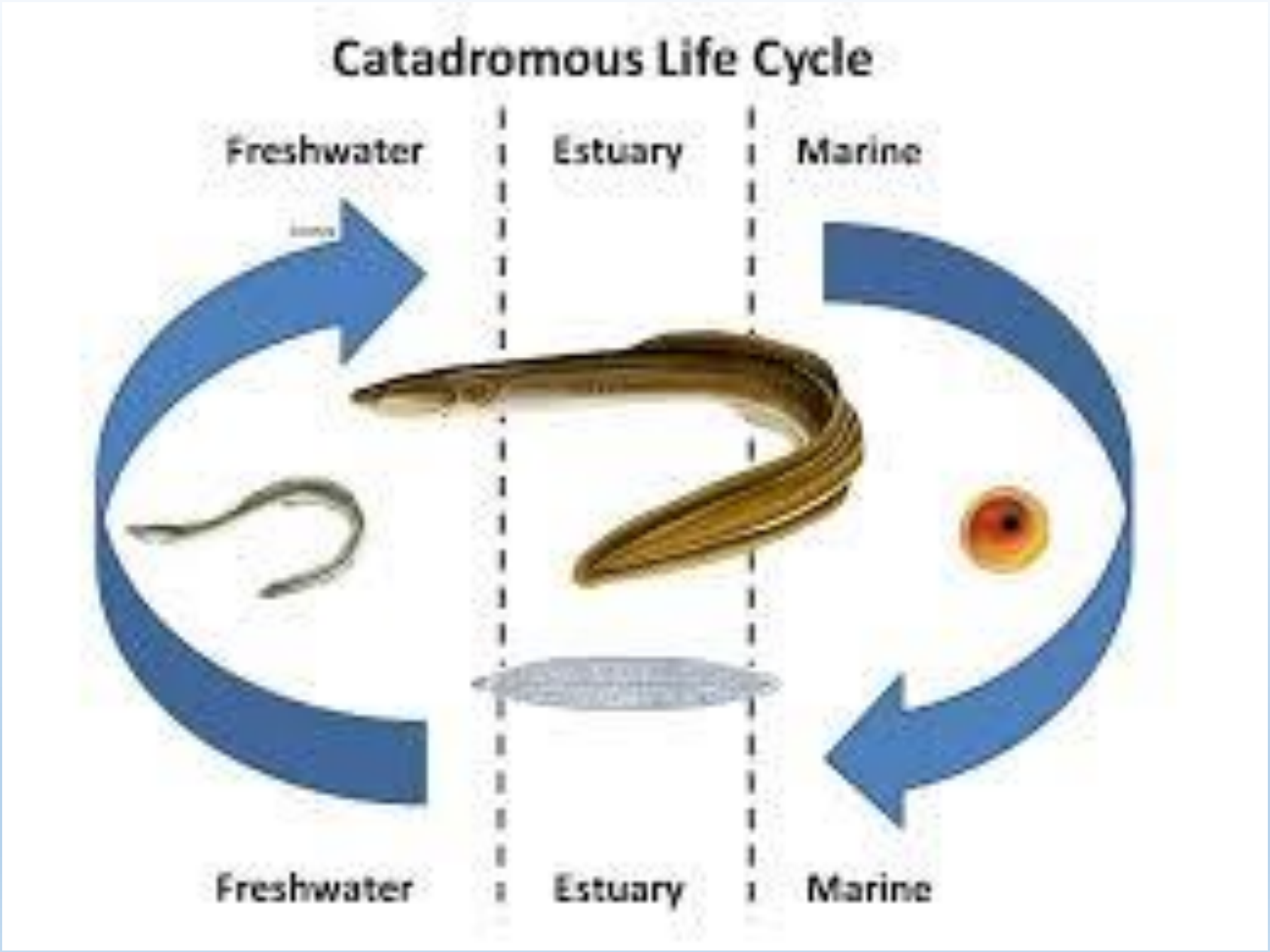
from sea to fresh water for spawning.

Eg. *Salmon, Hilsa, Lamprey* etc

Hilsa

Oncorhynchus nerka




Catadromous Life Cycle
Freshwater
Estuary
Marine
Freshwater
Estuary
Marine

MIGRATORY SPECIES-

- Several species are migrated of mature adults for spawning and feeding. These are example of migratory fishes-

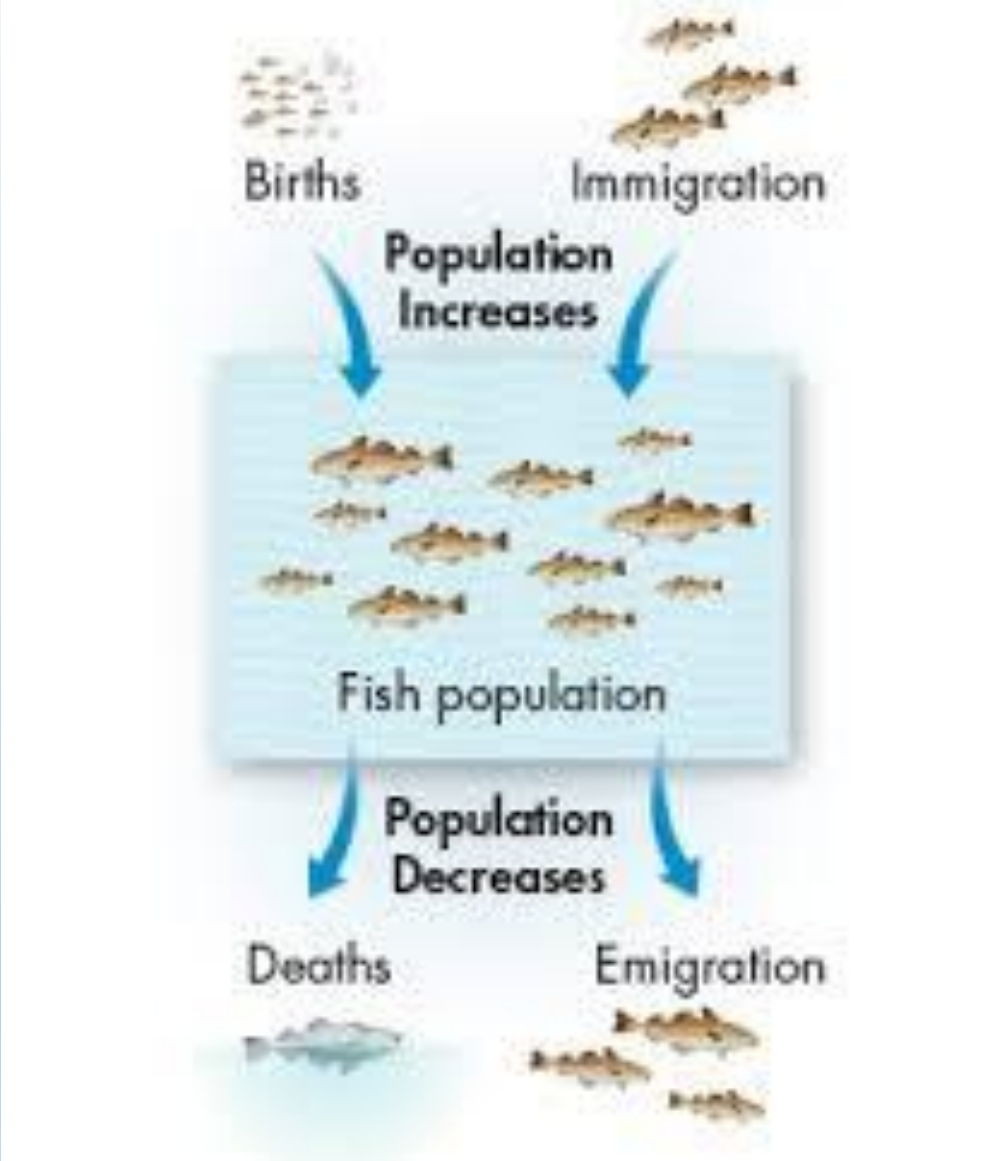
1. The cod (*Gadus morhua)*
2. Herring *(Clupea harengus*)
3. Salmon (*salmo sp.)*
4. Eel *(Anguilla anguilla, A. Rostrata and A. japanica*
5. *Hilsa (Hilsa ilisa)*
6. Three- spined stickle back *(Gasterosteus aculeatus)*
7. The lampreys (Petromyzon marinus)
8. The tunnas (Thunnus thynnus)

تئوری دینامیک جمعیت آبزیان

- The basic accounting relation for population dynamics is the BIDE (Birth, Immigration, Death, Emigration) model, shown as:

- $$N1 = N0 + B - D + I - E$$

- where N1 is the number of individuals at time 1, N0 is the number of individuals at time 0, B is the number of individuals born, D the number that died, I the number that immigrated, and E the number that emigrated between time 0 and time 1


Births
Immigration
Population Increases
Fish population
Population Decreases
Deaths
Emigration

A fishery population is affected by three dynamic rate functions:

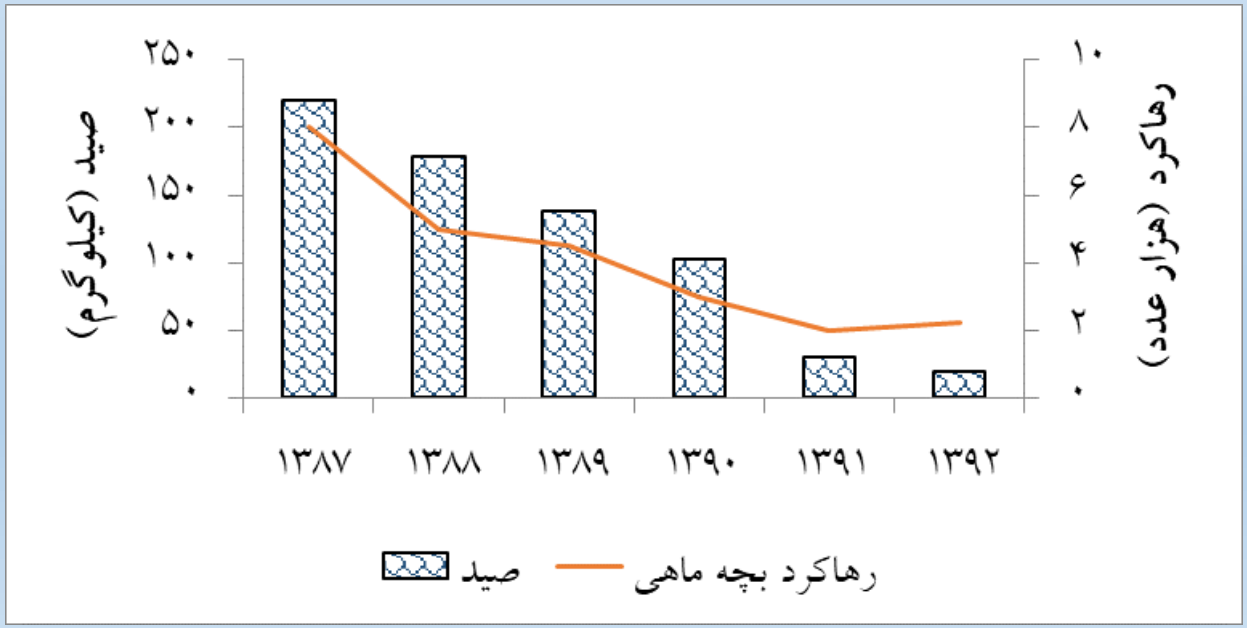
- **Birth rate or recruitment**: Recruitment means reaching a certain size or reproductive stage. With fisheries, recruitment usually refers to the age a fish can be caught and counted in nets.
- **Growth rate:** This measures the growth of individuals in size and length. This is important in fisheries where the population is often measured in terms of biomass.
- **Mortality**: This includes harvest mortality and natural mortality. Natural mortality includes non-human predation, disease and old age.

مفهوم جمعیت و بر آورد فراوانی در بوم سازگان های آبی

- **population** is all the organisms of the same group or species, which live in a particular geographical area, and have the capability of interbreeding.

مراحل کلی در ارزیابی ذخایر ماهی

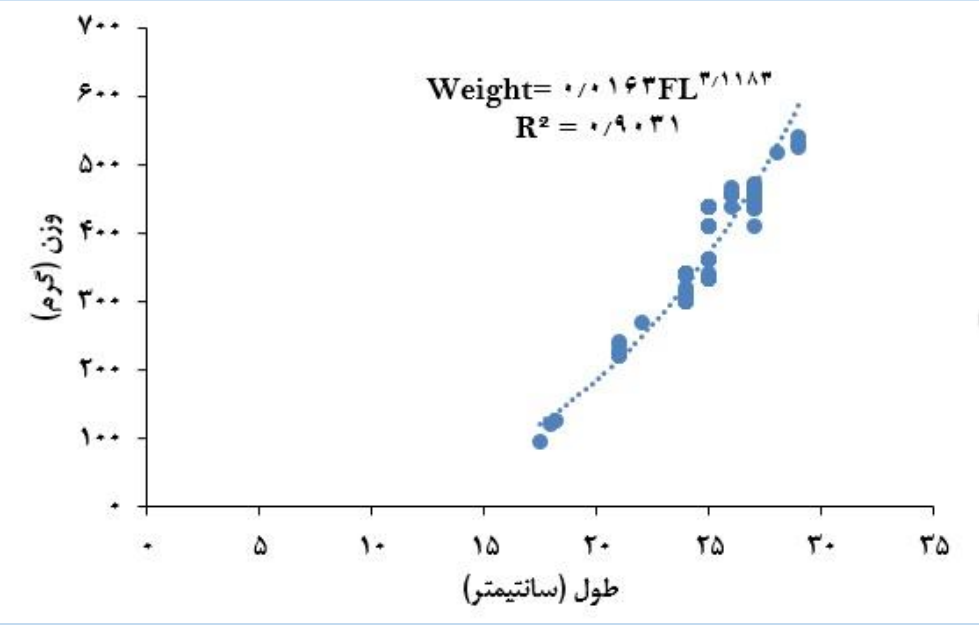
- جهت بررسی و ارزیابی ذخایر ماهیان دریاچه آمار رهاسازی بچه ماهی (در صورت رهاسازی بچه ماهی) در طی سال های گذشته و آمار صید ماهی دریاچه به تفکیک میزان صید و نوع گونه در سالهای گذشته جمع آوری شد.



محاسبه رابطه بین طول چنگالی و وزن و تعیین نوع الگوی رشد ماهی

- برای محاسبه رابطه بین طول چنگالی و وزن بدن از معادلات زیر استفاده شد:
- $W=aFl^b$
- که در این رابطه W، وزن ماهی بر حسب گرم و Fl، طول چنگالی بر حسب سانتیمتر، a ضریب ثابت و b شیب منحنی می باشد

رابطه طول-وزن ماهی کپور به صورت $Weight= ۰/۰۱۶۳FL^{۳/۱۱۸}$ می باشد



محاسبه پارامترهای رشد

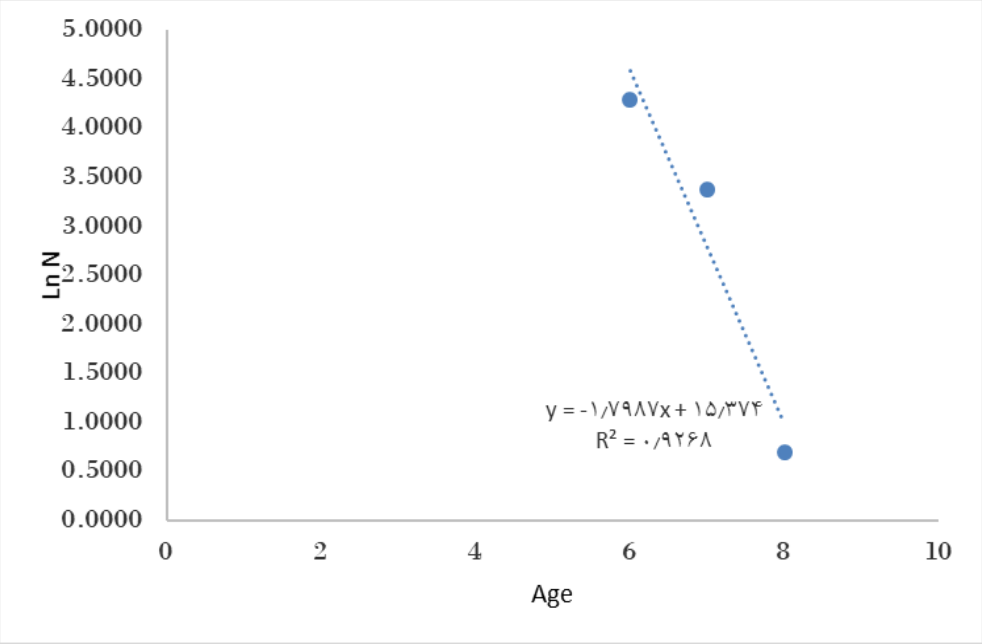
- براساس روش جدول سنی، نرم افزار فایست و معادله رشد برتالانفی پارامترهای رشد محاسبه می شود که به شکل زیر می‌باشد:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

K=-b L∞=-a/b t0

محاسبه ضرایب مرگ و میر کل، صیادی و طبیعی

1. مرگ و میر کل (Z) از روش منحنی خطی صید (Catch Curve) بر اساس اطلاعات ترکیب طولی صید که با استفاده از پارامترهای رشد و تبدیل طول میانه هر گروه طولی به سن نسبی، محاسبه شود. همچنین ضریب مرگ و میر طبیعی (M) با استفاده از فرمول پائولی برآورد می شود.



- **فرمول پائولی:**
- $\mathrm{Ln}\,(M) = -0.0152 - 0.279\,\ln(L\infty) + 0.6543\,\ln(K) + 0.463\ln(T)$
- که M ضریب مرگ و میر طبیعی و T میانگین درجه حرارت محیط زیست ماهی می باشد.

- $Z = M + F$
- **Z= مرگ و میر کل**
- **M= مرگ و میر طبیعی**
- **F= مرگ و میر صیادی**

نرخ بهره برداری (E)

1. نرخ بهره برداری نیز با استفاده از فرمول کینگ محاسبه می شود:

2. $E=F/Z$

- گولاند اگر E بزرگتر از ۵/. باشد یعنی بهره برداری بیش از حد نرمال صورت گرفته است.

• **برآورد وزن توده زنده:** بر اساس روش آنالیز کوهورت جونز (VPA)

وزن توده زنده محاسبه می شود.

$$N_t = \frac{C_t}{F/Z(1-e^{-Z})}$$

و برای براورد جمعیت گروه های سنی قبل از سن آخر

$$N_t = (N_{t+1} \times e^{M/2} + C_t) \times e^{M/2}$$

دراین فرمولها (C_t ، عبارت از صید در گروه سنی t، Ntتعداد جمعیت در گروه سنی t و $Nt+_1$ تعداد جمعیت در گروه سنی t+1 می باشد.

پارامترها / سن	تعداد در صید	تعداد در دریاچه	بقا	مرگ و میر کل	مرگ و میر صیادی	متوسط تعداد در دریاچه	وزن متوسط	بیوماس (Kg)
۲	۱۷/۷	۱۶۷۲/۶	۰/۷۱	۰/۳۴	۰/۰۱۳	۱۴۱۷	۱۱۳/۳	۱۶۰/۶۵
۳	۴۱/۳	۱۱۸۹/۷	۰/۶۹۱	۰/۳۷	۰/۰۴۲	۹۹۴	۲۷۳/۹	۲۳۶/۵۴
۴	۴۳۶/۴	۸۲۱/۸	۰/۲۷	۱/۳۱	۰/۹۸	۴۵۸	۳۶۰/۸	۱۶۵/۲
۵	۱۷۱	۲۲۱/۵	۰/۰۶۵	۲/۷۳	۲/۴	۷۶	۴۴۶/۷	۳۳/۸۷
۶	۱۱/۸	۱۴/۴						
مجموع	۶۷۸/۲	۳۹۲۰				۲۹۴۵/۷	۲۸۹/۷	۵۹۶

F_{MSY} و MSY

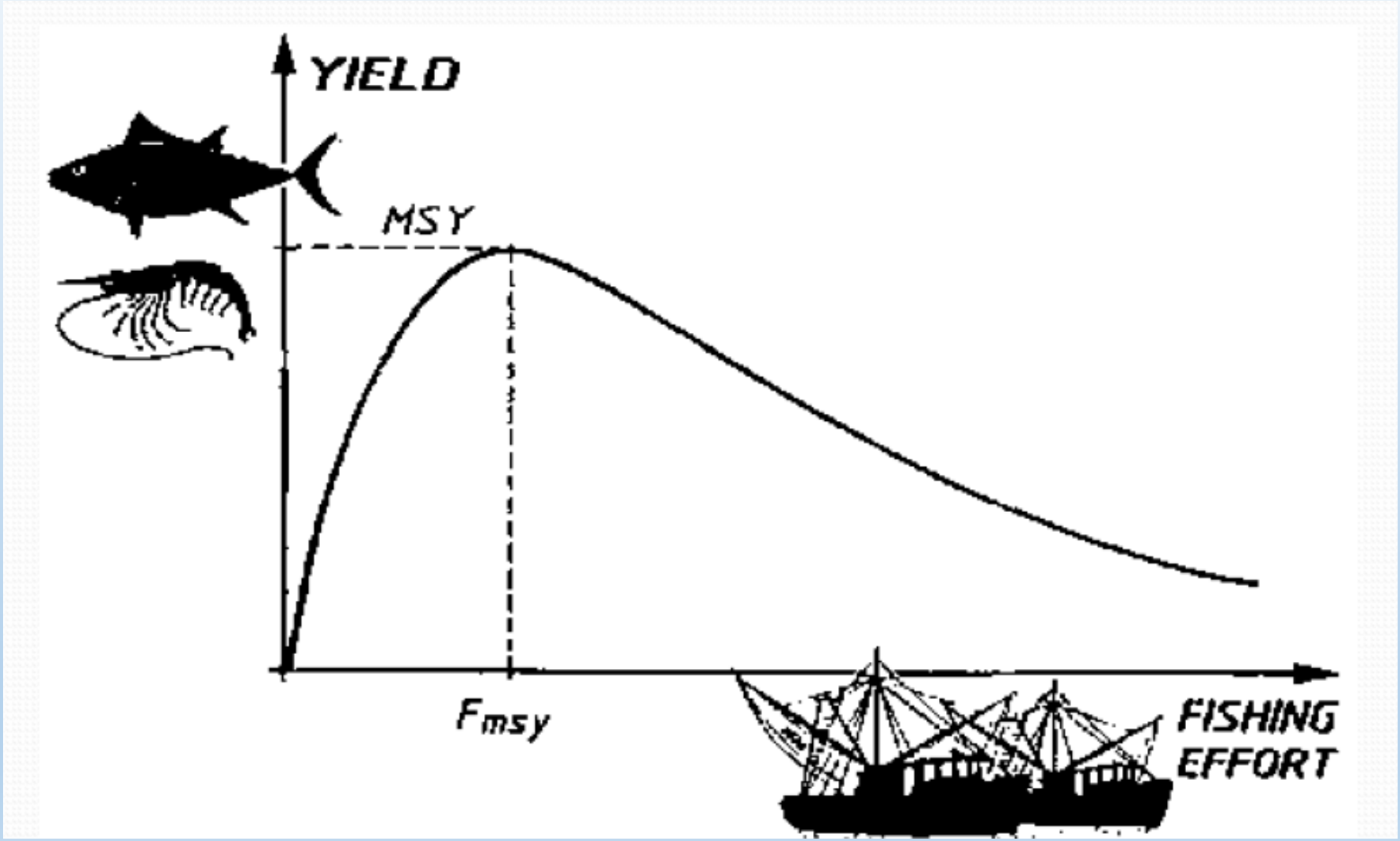
- سطحی از تلاش صیادی که در درازمدت بالاترین میزان صید را بدست خواهد داد، F_{MSY} و به این میزان صید MSY (حداکثر محصول پایدار) گفته می شود.
- عبارت دراز مدت به این علت مورد تاکید قرار گرفته که می توان میزان صید را در یک سال با افزایش ناگهانی تلاش صیادی افزایش داد اما چنانچه این افزایش تلاش بیش از ظرفیت بازسازی ذخایر باشد موجب کاهش میزان استحصال در سال های بعد خواهد شد.

حداکثر محصول قابل برداشت (MSY)

- برای حداکثر محصول قابل برداشت (MSY)از فرمول کادیما استفاده می شود:

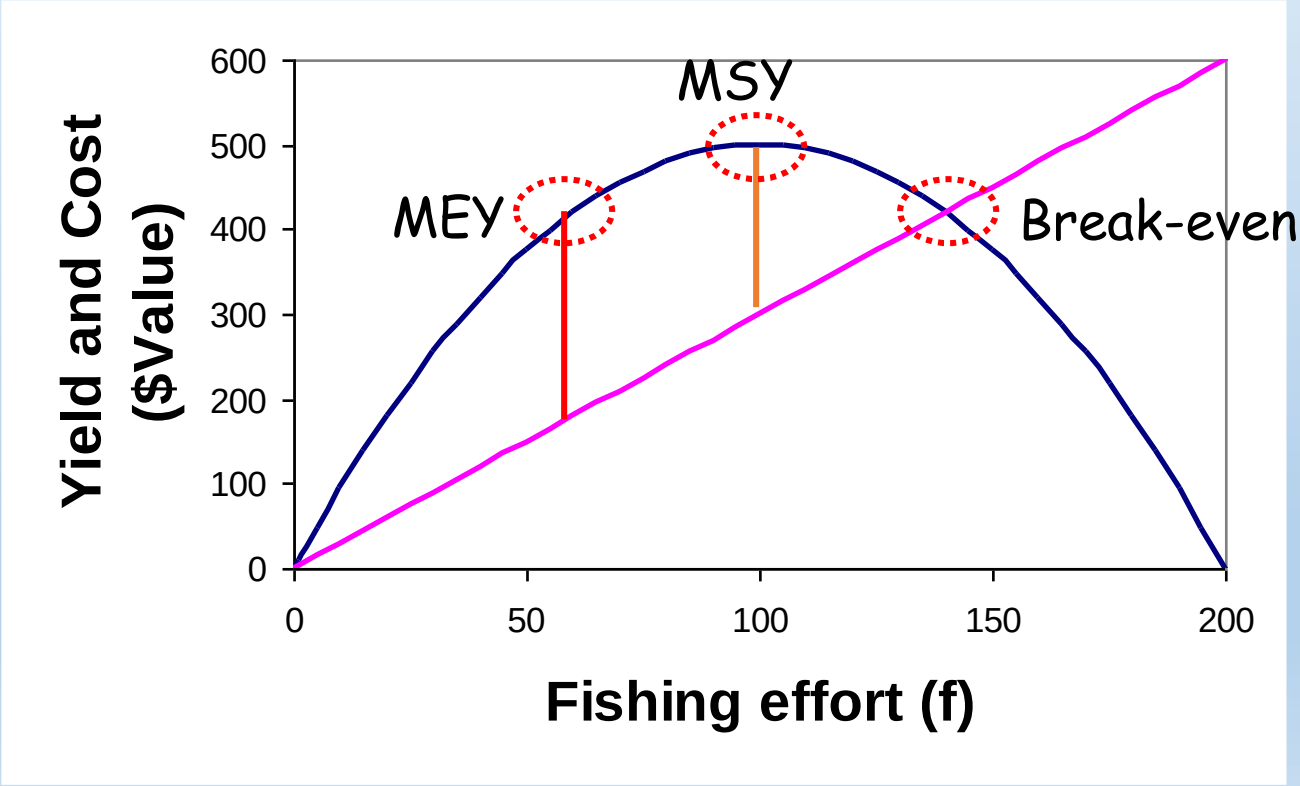
$$MSY = 0.5 \times (Y + M \times B)$$

Y کل صید دریاچه، M ضریب مرگ و میر طبیعی و B متوسط وزن توده زنده در همان سال می باشد.


YIELD
MSY
Fmsy
FISHING
EFFORT

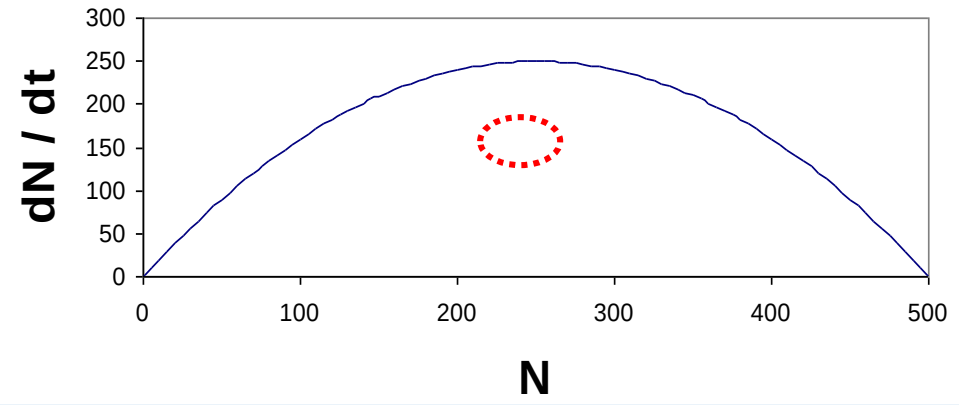
MSY and MEY

- Maximum economic yield (MEY) is different from MSY.
- Assuming a proportional relationship between effort and cost, we can plot cost of effort versus yield on the same graph:



Managing Fisheries: MSY

- The concept of Maximum Sustainable Yield is based upon the principles of logistic growth and density dependent net production.



At an intermediate stock size, the rate of net production (growth not offset by mortality) is highest.

If this net production is harvested, the stock will continue to produce this highest level of net “surplus”

MSY is catching fish in excess of the number needed to maximize production of reproductive adults.

تعریف مدل (Model)

- ✓ مدل، جزءکوچک بازسازی شده ای ازیک شیء یا یک پدیده‌ی بزرگ است؛ که ازلحاظ کارکرد با آن شیء یا پدیده واقعی، تقریبا یکسان است.

- ✓ بدین ترتیب درشرایطی که امکان دسترسی به تمام جزئیات امور و روابط پدیده‌ها مشکل، پرهزینه و وقت‌گیراست، مدل، آنها را سهل و آسان می‌کند و با برخورداری از امکان تجزیه و تحلیل، پیش‌بینی نتایج را ممکن می‌سازد.

انواع مدل های ارزیابی ذخایر

نوع مدلی که در ارزیابی ذخایر بکار می رود، به کمیت و کیفیت اطلاعات موجود بستگی دارد.

۱- مدل های تحلیلی Analytical Models

در روش های کلی از ضرایب جمعیتی کمتری استفاده می شود. این مدل ها ذخایر ماهی را بصورت یک توده زنده یکدست در نظر می گیرند و برای مثال ویژگی هایی مانند ساختار طولی یا سنی جمعیت را مورد بررسی قرار نمی دهند.

۲- مدل های کلی Holistic Models

روش های تحلیلی به توصیف های دقیق تری از وضعیت ذخایر نیاز دارند و از نظر کمیت و کیفیت اطلاعات ورودی، نیازهای پیچیده تری دارند. اما این روش ها پیش بینی های دقیق تری ارائه می نمایند.

۱- مدل های تحلیلی

- یکی از خصوصیات اصلی مدل های تحلیلی این است که به ترکیب سنی صید نیاز دارند.

❖نظریه اصلی این مدل ها از این قرار است:

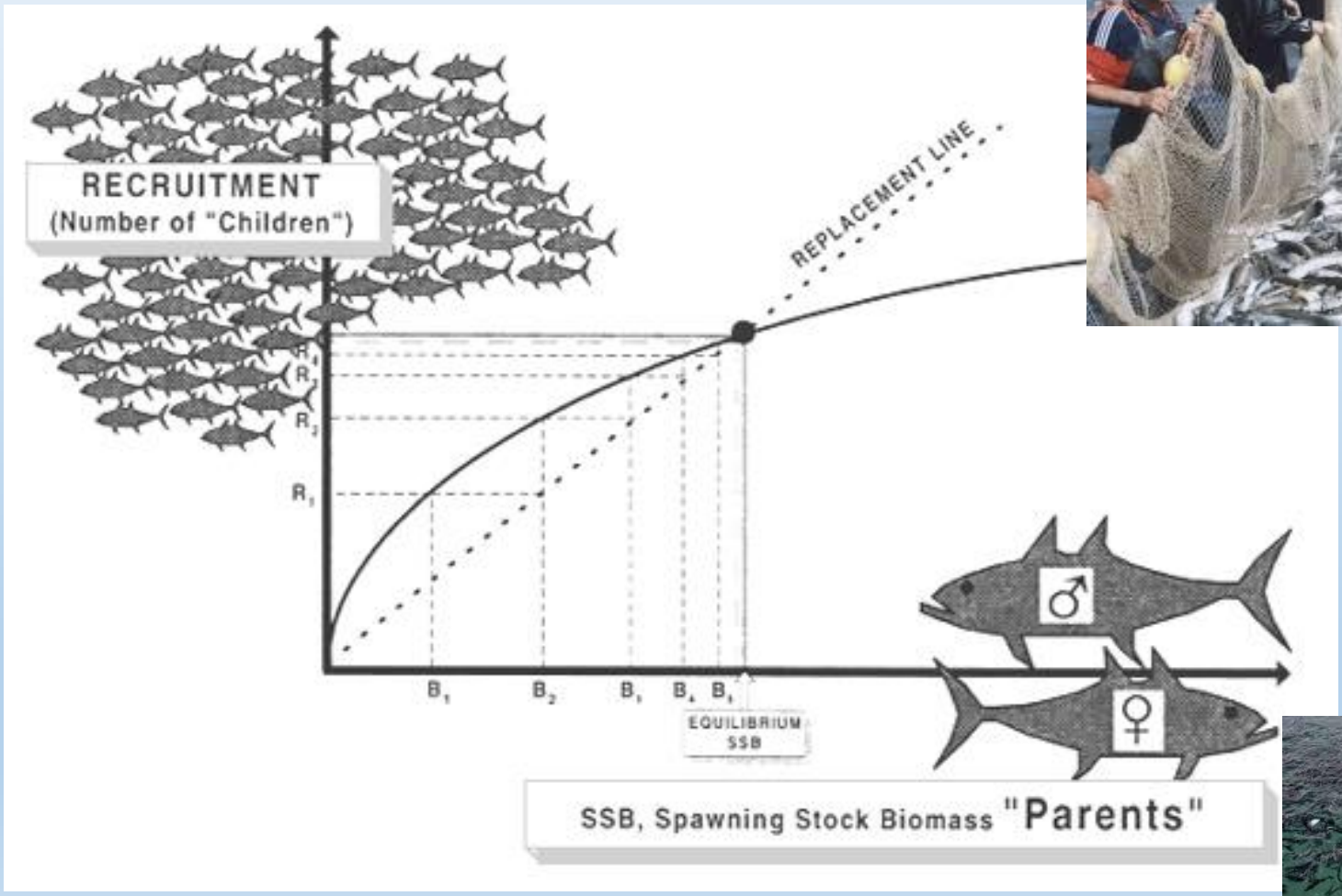
- ۱- اگر ماهیان مسن بسیار کم باشد، ذخیره در معرض صید بی رویه قرار دارد و باید فشار صید کاهش داده شود.
- ۲- اگر تعداد ماهیان مسن بسیار زیاد باشد، ذخیره کمتر از حد مطلوب تحت بهره برداری است و می توان برای افزایش تولید، میزان صید را بالاتر برد.
- مدل آنالیز کوهورت جونز یا VPA از این مدل ها می باشد.

۲- مدل کلی

- در مواقعی که اطلاعات موجود بسیار محدود هستند، مانند زمان آغاز بهره برداری از یک ذخیره دست نخورده یا در مواقعی که امکان نمونه برداری وجود ندارد، از مدل های کلی استفاده می شود.
- در زمان هایی که توصیه هایی در زمینه نحوه بهره برداری از ذخیره فوراً مورد نیاز هستند می تـوان از مدل های ساده تر که به اطلاعات ورودی اندکی نیاز دارند استفاده نمود.
- **دو نوع از این مدل ها عبارتند از :**

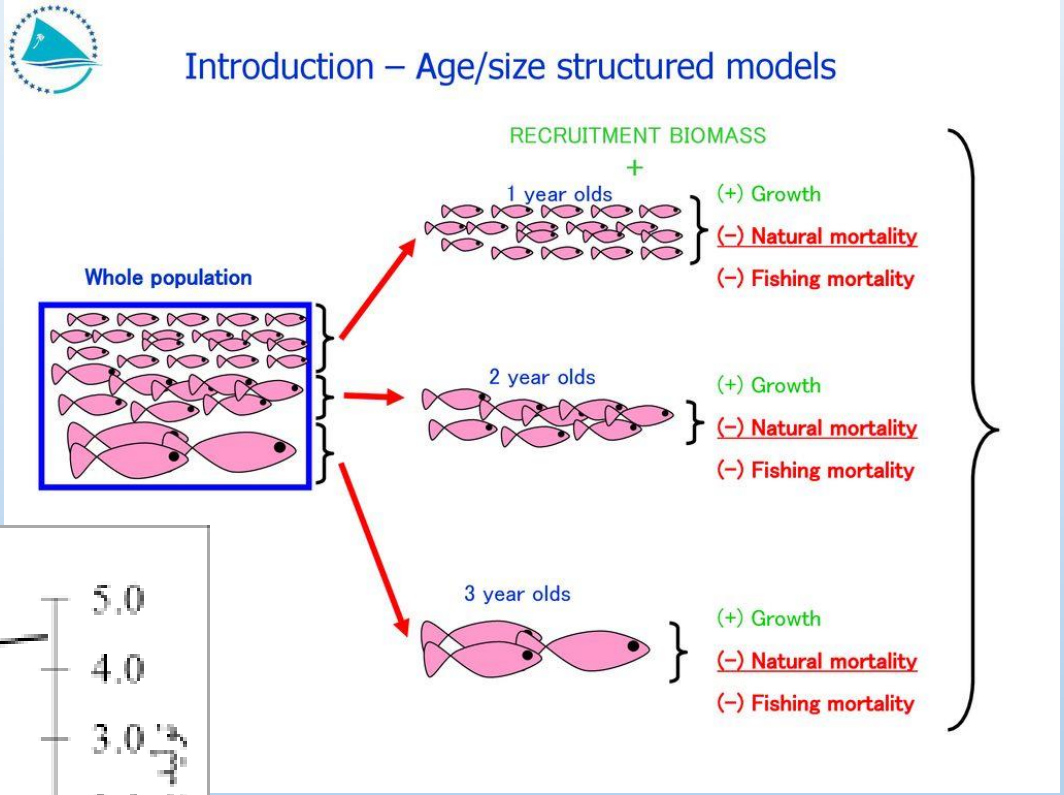
1. روش مساحت جاروب شده (Swept Area Method)
2. روش تولید مازاد (Surplus Production Model)

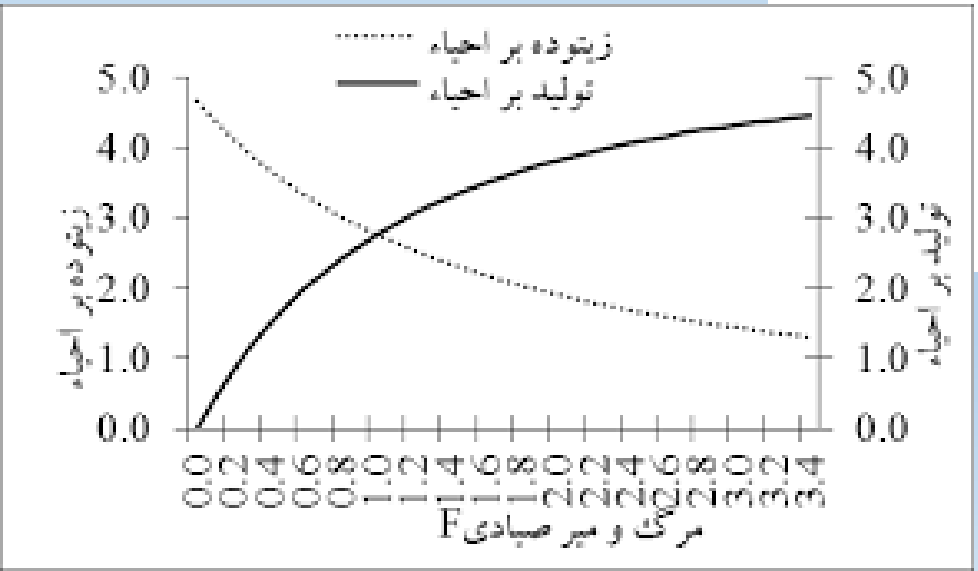
احیا (Recruitment)

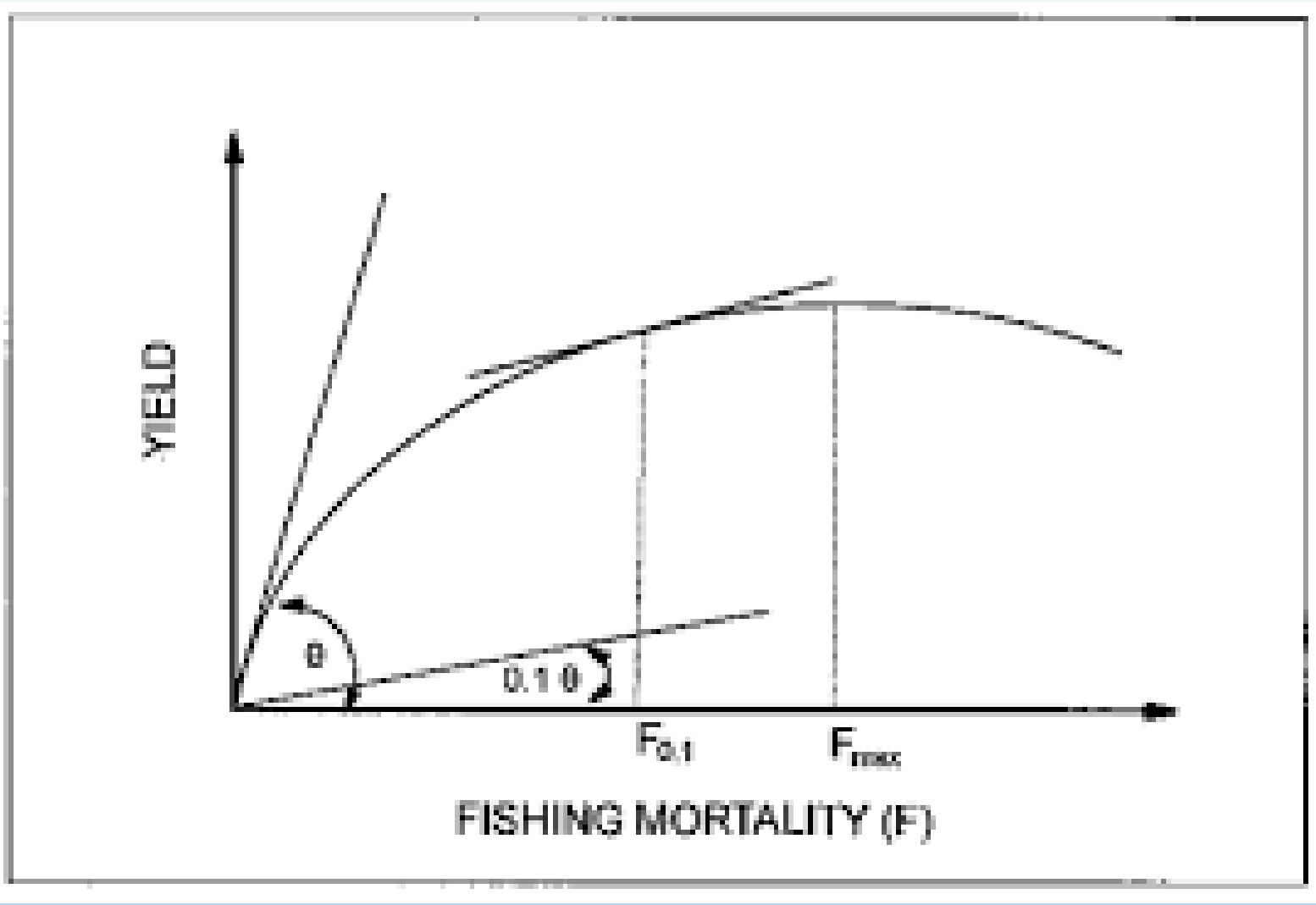


احتمال صید ماهی باتوجه به احیا

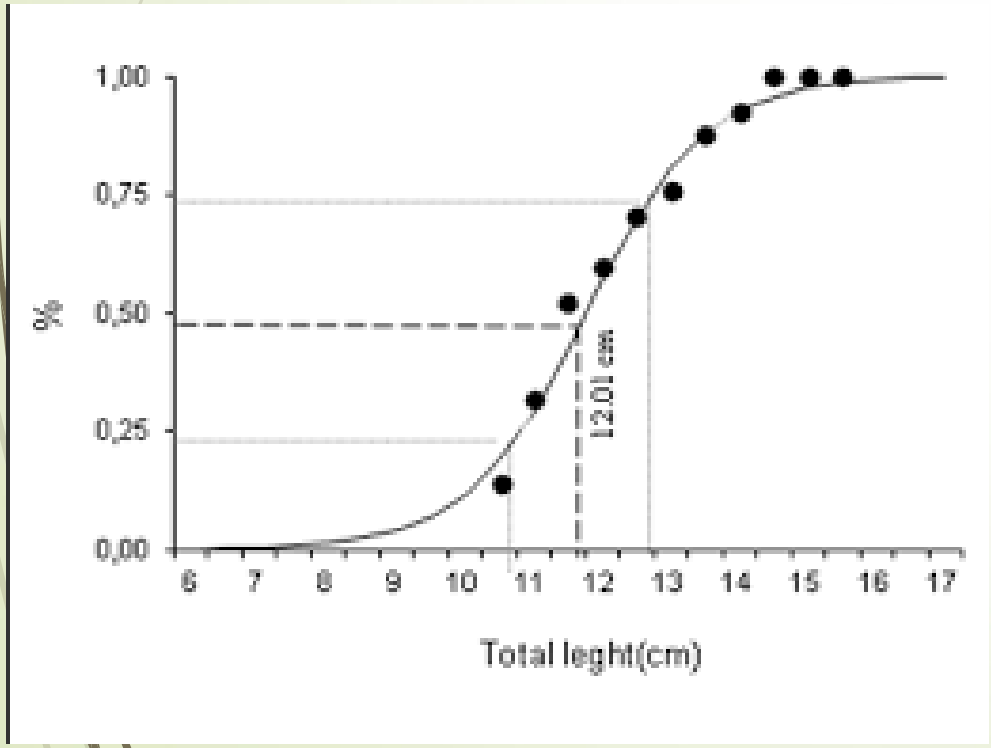
احتمال بین مرگ و میر صیادی باتوجه به سن تولید مثل و احیا

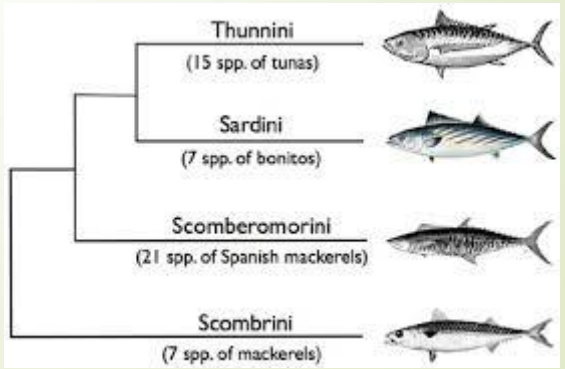





YIELD
θ
0.10
$F_{0.1}$
F_{max}
FISHING MORTALITY (F)

طول بلوغ جنسی و تعیین LM50



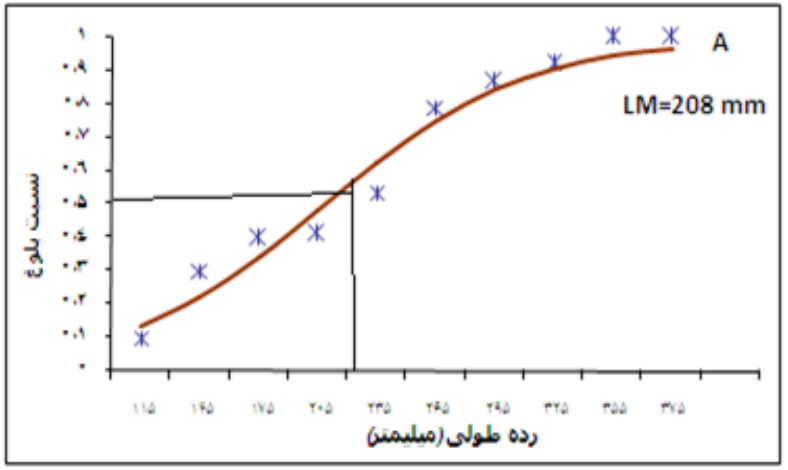


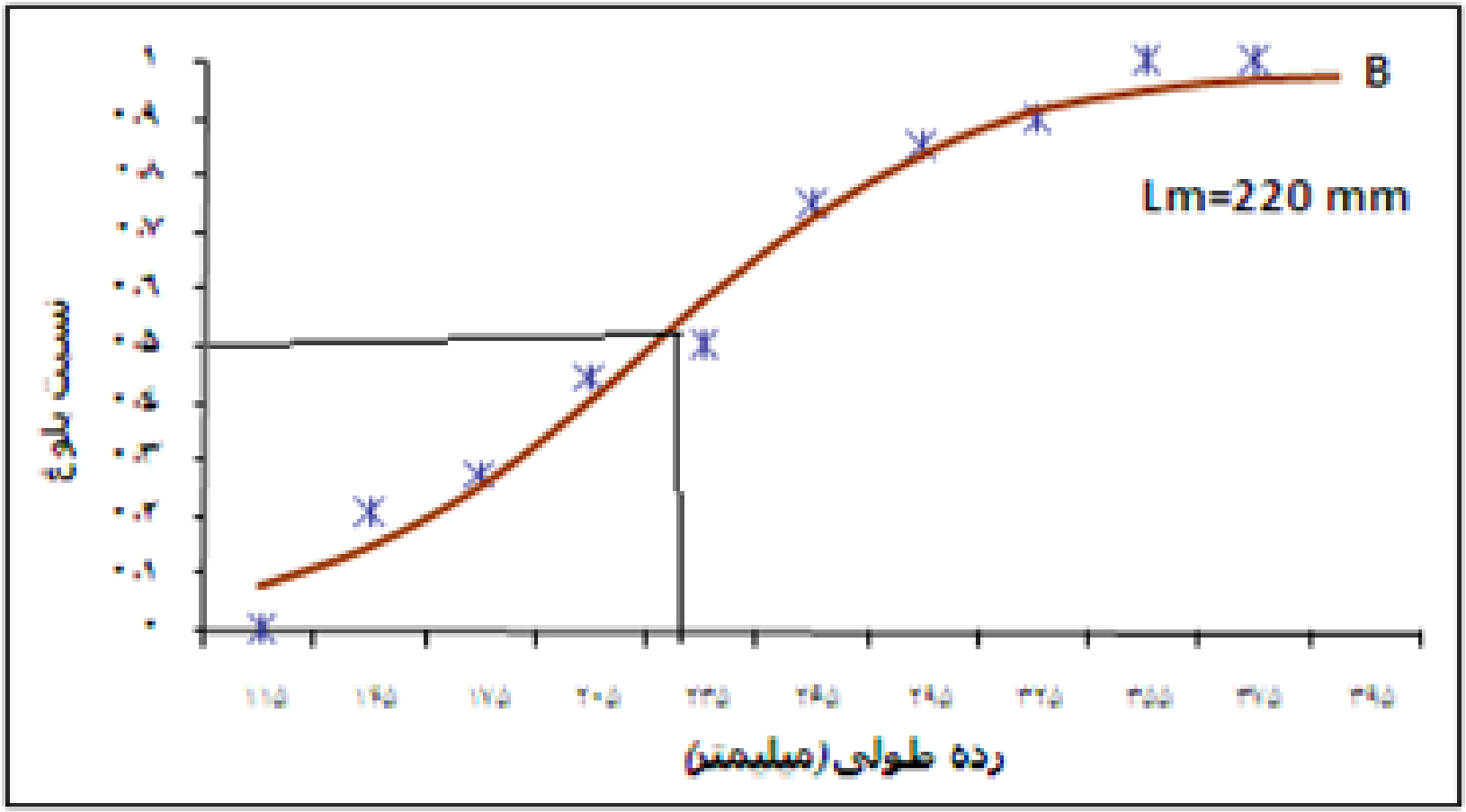
- بالغ شدن همه افراد ذخیره آبزیان در یک سن به‌جز بعضی اسکوئیدها، سالمون‌ها و گونه‌های سریع رشد و کوتاه‌عمر و کوچکی چون آنچوی به ندرت اتفاق می‌افتد.
- در اکثر گونه‌ها دیگر ماده‌ها در یک محدوده سنی ابتدا بالغ می‌شوند.
- برای برآورد بیوماس ذخیره مولدین به دانستن بخشی از ماده های بالغ در هر گروه سنی نیازمندیم.
- ماهی بالغ به وسیله آزمایش گنادها شناسایی می‌گردد.
- رشد گناد به صورت مرحله‌ای بوده که شناسایی الگوی فصلی چرخه تولیدمثلی را ممکن ساخته و نشان دهنده شروع بلوغ، تخم‌ریزی و بازگشت به حالت اولیه ماهی است.

- طول و زمانی که ۵۰٪ ماده ها به بلوغ می رسند را به ترتیب Lmat و Tmat می‌گویند که معمولاً به‌وسیله منحنی لجستیک (Logistic curve) که ارتباط بین نسبت بلوغ (P) و سن یا طول هست، برآورد می‌گردد (میزان r ثابت است).

$$P = 1/(1 + \exp(-r(T - Tmax))$$

$$P = 1/(1 + \exp(-r(L - Lmax))$$




B
Lm=220 mm
نسبت بلوغ
ردة طولی (میلیمتر)

چگونگی تشخیص زمان تولیدمثل و تخم‌ریزی در گونه‌های مختلف:

1. مشاهده‌ی مستقیم تخم‌ریزی که ممکن است با مطالعه‌ی مستقیم و زیر آبی میسر باشد (خصوصا برای گونه‌های مهاجر)
2. فراوانی نسبی لاروها در طول زمان
3. تراکم مولدهای تخم‌ریزی
4. بررسی گنادها در طی مراحل مختلف
5. اندازه‌گیری وزن و یا اندازه‌ی گناد

معمولا مراحل بلوغ ۹ مرحله‌ای، ۷ مرحله‌ای یا ۵ مرحله‌ای است، ۹ مرحله‌ای مربوط به ماهیان خاویاری، ۷ مرحله‌ای مربوط به اکثر ماهیان استخوانی و کلید ۵ مرحله‌ای مربوط به سخت‌پوستان می‌باشد.

مرحله ۱- نابالغ :

اندام‌های تناسلی بسیار کوچک، چسبیده زیر ستون مهره‌ها، بیضه‌ها و تخمدان‌ها شفاف، بی‌رنگ مایل به خاکستری، تخم‌ها غیر قابل مشاهده با چشم غیر مسلح.

مرحله ۲- نابالغ در حال بلوغ:

بیضه و تخمدان نیمه شفاف، خاکستری مایل به قرمز، طول نصف و یا اندکی بیشتر از نصف طول حفره شکمی، تخمک‌های منفرد را می‌توان با ذره‌بین مشاهده کرد. ماهیان تخم‌ریزی کرده (بالغین در حال استراحت) در این مرحله قرار می‌گیرند.

مرحله ۳-در حال توسعه:

بیضه‌ها و تخمدان مات، متمایل به قرمز با رگ‌های خونی، حدود نصف حفره شکمی را اشغال می‌کند، تخم‌ها با چشم غیر مسلح و بصورت دانه‌های متمایل به سفید دیده می‌شوند.

مرحله ۴-در حال توسعه:

بیضه‌ها سفید مایل به قرمز، با فشار دادن مایع منی از آن‌ها خارج نمی‌شود. تخمدان‌ها نارنجی مایل به قرمز، تخم‌ها بوضوح و بصورت مات قابل تشخیص هستند. بیضه‌ها و تخمدان‌ها حدود ۳/۲ حفره شکمی را اشغال می‌نمایند.

مرحله ۵- رسیده:

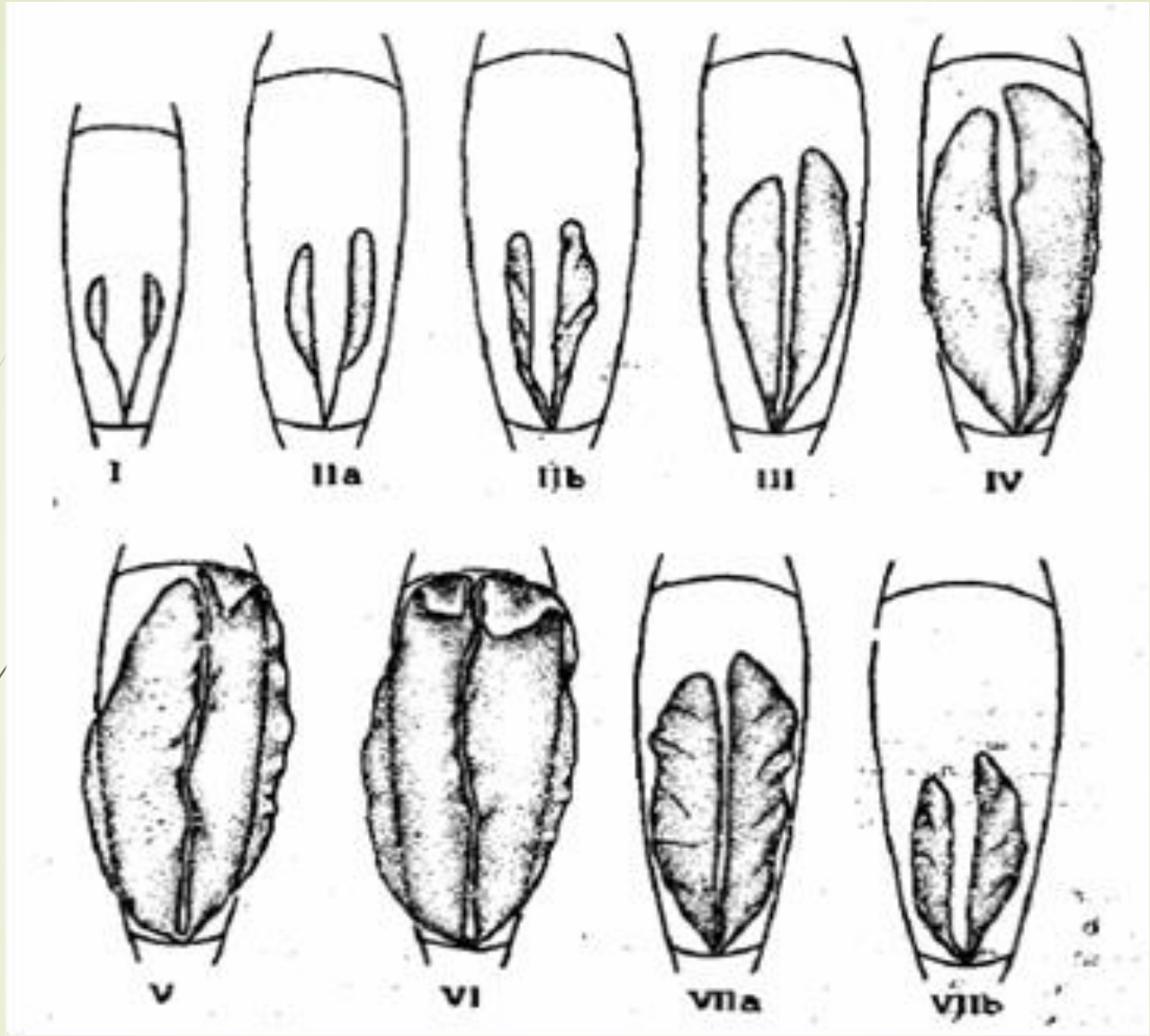
اندام‌های جنسی حفره شکمی را پر می‌کنند، بیضه‌ها سفید و با فشار دادن قطرات منی از آن خارج می‌شود، تخم‌ها کاملا گرد بوده و بعضی از آن‌ها شفاف و بالغ می‌باشند.

مرحله ۶-در حال تخم‌ریزی:

تخم و منی با اندک فشاری جاری می‌شوند، اکثر تخم‌ها شفاف و تعداد اندکی نیز کماکان مات مانده‌اند.

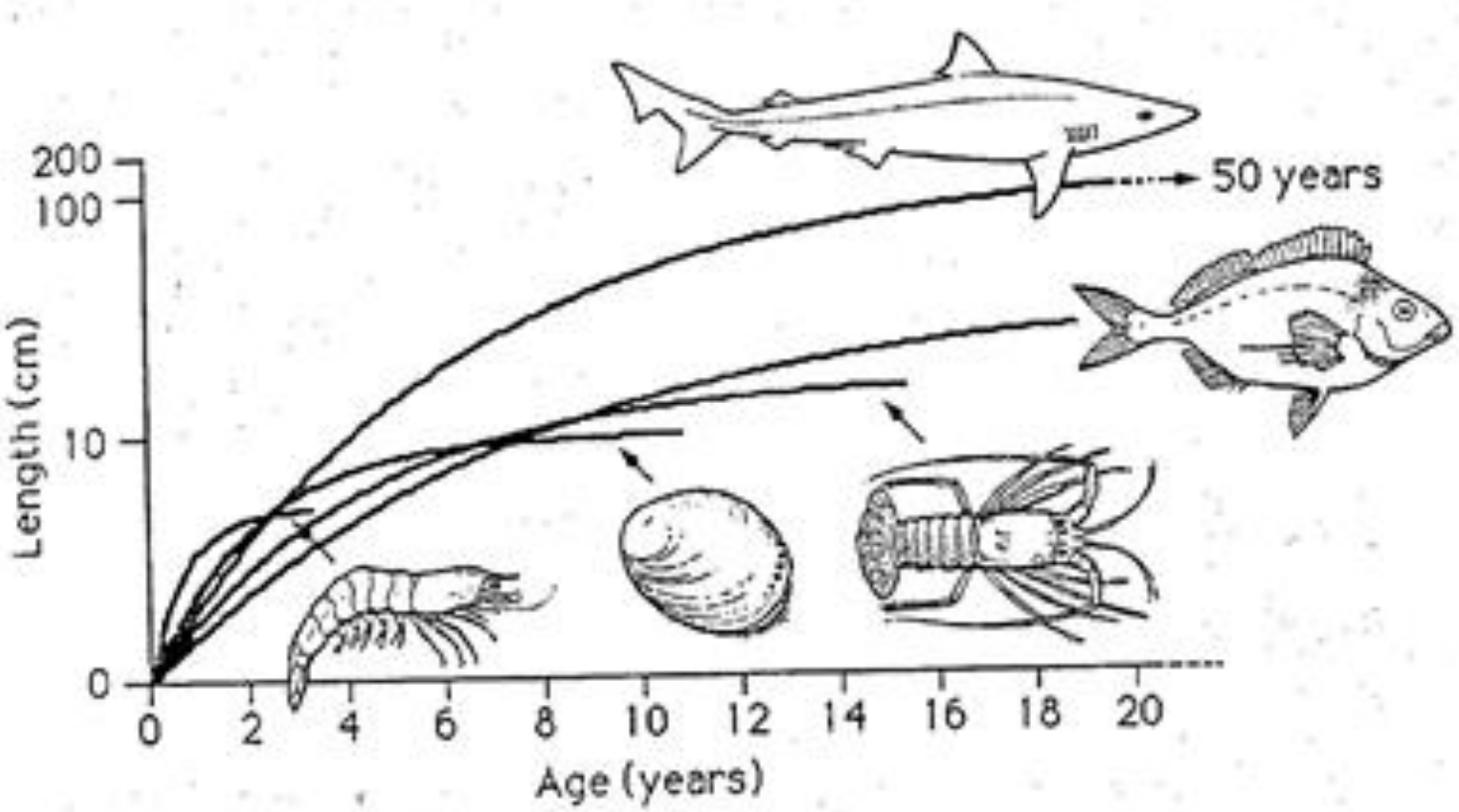
مرحله ۷-تخم‌ریزی کرده:

غدد جنسی چروکیده و جمع شده، حفره شکمی کاملا خالی نیست، تخم‌های مات در تخمدان دیده نمی‌شود.



شکل شماتیک مراحل رشد ۷ مرحله‌ای تخمدان در برخی ماهیان

- **شاخص توسعه گنادی(GSI)**
- شاخص توسعه گنادی از تقسیم وزن تر غدد جنسی به وزن کل بدن محاسبه گردیده و به صورت درصد نشان داده می‌شود.
- شاخص توسعه گنادی می‌تواند برای مشخص نمودن فصل تخم‌ریزی استفاده شود و همزمانی مراحل تکامل در جنس نر و ماده موفقیت تولیدمثلی را افزایش می‌دهد.
- میزان شاخص گنادی در محدوده کمتر از ۱٪ تا ۴۷٪ تغییر می‌نماید و کاهش شدید و تیز شدگی شاخص گنادی می‌تواند بر یک دوره زمانی کوتاه تخم‌ریزی دلالت نماید.
- تغییرات فصلی وزن گناد در ماده‌ها بیشتر از نرهاست،که احتمالا بدلیل بزرگتر بودن اندام جنسی در ماده‌هاست.
- GSI= شاخص غدد جنسی $GSI=(GW / TW)*100$
- GW=وزن غدد جنسی
- TW=وزن کل بدن
- Gonad Somatic Index (GSI)



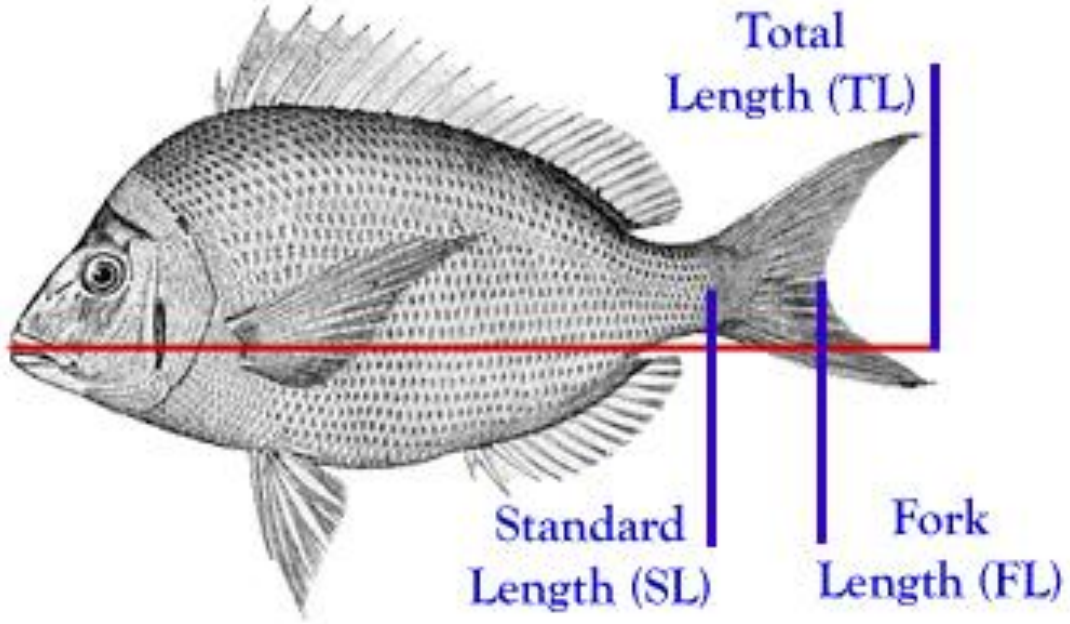
منحنی رشد وان برتالانفی با مقادیر مختلف طول بی‌نهایت و ضریب رشد در آبزیان

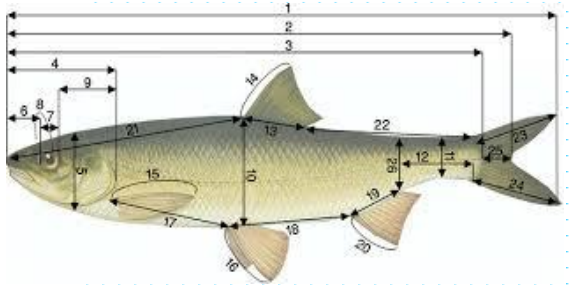
$$Wt = W\infty(1 - \exp(-K(t - to))b$$

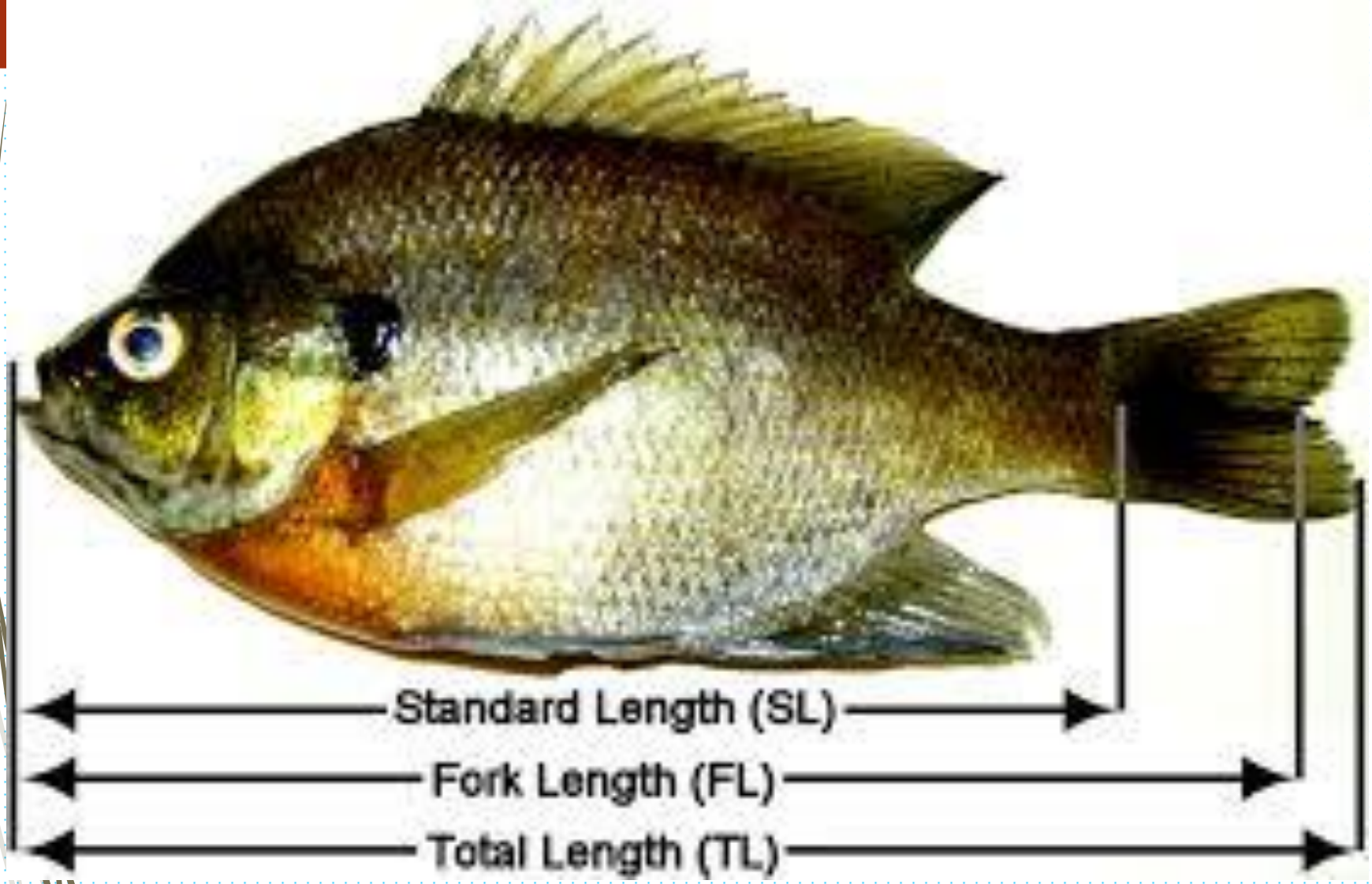
روش های آنالیز فراوانی طولی

اطلاعات جمع آوری شده از فراوانی طولی

- مهمترین مزیت روش‌های طولی اینست که جمع‌آوری اطلاعات آن سریع و آسان است.
- محدود بودن امکان نمونه‌برداری با استفاده از روش‌های طولی می‌توان اطلاعات کافی جهت تجزیه و تحلیل‌های آماری را جمع‌آوری نمود.





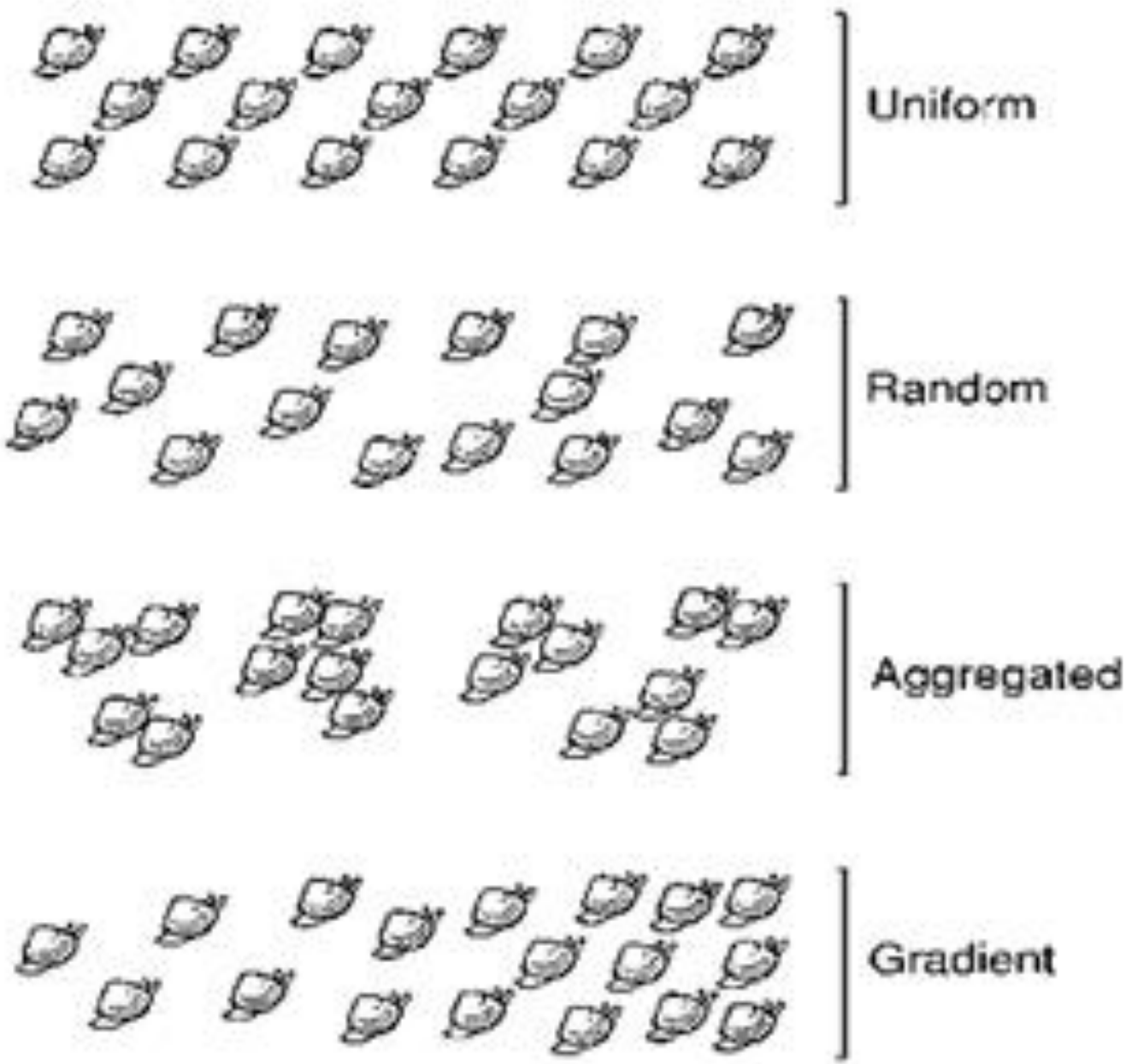

Standard Length (SL)
Fork Length (FL)
Total Length (TL)

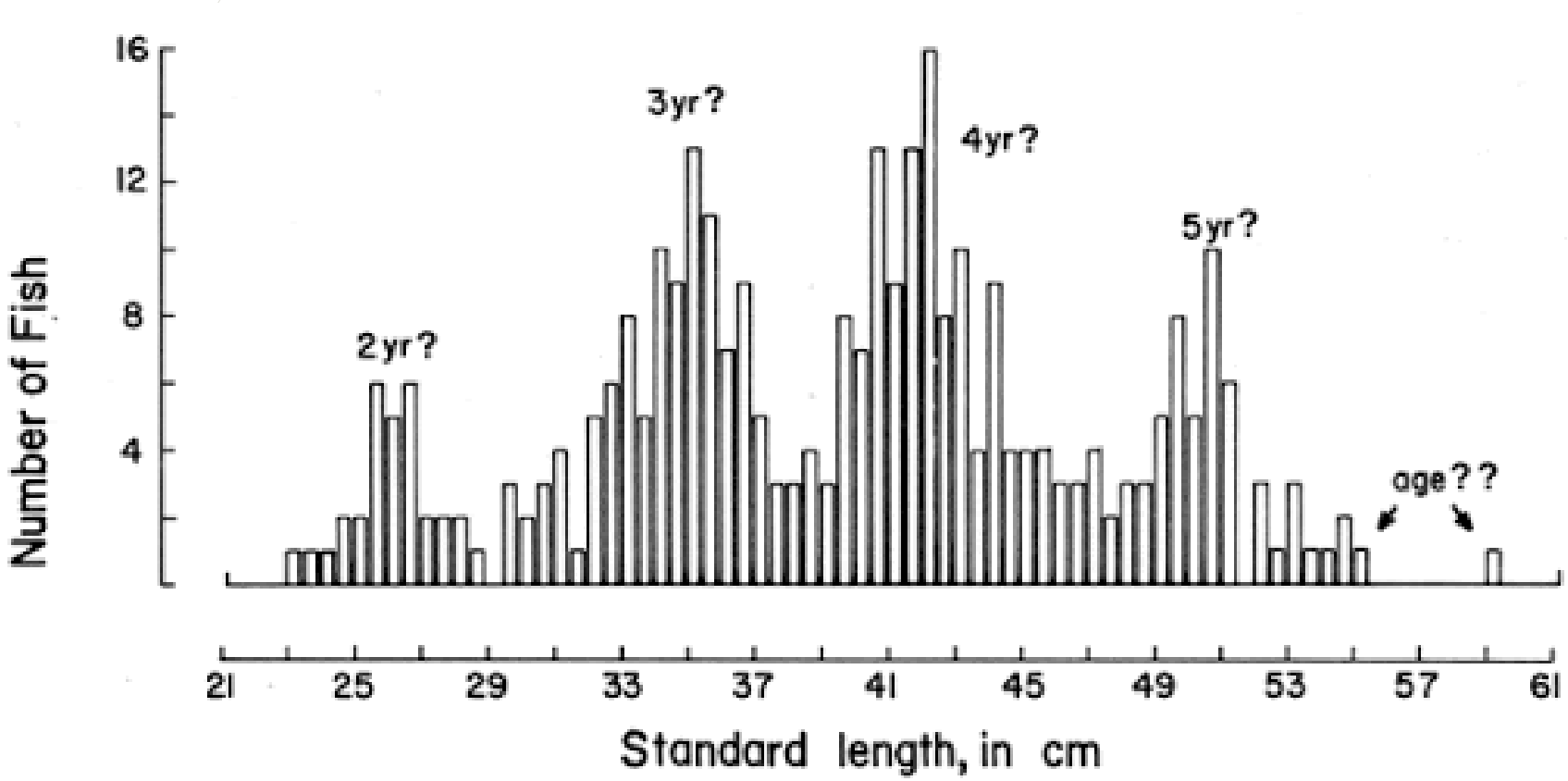
در جمع‌آوری داده‌ها در بررسی ذخایر آبزیان، چهار روش وجود دارد که شامل:

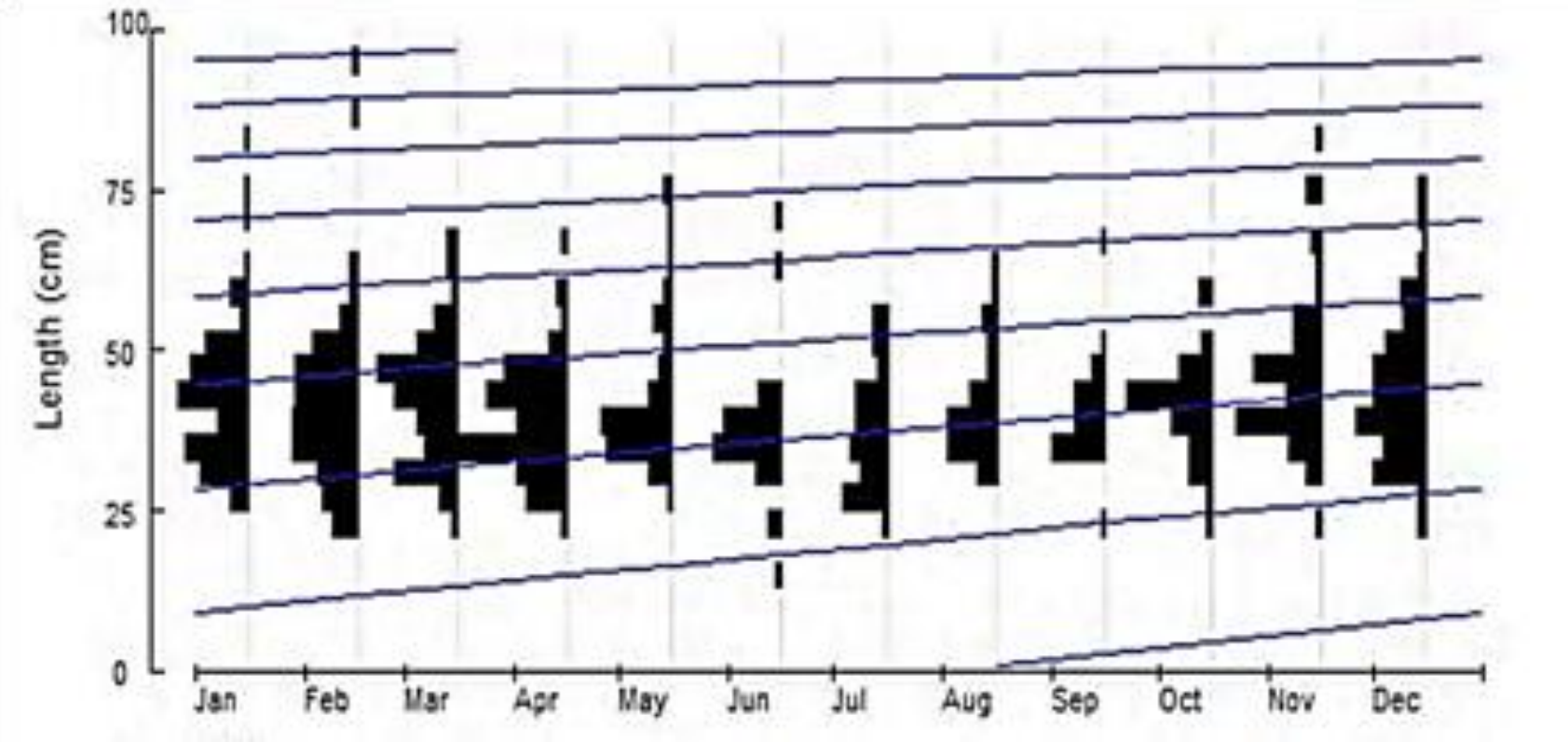
1. استفاده از داده‌های ماهیگیری تجاری
2. بررسی‌های شناور تحقیقاتی
3. داده‌های علامت‌گذاری
4. عملیات و اقدامات آزمایشگاهی

چند نکته در مورد نمونه برداری از ماهی در محیط طبیعی

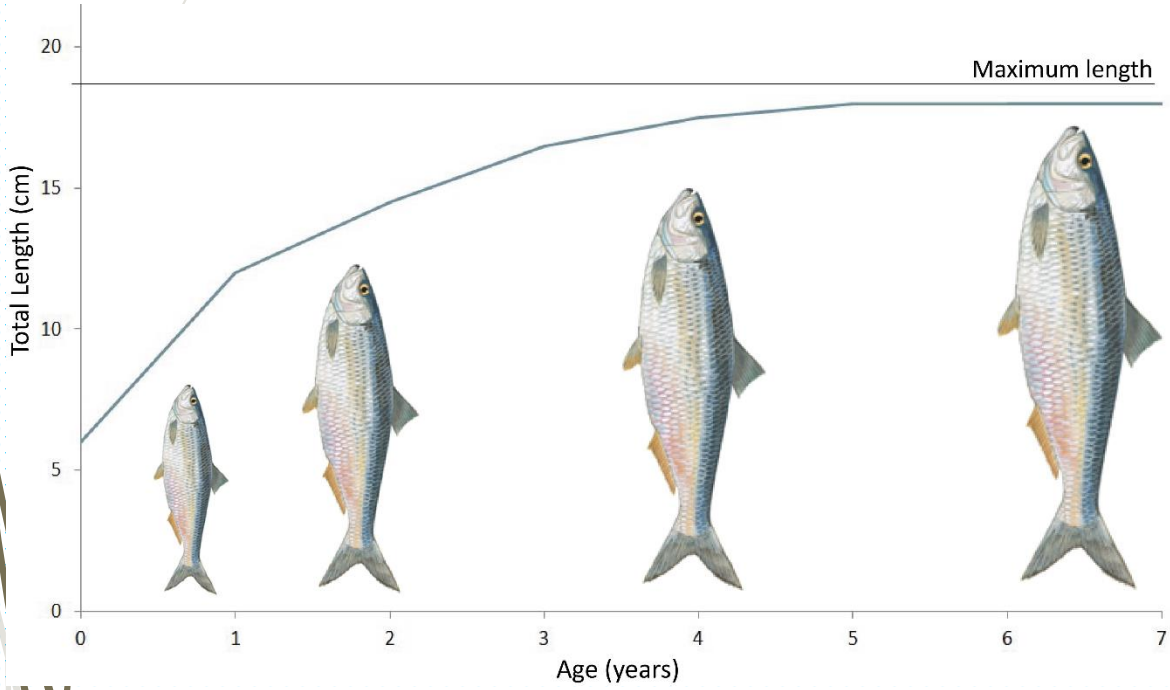
- هیچ وقت نباید با یک بار برآیند جمعیت، عدد برآورد شده را به کل زیستگاه تعمیم داد.
- باید از مکان‌های مختلف نمونه‌برداری نموده و بعد به کل زیستگاه تعمیم داد.
- باید طوری نمونه‌برداری کنیم که قسمت‌های مختلفی از زیستگاه دارای تراکم‌های مختلف از آبزی مورد نظر است. فرضاً اگر از یک آبگیر ۱۰۰ هکتاری نمونه‌برداری می‌کنیم نباید واحد نمونه‌برداری در جایی مستقر شود که تراکم بالا باشد.
- باید از لحاظ آماری نمونه‌برداری‌ها تصادفی باشد.


Uniform
Random
Aggregated
Gradient


16
12
8
4
Number of Fish
2yr?
3yr?
4yr?
5yr?
age??
21
25
29
33
37
41
45
49
53
57
61
Standard length, in cm


Length (cm)
100
75
50
25
0
Jan
Feb
Mar
Apr
May
Jun
Jul
Aug
Sep
Oct
Nov
Dec

محاسبه طول بی‌نهایت (L_∞):



- روش‌های مختلف دیگری برای محاسبه L_∞ وجود دارد، که عبارتند از:

- ۱-در نمونه‌برداری‌های کوچک، طول بزرگترین ماهی مساوی L_∞ در نظر گرفته می‌شود.
- ۲-در نمونه‌برداری‌های بسیار بزرگ، میانگین طول حدود ۱۰ عدد از پیرترین ماهی‌ها به عنوان L_∞ در نظر گرفته می‌شود.
- ۳- محاسبه طول بی‌نهایت با کمک طول حداکثر (حداکثر طول در نمونه‌برداری)

$$\log L\infty = 0.044 + 0.9841 * \log(Lmax)$$

- ۴-برآورد L_∞، نمودار پاول- ودرال باشد. معادله رگرسیون پاول- ودرال به صورت زیر است: ($\bar{L}$میانگین گروهای طولی، L'کمینه هر گروه طولی، a و b عرض از مبدا و شیب معادله و n تعداد و F فراوانی).
- طول‌های خیلی کوچک و خیلی بزرگ ماهی بعلت اینکه بطور کامل امکان صید ندارند، جهت دقیق بودن محاسبات از انها صرفنظر می‌شود. از این روش هم برای مرگ‌ومیر کل و هم طول بی‌نهایت در پویایی جمعیت استفاده شده و جزء روش‌های پرکاربرد می‌باشد.

$$\bar{L} - L' = a + b\,L'$$

$$\bar{L} = \sum (F \times L)/n$$

$$L_\infty = -a / b$$

$$Z/K = -(1+b)/b$$

جدول ۵-۵: محاسبه طول بی‌نهایت و نسبت مرگ‌ومیر کل به ضریب رشد یک گونه ماهی با روش پاول و ودرال

$L_1(L')$	L_2	F	L_-	$L^- - L'$
۱۸۵	۱۹۰	۱۱۵	۱۹۹/۹۴	۱۴,۴۹(در محاسبه نیست)
۱۹۰	۱۹۵	۱۲۲	۲۰۳/۰۳	۱۳/۰۳
۱۹۵	۲۰۰	۹۳	۲۰۶/۷۸	۱۱/۷۸
۲۰۰	۲۰۵	۸۳	۲۱۰/۲۵	۱۰/۲۵
۲۰۵	۲۱۰	۶۱	۲۱۴/۱۳	۹/۱۳
۲۱۰	۲۱۵	۳۷	۲۱۷/۹۸	۷/۹۸
۲۱۵	۲۲۰	۴۰	۲۲۰/۹۶	۵/۹۶
۲۲۰	۲۲۵	۱۷	۲۲۵/۸۹	۵/۵۸
۲۲۵	۲۳۰	۶	۲۳۱/۱۴	۶/۱۴ (در محاسبه نیست)

$$Z/K = -(1+b)/b = 2.8 \qquad L_{\infty} = -a/b = 240$$

طول بهینه(L_{opt}):

- طول بهینه صید برای تنظیم اندازه چشمه تور صیادی و کاهش میزان صید بی‌رویه دارای اهمیت است. جهت محاسبه طول بهینه از فرمول زیر استفاده می‌شود.

$$L_{opt} = L_{inf} *(3/ (3 +M/K)$$

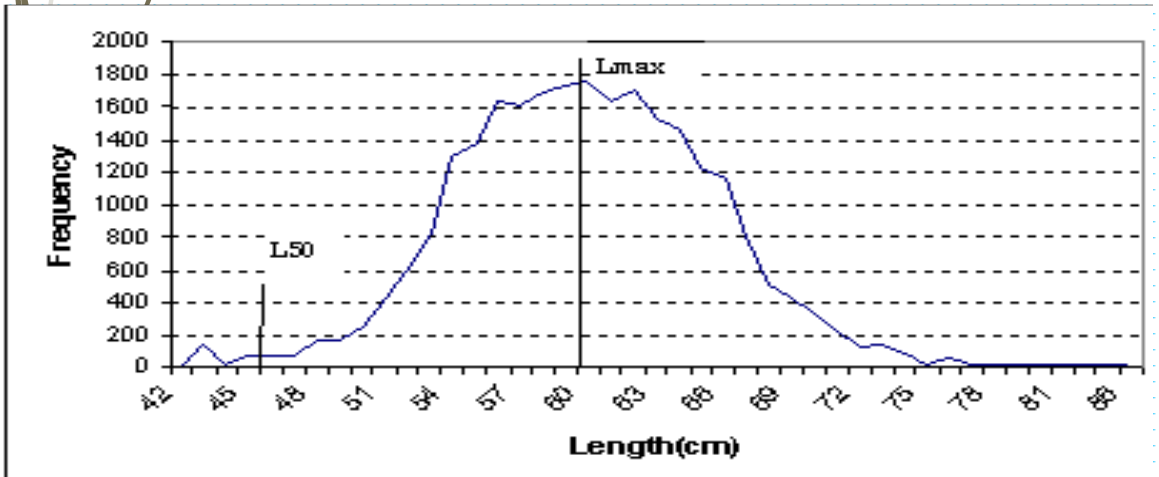
-

طول در اولین صید(L_c): Length at first catch (Lc) .

- یا طولی است که در آن ۵۰٪ ماهیان در معرض صیادی در ابزار صید باقی می‌مانند، این پارامتر برای کارهای شبیه‌سازی و مدل سازی دارای اهمیت است. جهت محاسبه طول صید از معادله زیر استفاده می‌شود.

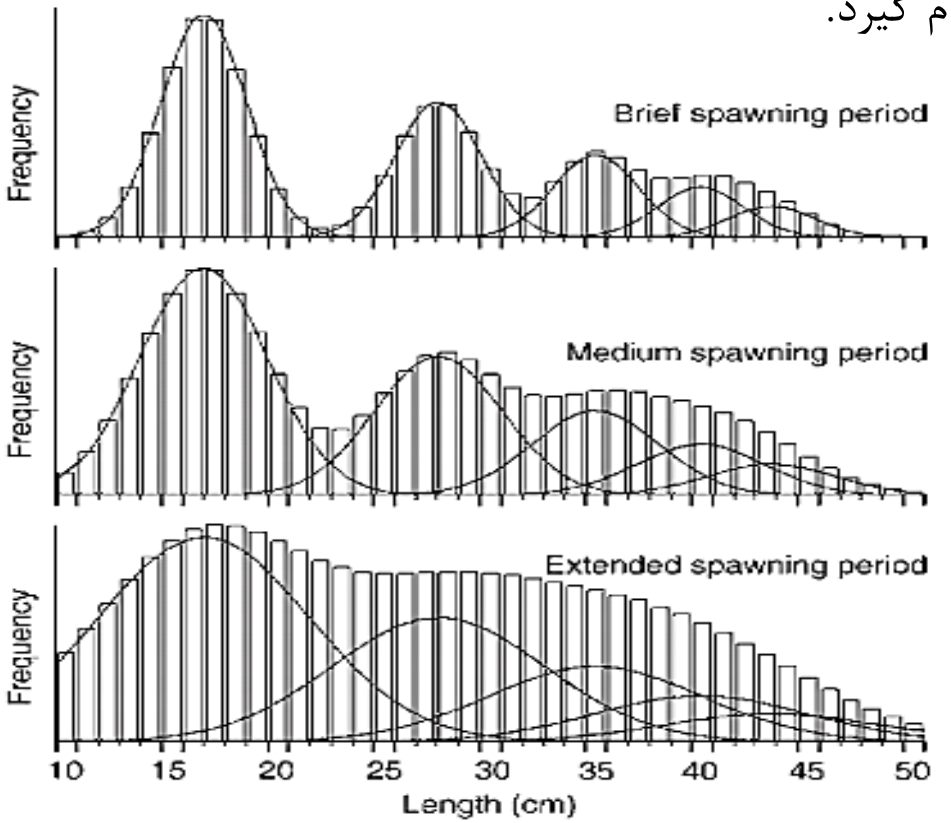
$$L_c = L_{mean} - k\,(L_{inf} - L_{mean})/\,Z$$

- L_c = طول در صید، L_{mean} = طول میانگین صید، K = ضریب رشد، L_{inf} = طول بی‌نهایت، Z ضریب مرگ‌ومیر کل.



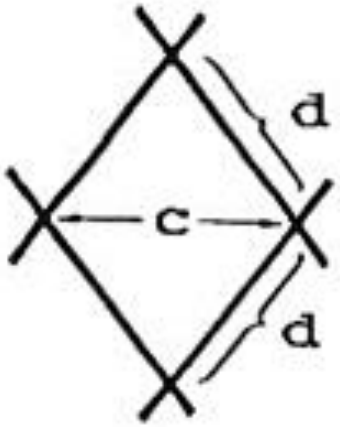
روش باتاچاریا

- بر اساس تعیین ترکیب فراوانی طولی به ترتیب از جوان‌ترین کوهورت و کم کردن تعداد ماهی در هر گروه طولی کوهورت از کل توزیع فراوانی طولی ماهیان است.
- این رویکرد در کوهورت بعدی نیز تکرار می‌شود و تا هنگامی که توزیع نرمالی قابل‌شناسایی نباشد، تکرار می‌شود. در این مرحله سن هر کوهورت و میانگین طولی در آن سن تعیین می‌گردد.
- این آنالیز به‌وسیله نرم‌افزار فایست می‌تواند انجام گیرد.



اندازه چشمه، طول و قطر بدن ماهی

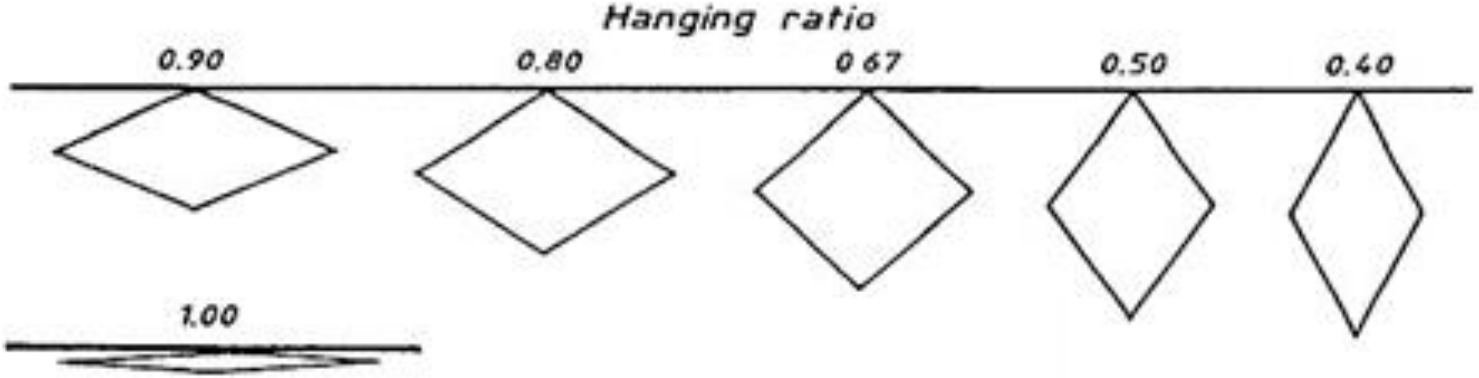
- انتخاب‌پذیری ابزار صید غیرفعالی چون تور گوش‌گیر به‌وسیله اندازه چشمه و ضریب آویختگی تعیین می‌گردد.
- نسبت آویختگی یا ضریب آویختگی نسبت بین طول خالص صیادی هنگام ساخت و طول اصلی هنگام توراندازی بوده و محاسبه آن بدین صورت است طول طناب بالایی تور تقسیم بر تعداد چشمه ضرب در اندازه چشمه.
- نسبت متوسط بین عرض و عمق چشمه‌تور تابعی از ضریب آویختگی است.
- مقادیر ضریب آویختگی بین ۰-۱ متغیر بوده (برای تور گوشگیر معمولا بین ۰/۲-۰/۷ می‌باشد) و هر چه مقادیر آن کمتر باشد، پس چشمه تور کشیده و آویخته تری در آب قرار می‌گیرد و میزان صید و دامنه طولی صید در آن‌ها افزایش می‌یابد.
- همچنین در تور با ضریب آویختگی کمتر، آبزیان بیشتر در آن پیچیده می‌شوند.



$$\frac{\text{length of the head rope}}{\text{(number of meshes)*(mesh size)}}$$

or (see figure):

$$\text{hanging ratio} = \frac{c}{2*d}$$



Mesh shapes with various hanging ratios for gill nets

hanging ratio	average number caught per day	percent entangled	size range of 95% of catch
0.707	9.3	0	18-23 cm
0.36	29.5	24	13-23 cm
0.24	81.0	80	8-22 cm

The product of two logistic curves

- در روش صید گوشگیر، تناسب اندازه چشمه با طول و قطر بدن ماهی باید مورد توجه قرار گیرد.
- در صورت عدم رعایت، ممکن است اندازه چشمه تور از دور محیط بدن ماهی کوچکتر و یا بزرگتر باشد.

برای تعیین اندازه چشمه از رابطه زیر استفاده می‌شود:

- A= اندازه چشمه به میلی‌متر، K=ضریب تناسب بدن ماهی، L=طول بدن ماهی تا وسط باله دمی به میلی‌متر، G= قطر بدن ماهی به میلی‌متر.

$$A=k \times L$$

$$G= K \times 2A$$

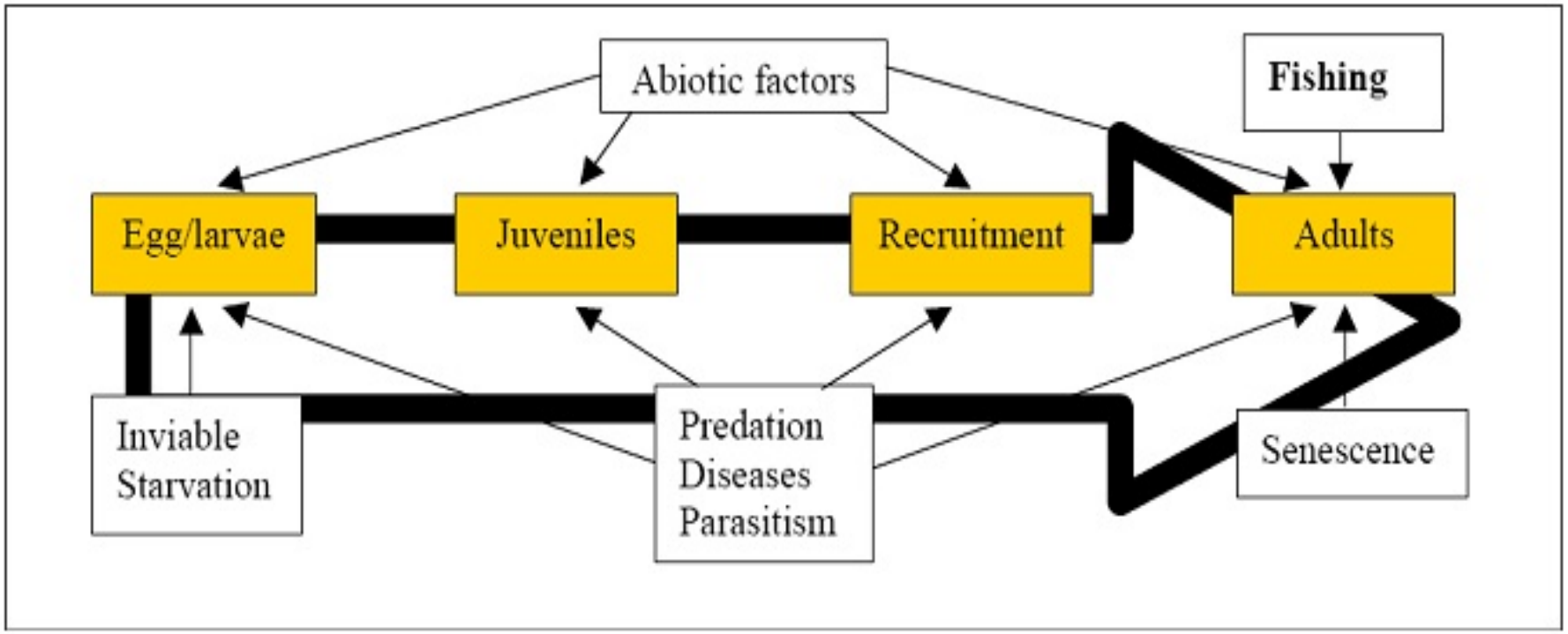
- برای تعیین ضریب تناسب بدن ماهی معمولا ماهی‌ها را به سه دسته پهن (۰/۲) و متوسط (۰/۱۵) و باریک (۰/۱) تقسیم می کنند و برای هر یک از آن‌ها ضریب خاص در نظر گرفته شده است.

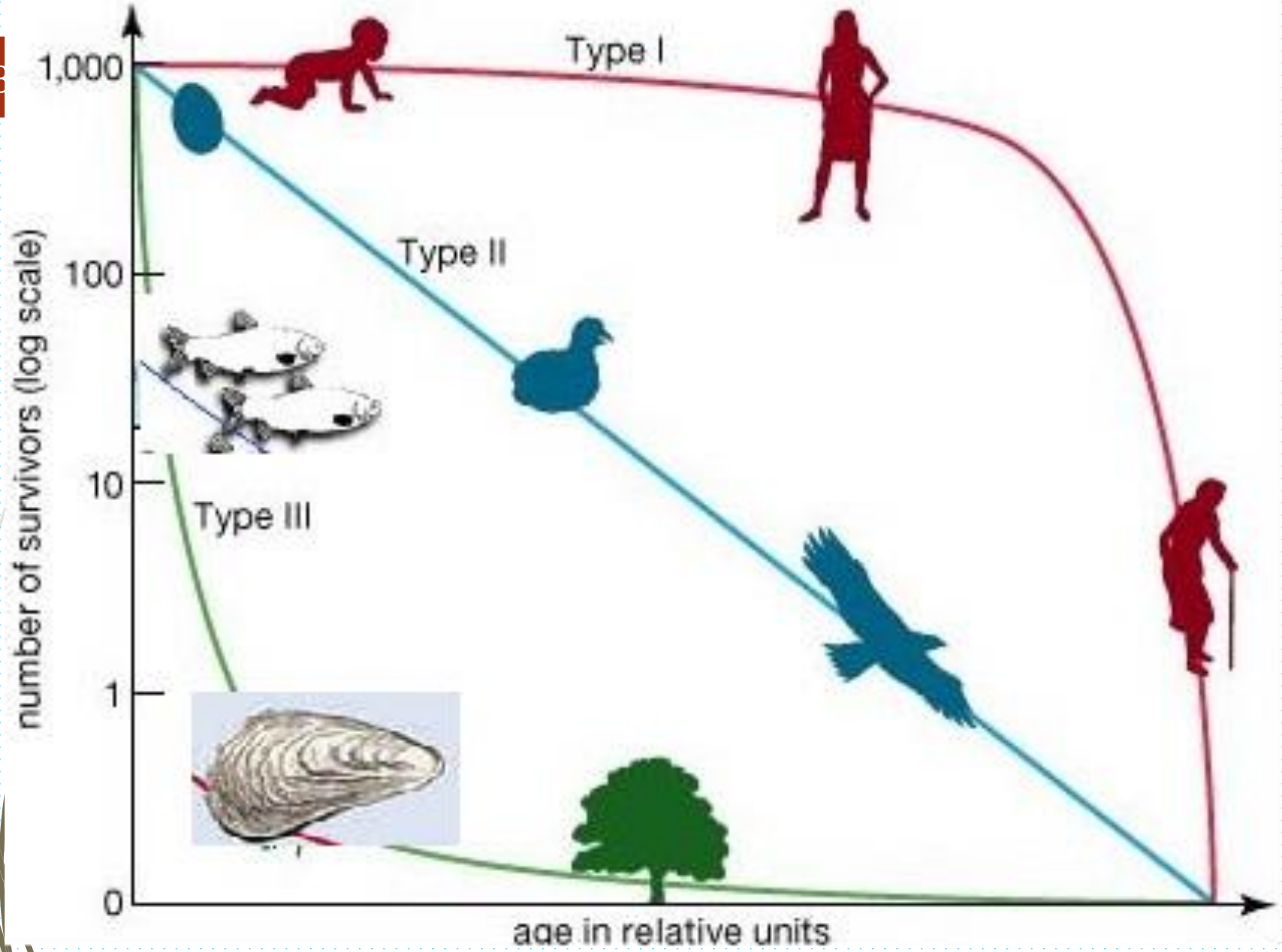
مرگ‌ومیر

- به‌طورکلی افراد پیرتر (مسن‌تر) و بزرگ‌تر در جمعیت دارای مرگ‌ومیر کم‌تری نسبت به افراد جوان‌تر و کوچک‌تر هستند، زیرا افراد بزرگ‌تر و پیرتر در معرض خطر صیادی یا مرگ‌ومیر طبیعی برای مدت طولانی‌تری می‌باشند.
- مرگ‌ومیر کل (Z) مجموع مرگ‌ومیر صیادی (F) و مرگ‌ومیر طبیعی (M) است.
- فاکتورهای موثر بر مرگ و میر در مراحل مختلف یک کوهورت متفاوت است.
- فاکتورهای غیر زیستی و زیستی (بیماری، شکار شدن توسط موجودات دیگر، گرسنگی و...) در تمامی مراحل زندگی موثر بوده ولی تاثیرات در مراحل قبل از بلوغ به مراتب بیشتر از بعد از بلوغ می‌باشد.
- صید و پیری فاکتورهای هستند که در مراحل بعد به مراتب مهمتر از بقیه فاکتورها می‌باشند.

محاسبه ضریب مرگ‌ومیر کل (Z):

- روش‌های مختلفی برای محاسبه ضریب مرگ‌ومیر کل در آبزیان ارائه شده است.
- در برخی از این روش‌ها، با کمک پارامترهای رشد محاسبه شده، اطلاعات طولی به اطلاعات سنی تبدیل شده و محاسبات Z انجام می‌گیرد.
- برآورد میزان مرگ‌ومیر کل در آبزیان برای انجام محاسبات دیگر، بخصوص میزان بهره‌برداری از ذخایر، بسیار مهم است.


Abiotic factors
Fishing
Egg/larvae
Juveniles
Recruitment
Adults
Inviable
Starvation
Predation
Diseases
Parasitism
Senescence


1,000
100
10
1
0
number of survivors (log scale)
Type I
Type II
Type III
age in relative units

منحنی صید بر اساس سن

- تعداد یک کوهورت در طول زمان کاهش می یابد و تنها باقی مانده از یک کوهورت با استفاده از معادله کاهشی نمایی به دست می آید (Ntتعداد در زمان tو N_0 تعداد اولیه و Z مرگ‌ومیر کل).
- با لگاریتم طبیعی این فرمول و با فرض اینکه فراوانی نسبتی از نرخ صید و میزان آسیب-پذیری در برابر صیادی می‌باشد، محاسبه می‌گردد.
- در نتیجه در این معادله خطی میزان لگاریتم طبیعی صید در واحد تلاش محور yها و زمان محورxها را تشکیل داده که شیب حاصل از این منحنی مرگ‌ومیر کل می‌شود.
- به این منحنی، منحنی صید بر اساس سن گویند. این منحنی صید را می‌توان با ثابت بودن بازگشت شیلاتی و نیز متغیر بودن بازگشت شیلاتی محاسبه و ترسیم نمود.

$$Ln\ Nt = Ln\ N0 - Z\ t$$

در ارزیابی ذخایر نیز آمار نقش مهمی را به عهده دارد و یک ارزیابی خوب نیاز به داده های مناسب از نظر کمیت و کیفیت دارد. بطور کلی در ارزیابی ذخایر اطلاعات را به سه دسته تقسیم بندی می کنیم .

۱ – اطلاعات مربوط به صید

۲ – میزان تلاش صیادی

۳ – اطلاعات زیست سنجی یا (Biometry)

در علم ارزیابی یک شاخص بسیار مهم ،صید به ازاء واحد تلاش یا (CPUE = Catch per unit of effort) میباشد که از آن به عنوان نمایه فراوانی جمعیت نام برده میشود. و این شاخص را در هر نوع فعالیت صیادی میتوان بدست آورد

فراوانی نسبی

معمول ترین شاخص فراوانی نسبی در مطالعات شیلاتی، صید به ازای واحد تلاش (CPUE) (Catch Per Unit Effort) است.

صید (C) و تلاش صیادی (F) معمولاً در تمامی ماهیگیری های مدیریت شده و گشت های تحقیقاتی ثبت می شوند.

صید به ازای واحد تلاش ($CPUE = \frac{C}{F}$) را می توان بسته به نوع فعالیت صیادی مختلف ثبت نمود.

برای مثال بصورت تعداد یا وزن ماهی صید شده به ازای هر قفس در هر روز یا تعداد یا وزن ماهیان کفزی صید شده در هر ساعت استفاده از تورهای کفروب یا برای صید ماهی کیلکا بصورت صید به ازاء یک شناور در یک شب و در صید پره ساحلی بصورت صید به ازاء یکبار پره کشی و در صید دام گوشگیر بصورت صید به ازاء ۱۰۰ متر دام در ۲۴ ساعت .

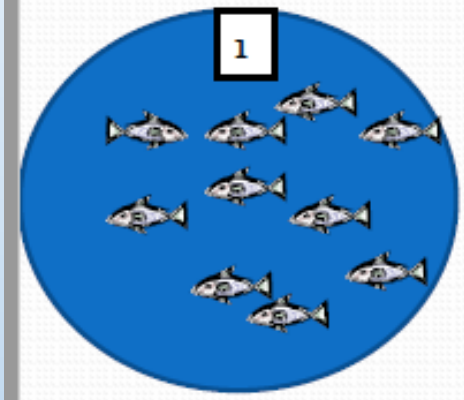
اطلاعات مورد نیاز در ارزیابی ذخایر

۱ - صید و فعالیت صیادی (بخش اجرا)

۲ - اطلاعات زیست سنجی (بخش تحقیقات)

Catch per unit effort (CPUE)

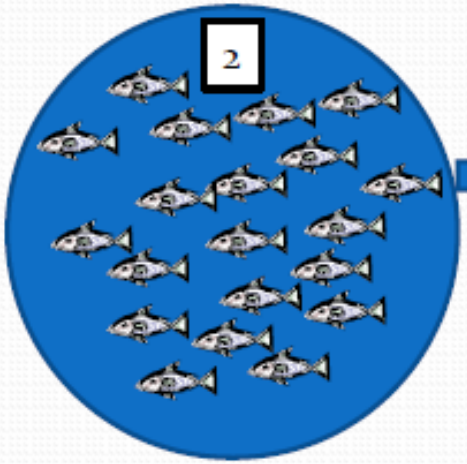
- Very coarse and very common index of abundance



Catch= 4 fish

Effort= 4 nets for 12 hours each= 48 net hours

CPUE=4/48=0.083



Catch=8 fish

Effort= 4 nets for 12 hours each= 48 net hours

CPUE=8/48=0.167

We conclude population 2 is 2X larger than population 1