



تحلیل رشد و مرگ و میر ماهی شمسک بزرگ (*Ilisha megalopectera* (Swainson, 1838) در آب‌های خلیج فارس (استان هرمزگان)

سارا حق پرست^{۱*}، هادی ریسی^۲، حسین رحمانی^۳، رحمان پاتیمار^۴، بهزاد رهنما^۵

^۱استادیار گروه شیلات، گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
^۲استادیار گروه شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، گنبد کاووس، ایران.
^۳دانشیار گروه شیلات، گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
^۴استادگروه شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، گنبد کاووس، ایران.
^۵استادیار گروه ارزیابی ذخایر، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر ساری، ساری، ایران

نوع مقاله:

پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۰۳

پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۳۰

نویسنده مسئول مکاتبه:

سارا حق پرست، ستادیار گروه شیلات، گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
ایمیل:

sarah_haghparsat@yahoo.com

چکیده

این مطالعه با هدف تخمین پارامترهای رشد، مرگ و میر ماهی شمسک بزرگ (*Ilisha megalopectera*) در آب‌های شمال شرق خلیج فارس (محدوده استان هرمزگان) صورت گرفت. نمونه‌برداری از ۳۶۷ شمسک بصورت فصلی توسط تور ثابت ساحلی مشتا و تور ترال میگو و یال اسبی طی فروردین ماه ۱۳۹۸ تا اسفند ۱۴۰۰ انجام شد. در هر دو جنس بیشترین فراوانی در دامنه طولی ۱۱-۱۴ سانتی‌متر مشاهده شد. رابطه نمایی طول کل و وزن کل برای شمسک در جنس نر و ماده شمسک بزرگ به ترتیب $(W=0.0084L^{3.034})$ و $(W=0.0116L^{2.87})$ و برای کل جمعیت $(W=0.0095L^{2.94})$ بدست آمد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که توزیع فراوانی طولی برای دو جنس نر و ماده شمسک بزرگ دارای اختلاف معنی‌داری بود. مقادیر K و L_{∞} براساس تعیین سن اتولیت و معادله گولاندوهورلت در جنس ماده شمسک بزرگ به ترتیب ۰/۵۳ در سال و ۲۶/۴۸ سانتی‌متر و در جنس نر به ترتیب ۰/۷۹ در سال و ۲۰/۱۳ سانتی‌متر و در جمعیت شمسک بزرگ به ترتیب ۰/۵۸ در سال و ۲۵/۶۹ سانتی‌متر بدست آمد. نرخ مرگ و میر کل در این مطالعه برای جنس نر، ماده و جمعیت به ترتیب: ۱/۷۶، ۱/۳۳ و ۱/۵۵ در سال محاسبه شد. نتایج این مطالعه نشان داد که جمعیت شمسک بزرگ (*I. megalopectera*) در آب‌های شمال شرق خلیج فارس از نظر نسبت جنسی و توزیع طولی نسبتاً متعادل بوده و از نظر پارامترهای رشد تفاوت‌هایی بین دو جنس وجود دارد. نرخ‌های رشد و مرگ‌ومیر به‌دست‌آمده بیانگر آن است که این گونه دارای چرخه زندگی نسبتاً کوتاه و رشد سریع به‌ویژه در جنس نر است.

کلمات کلیدی: رشد، مرگ و میر، طول بلوغ، شمسک بزرگ

۱ | مقدمه

شمسک بزرگ (*Ilisha megalopectera*) از خانواده Pristigasteridae جزو ماهیان پلاژیک کوچکی بوده که بصورت

گله‌های بزرگ در آب‌های ساحلی و سطحی خلیج فارس و دریای عمان پراکنش وسیعی دارد. این گونه بدنی دوکی شکل و فشرده داشته که حداکثر به طول ۲۸ سانتی‌متر می‌رسد (Assadi and Dehghani, 1997; Carpenter et al., 1997) (شکل ۱).



شکل ۱- تصویر شمسک بزرگ (*Illisha megalopectera*) صید شده در صیدگاه های خلیج فارس، استان هرمزگان، بین دو جزیره تنب کوچک و بزرگ

به داشتن مجموعه‌ای از جنبه‌های بیولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی گونه مورد نظر (Nunes et al., 2004; Bald et al., 2009) و انجام مدل‌سازی‌های دقیق و از طرفی دیگر وابسته به داشتن دانش کافی در مورد ساختار جمعیت است (Carvalho and Hauser 1994). به دست آوردن اطلاعات ریخت سنجی و روابط طول-وزن و بررسی شاخص‌های رشد گونه‌ها همچنین به عنوان گامی مهم و اصلی جهت ارزیابی جنبه‌های مختلف صید و صیادی و مدیریت شیلاتی به منظور بهره‌برداری پایدار در گونه‌های مختلف ماهیان به‌شمار می‌رود (Moutopoulos and Stergiou, 2002).

پارامترهای پویایی جمعیت زیربنای مدل‌های تحلیل و بررسی در بحث ارزیابی ذخایر هستند و با محاسبه آن‌ها می‌توان اطلاعات دقیقی در مورد ذخایر به‌دست آورد (Le Robert, 2001). به‌عنوان مثال، اگر ارتباطات میان طول، سن، حجم بدن، هم‌آوری و بلوغ جنسی به‌طور صحیح شناخته شوند، می‌توان از مدل‌های ساختاری طول و سن در مدل‌سازی پویایی‌های جمعیت استفاده کرد (Punt و همکاران، ۲۰۰۰؛ Aires-da-Silva and Gallucci., 2007).

در مطالعه‌ای که توسط خورشیدیان و همکاران (۱۳۷۳) انجام گرفت، تغییرات بیومس برای این گونه‌ها در بین فصول بهار و تابستان در منطقه مطاف گزارش شد که می‌تواند نشانه‌ای از مهاجرت افقی این گونه در بین فصول مختلف باشد. این مهاجرت‌ها فصلی و به تبعیت از درجه حرارت است. شمسک بزرگ در آب‌های سواحل جنوبی ایران، عمدتاً با تور ترال کفروب^۳ صید شده و به عنوان صید ضمنی^۴ در ترال میگو نیز به حساب می‌آید (Valinassab et al., 2006; Paighambari and Daliri, 2012).

مطالعه ریسی (۱۳۹۱) نشان داد که شمسک بزرگ و کوچک بیشترین درصد وزنی از صید ضمنی را در تورهای ترال یال اسبی به خود اختصاص می‌دهند. همچنین در مطالعه حسینی و همکاران (۱۳۹۲) نیز این دو گونه بیشترین سهم را در صید ضمنی ترال میگو داشتند. با توجه

رژیم غذایی شمسک بزرگ پلانکتون‌خواری و علفخواری بوده (Fischer and Bianchi, 1984) و غذای اصلی آن را میگوی آکتس^۱ از خانواده سرگستیده^۲، لارو و تخم ماهیان دیگر، و سخت پوستان به لحاظ حجمی و ترجیحی تشکیل می‌دهند. این گونه حریص و پرخور نبوده و کم و بیش فیلتر کننده است اما از مواد گیاهی تغذیه نکرده و تنها از ماکروژئوپلانکتون‌ها که دارای بدنی نرم و حرکات کند هستند، تغذیه می‌کند (Johnson, 1992). شمسک ماهیان از ارزش تغذیه‌ای قابل توجهی نیز برخوردار بوده و (Kumar et al., 2018) در فرآورده‌های جانبی با ارزش افزوده همچون سوریمی و هیدرولیزات پروتئین نیز می‌توان از ذخایر آن‌ها بهره برد (جعفرپور و عطایی، ۱۳۹۹؛ Jamshidi et al., 2018).

مطالعه بیولوژی و اکولوژی گونه‌های مختلف ماهیان در یک بوم سازگان آبی از ضروریات اولیه حفظ ذخایر آن‌ها بوده و منجر به شناخت و تحلیل بوم‌شناختی زنجیره غذایی بوم سازگان می‌گردد؛ که این امر در اعمال مدیریت صحیح شیلاتی کاربرد فراوان دارد (Kazanchph, 1981). آبیان دارای عمر طولانی‌تر معمولاً رشد کندتری دارند، و پارامترهای رشد آن‌ها به‌طور قابل‌توجهی تابعی از دما هستند؛ این رابطه در چارچوب نظریه متابولیک اکولوژیک (Metabolic Theory of Ecology) مورد تأیید است. به دلیل اثر گذاری شرایط محیطی نظیر درجه حرارت، اکسیژن محلول، شوری و سایر عوامل محیطی دیگر بر متابولیسم ماهیان، پارامترهای رشد برای یک گونه در نقاط مختلف، متفاوت است. میزان ذخیره‌ی غذایی قابل دسترس به طور شاخص بر طول بی‌نهایت تأثیر می‌گذارد. از طرف دیگر دگرگونی‌های دمای زیست محیطی، هم بر ضریب رشد و هم بر طول بی‌نهایت اثرگذار است و به نظر می‌آید که مقدار k به‌طور لگاریتمی با افزایش دمای آب افزایش می‌یابد و در طرف دیگر از میزان طول بی‌نهایت کاسته می‌شود، هر چند که کاهش طول بی‌نهایت به نسبت کم‌تر از افزایش ضریب رشد است (Sparre and Venema, 1998).

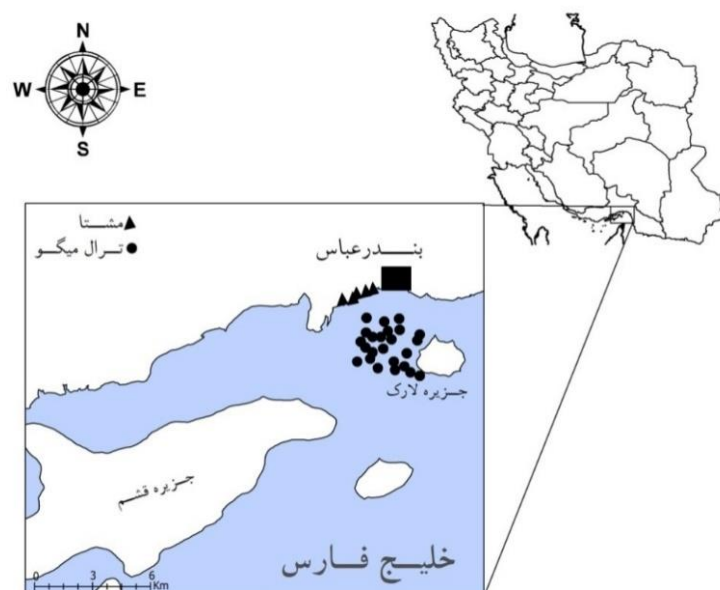
مدیریت مناسب و پایدار منابع دریایی از یک طرف وابسته

^۳ Bottom trawl

^۴ By-catch

^۱ acetes

^۲ Sergestidae



ذخایر بدست آورد (Sparre and Venema, 1998). این مطالعه با هدف تحلیل رشد و مرگ و میر ماهی شمسک بزرگ (*Ilisha megaloptera* Swainson, 1838) در آب های خلیج فارس (استان هرمزگان) صورت گرفت.

۲ | مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از آب‌های استان هرمزگان (از ۴' ۲۷° تا ۷' ۲۷° عرض شمالی و ۶' ۵۶° تا ۳۰' ۵۶° طول شرقی) به وسیله تور ثابت ساحلی مشتتا و تور ترال یال اسبی و ترال میگو (در فصل صید میگو) صورت گرفت (شکل ۲). نمونه‌برداری ۳۶۷ نمونه شمسک بزرگ از فروردین ۱۳۹۸ تا اسفند ۱۴۰۰ به صورت فصلی انجام شد.

شکل ۲- موقعیت جغرافیایی مکان نمونه برداری (نقاط نمونه‌برداری با دایره و مثلث مشکی مشخص شده است).

$$C = \frac{R}{K}$$

در روابط فوق n : تعداد نمونه‌ها؛ k : تعداد دسته؛ C : فاصله طبقات می‌باشد. برای مقایسه فراوانی طولی بین جنس نر و ماده از آزمون کولموگراف اسمیرنوف ۲ نمونه‌ای استفاده شد.

رابطه طول و وزن با استفاده از فرمول زیر بدست آمد (Biswas, 1993):

$$W = a \times L^b$$

در این رابطه w : وزن ماهی بر حسب گرم؛ L : طول کل ماهی بر حسب سانتی‌متر؛ a : مقدار ثابت که وابسته به فرم

به این موضوع که ترال کشی میگو عموماً به عنوان یکی از غیرانتخابی‌ترین روش‌های صید است (Kelleher, 2005; Eayrs, 2007; Cluas, 1997)، بنابراین نگرانی قابل ملاحظه‌ای در ارتباط با کاهش ذخایر جوان شمسک بزرگ که از طریق تور ترال کفروب صید می‌شود، وجود دارد.

علی‌رغم پراکنش وسیع این گونه و نیاز به استراتژی مدیریتی سازگار، متأسفانه در حال حاضر بیشتر اطلاعات مربوط به تاریخچه زندگی مانند ویژگی‌های بیولوژیکی، اکولوژیکی و رفتاری این گونه در آب‌های استان هرمزگان ناشناخته است. علاوه بر این پارامترهای پویایی جمعیت زیربنای مدل‌های تجزیه و تحلیلی در بحث ارزیابی ذخایر هستند و با محاسبه آن‌ها می‌توان اطلاعات دقیقی در مورد

بعد از جمع‌آوری، نمونه‌ها ابتدا در فرمالین ۵ درصد تثبیت و برای انجام آنالیزهای بعدی به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه ابتدا زیست‌سنجی نمونه‌ها شامل اندازه‌گیری طول کل و وزن بدن انجام شد. طول نمونه‌ها بوسیله خط‌کش زیست‌سنجی با دقت ۰/۱ سانتی‌متر و وزن آن‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شد. تعیین جنسیت نمونه‌ها بصورت ماکروسکوپی صورت گرفت. برای تعیین طبقات طولی از فرمول زیر استفاده شد (Stureges, 1926).

$$= \frac{(Max - Min) + 1}{K = 1 + 3.3 \log n}$$

معادله گولاند و هولت خطی شده برآورد شد:

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = K(L_{\infty} - L^-)$$

$\frac{\Delta L}{\Delta t}$ = نرخ تغییر طول در فاصله زمانی بین دو نمونه برداری

L^- = طول میانگین در فاصله زمانی بین دو نمونه برداری
 L_{∞} = طول بی نهایت

K = ضریب رشد ماهی شمسک

منحنی های رشد ترسیم و بر اساس روش ماکزیمم درست نمایی برازش شد.

نرخ مرگ و میر طبیعی با استفاده از رابطه (پائولی، ۱۹۸۰) بدست آمد:

$$\text{Log}(M) = -0.0066 - 0.279 \log(L_{\infty}) + 0.6543 \log(K) + 0.4634 \log(T)$$

M : مرگ و میر طبیعی و T میانگین درجه حرارت سالانه آب محل زندگی گونه مورد نظر است که در خلیج فارس ۲۶/۵ درجه سانتی گراد محاسبه شده است.

مرگ و میر کل (Z) با استفاده معادله زیر برآورد شد (Gayanilo and Pauly, 1997):

$$N_{i+1} = N_i e^{-Z(t_{i+1} - t_i)}$$

N_i : تعداد افراد در زمان t_i

N_{i+1} : تعداد افراد در زمان t_{i+1}

Z : ضریب مرگ و میر کل می باشد.

نرخ مرگ و میر صیادی (F) با استفاده از معادله زیر بدست آمد (Sparre & Venema, 1998).

$$Z = F + M \quad \text{رابطه (۳-۱۸)}$$

M : مرگ و میر طبیعی

Z : مرگ و میر کل

برای مقایسه شیب خط (b) بین جنس نر و ماده از آزمون t پائولی، برای بررسی نرمال بودن داده ها و سنجش اختلاف معنی دار بین نسبت نر و ماده از آزمون χ^2 (square) و برای مقایسه فراوانی طولی بین جنس نر و ماده از آزمون کولموگراف اسمیرنوف ۲ نمونه ای استفاده شد. برای محاسبات ارزیابی ذخایر از نرم افزارهای SPSS 21، Excel و FISAT II نسخه تحت ویندوز استفاده گردید.

۳ | نتایج

نتایج حاصل از بیومتری شمسک بزرگ صید شده در

بدن است، و b : نمای معادله توانی که مقدار آن نوع رشد بدن ماهی یعنی همگون یا ناهمگون بودن را نشان می دهد و شیب خط منحنی می باشد.

رشد براساس برازش تابع رشد ون برتالنفی براساس داده های فراوانی طولی و تعیین سن مورد بررسی قرار گرفت. معادله رشد فون برتالنفی به صورت زیر تعریف شد (Sparre & Venema, 1998).

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

تعیین سن در نمونه های شمسک بزرگ با استفاده از ساختار اتولیت صورت گرفت. اتولیت های سمت راست با کمک لوپ آزمایشگاهی مجهز به دوربین به مورد بررسی قرار گرفتند به گونه ای که روستروم اتولیت به سمت چپ متمایل بود. سپس شمارش حلقه های سالانه رشد به صورت دواير متحدالمرکز انجام شد و برای افزایش دقت شمارش از نرم افزار Adobe Photoshop-CSS نیز استفاده شد (Campana, 2004). همچنین از آزمون t -student جهت بررسی اختلاف معنی دار میان اتولیت های سمت راست و چپ استفاده شد و با توجه به نبود اختلاف معنی دار ($p > 0.05$) و در صورت تخریب یا مفقود شدن اتولیت سمت راست، جهت تعیین سن از اتولیت سمت چپ استفاده گردید.

در این رابطه L_t : طول متوسط در سن t ؛ L_{∞} : طول بی نهایت؛ K : ضریب رشد؛ و t_0 : زمان فرضی در جایی که طول صفر می باشد. مقدار t_0 از طریق معادله پائولی (Pauly 1980) برآورد شد:

$$\log - (t_0) = -0.3922 - 0.2752 \log L_{\infty} - 1.038 \log K$$

با استفاده از معادله زیر مدل رشد وزن- سن فون برتالنفی نیز برآورد شد (Haddon, 2011).

$$\hat{W}_t = w_{\infty} [1 - e^{-k[t-t_0]}]^b$$

در این رابطه $\hat{W}_t$: وزن متوسط در طول t ؛ b : شیب خط حاصل از رابطه طول و وزن؛ K : ضریب رشد؛ t_0 : زمان فرضی در جایی که طول صفر می باشد؛ و w_{∞} : وزن بی نهایت از فرمول زیر محاسبه می شود.

$$W_{\infty} = a L_{\infty}^b \quad \text{(رابطه ۸)}$$

بی شینه سن ماهی با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Pauly, 1983):

$$T_{max} = \frac{3}{K}$$

سپس پارامترهای رشد شامل L_{∞} ، K و L_0 بر اساس

شمسک بزرگ به ترتیب ۱۲/۷۹ و ۱۴/۱۵ سانتی‌متر بود. همچنین میانگین وزن کل در جنس‌های نر و ماده شمسک بزرگ به ترتیب برابر ۱۸/۶۱ و ۲۸/۳۴ گرم بدست آمد (جدول ۱).

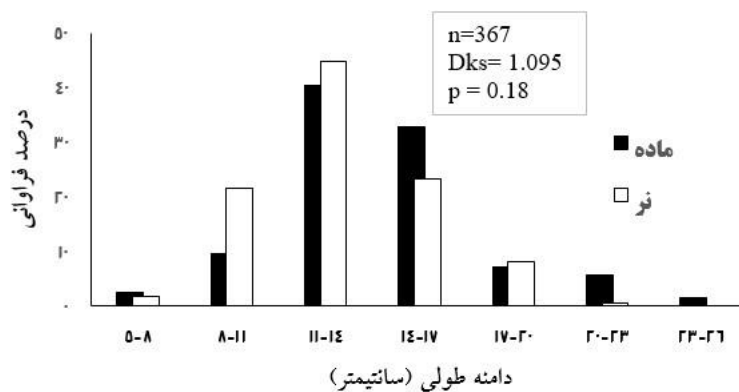
سواحل استان هرمزگان در سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۹۸ به تفکیک جنسیت در جدول ۱ نشان داده شده است. در مجموع ۳۶۷ نمونه شمسک بزرگ مورد بیومتری و مطالعه گناد قرار گرفت. میانگین طول کل در جنس‌های نر و ماده

جدول ۱: میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر طول کل و وزن کل شمسک بزرگ (*I. megaloptera*) در سواحل استان هرمزگان

جنسیت	تعداد	طول کل (سانتی‌متر)				وزن کل (گرم)			
		میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
نر	۱۷۲	۱۲/۷۹	۲/۷۹	۶	۲۰/۳	۱۸/۶۱	۱۲/۶۷	۱/۶	۷۲
ماده	۱۹۵	۱۴/۱۵	۳/۵۶	۶/۱	۲۵	۲۸/۳۴	۲۱/۹۹	۳/۴	۱۳۲
کل	۳۶۷	۱۳/۳۴	۳/۴۸	۴/۵	۲۵	۲۳/۳۳	۱۸/۰۰	۰/۹	۱۳۲

فراوانی در دامنه طولی ۱۱-۱۴ سانتی‌متر مشاهده شد (شکل ۳)

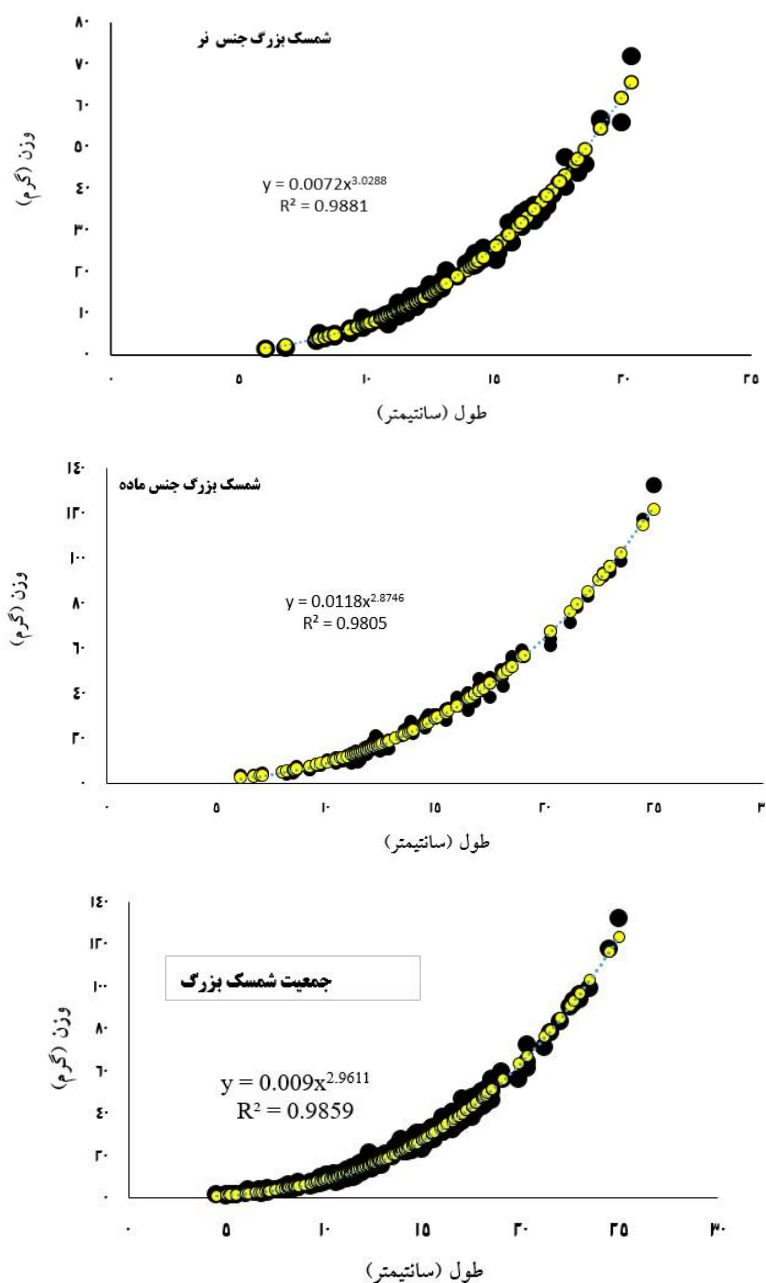
نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که توزیع فراوانی طولی برای دو جنس نر و ماده شمسک بزرگ دارای اختلاف معنی‌داری بود ($D_{KS} = ۱/۰۹۵$ ، $N = ۳۶۷$) و بیشترین



شکل ۳: توزیع فراوانی طولی شمسک بزرگ *I. megaloptera* نر و ماده (۳۶۷ عدد) در سواحل استان هرمزگان

همچنین رابطه نمایی در حالت معمول در جمعیت کل شمسک بزرگ برابر $(W=۰/۰۰۹L^{۲/۹۶})$ بدست آمد و به روش رگرسیون غیرخطی بهینه شده بوسیله حداقل مربعات برای کل جمعیت $(W=۰/۰۰۹۵L^{۲/۹۴})$ محاسبه شد (شکل ۴).

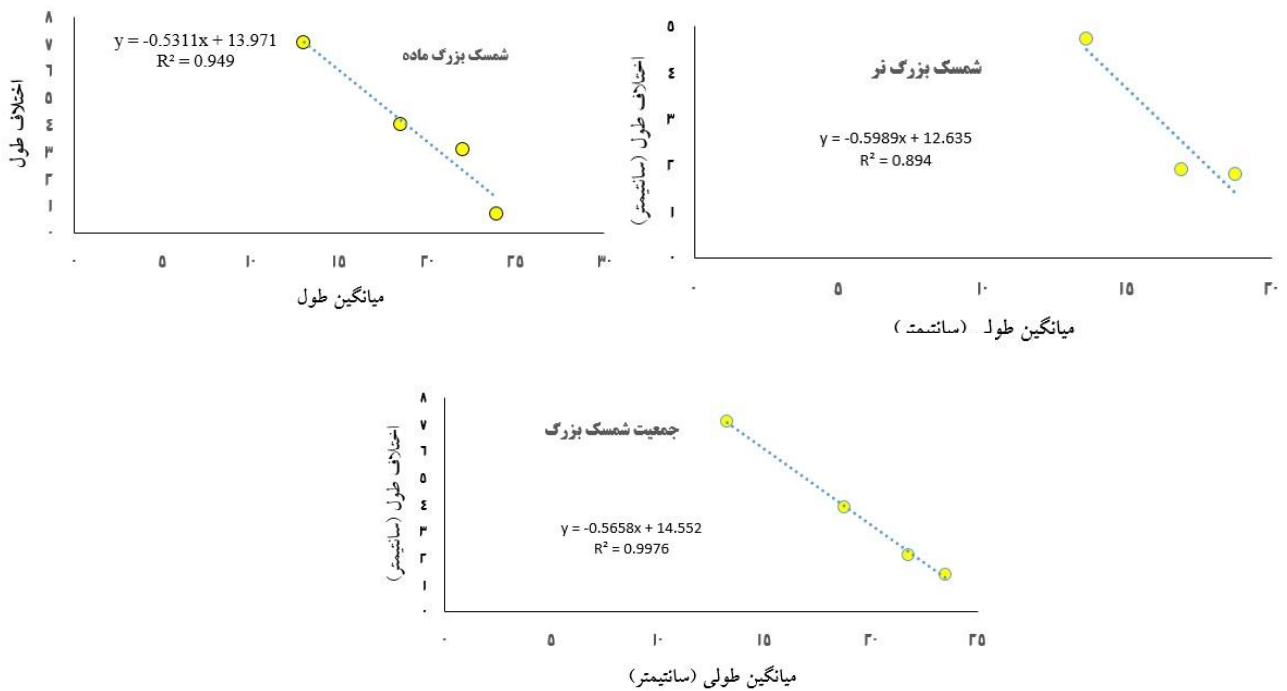
رابطه نمایی طول کل و وزن کل در حالت معمول برای جنس نر و ماده شمسک بزرگ به ترتیب $(W=۰/۰۰۷۲L^{۳/۰۲۸})$ و $(W=۰/۰۱۱۸L^{۲/۸۷})$ بدست آمد و به روش رگرسیون غیرخطی بهینه شده به وسیله حداقل مربعات برای جنس نر و ماده به ترتیب $(L^{۳/۰۳۴})$ $(W=۰/۰۰۸۴L^{۲/۸۷})$ محاسبه شد.



شکل ۴: رابطه طول-وزن شمسک بزرگ (*I. megalopectera*) در جنس‌های نر، ماده و کل در سواحل استان هرمزگان

در سال و ۲۰/۱۳ سانتی متر و در جمعیت شمسک بزرگ به ترتیب ۰/۵۸ در سال و ۲۵/۶۹ سانتی متر بدست آمد (شکل ۵).

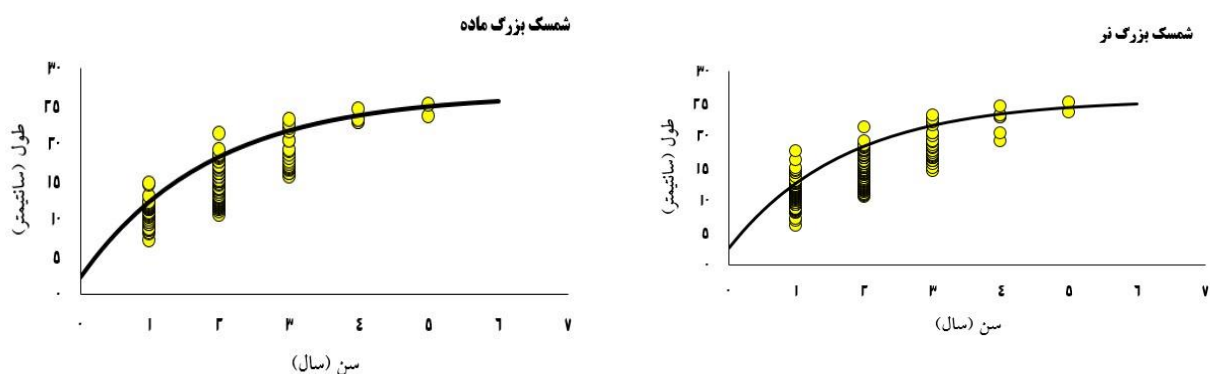
مقادیر K و L_{∞} براساس تعیین سن اتولیت و معادله گولاندوهورلت در جنس ماده شمسک بزرگ به ترتیب ۰/۵۳ در سال و ۲۶/۴۸ سانتی متر و در جنس نر به ترتیب ۰/۷۹

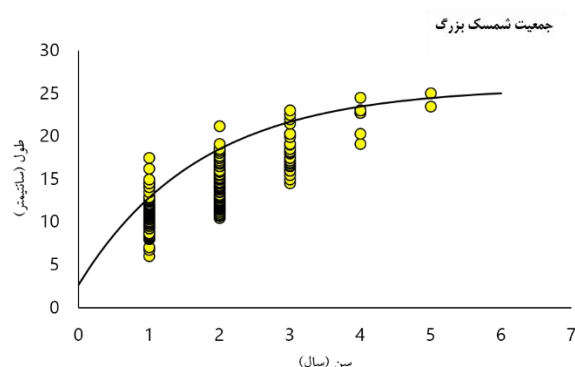


شکل ۵: معادله گولاندوهولت برای جنس نر، ماده و جمعیت شمسک بزرگ (*L. megaloptera*) در سواحل استان هرمزگان

و نر نشان داد که سرعت رشد تا ۲ سالگی برای ماده‌ها و تا سن یک سالگی برای نرها دارای سرعت رشد بالایی بودند اما بعد از این دوره سنی سرعت رشد به تدریج کاهش می‌یابد تا سرانجام به یک مجانب برسد (شکل ۶).

با توجه به L_{∞} و K محاسبه شده رابطه طول-سن برای جنس نر، ماده و جمعیت شمسک بزرگ ترسیم شد (شکل ۶). منحنی رشد ترسیم شده برای هر دو جنس ماهی شمسک بزرگ و جمعیت به یک مجانب منتهی شد. منحنی‌های رشد برای ماهی شمسک بزرگ در جنس ماده

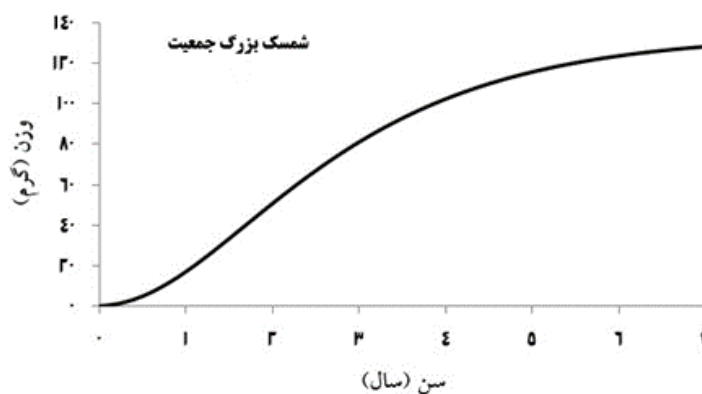
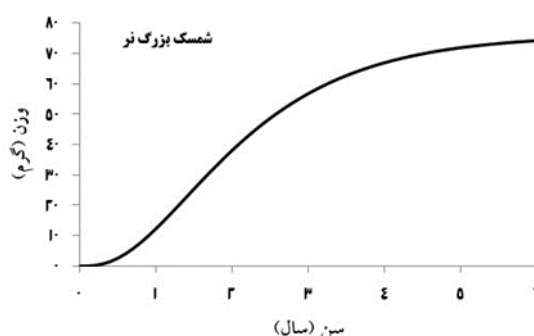
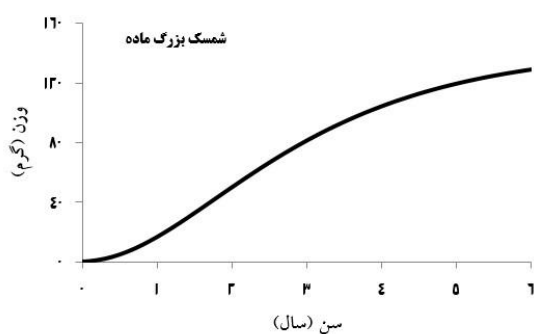




شکل ۶: رابطه طول-سن برای جنس نر، ماده و جمعیت شمسک بزرگ (*I. megalopectera*) در سواحل استان هرمزگان

ماهی شمسک بزرگ ترسیم شد. منحنی سن-وزن یک رابطه لجستیک بین تغییرات سن با وزن در طول زمان نشان می دهد (شکل ۷).

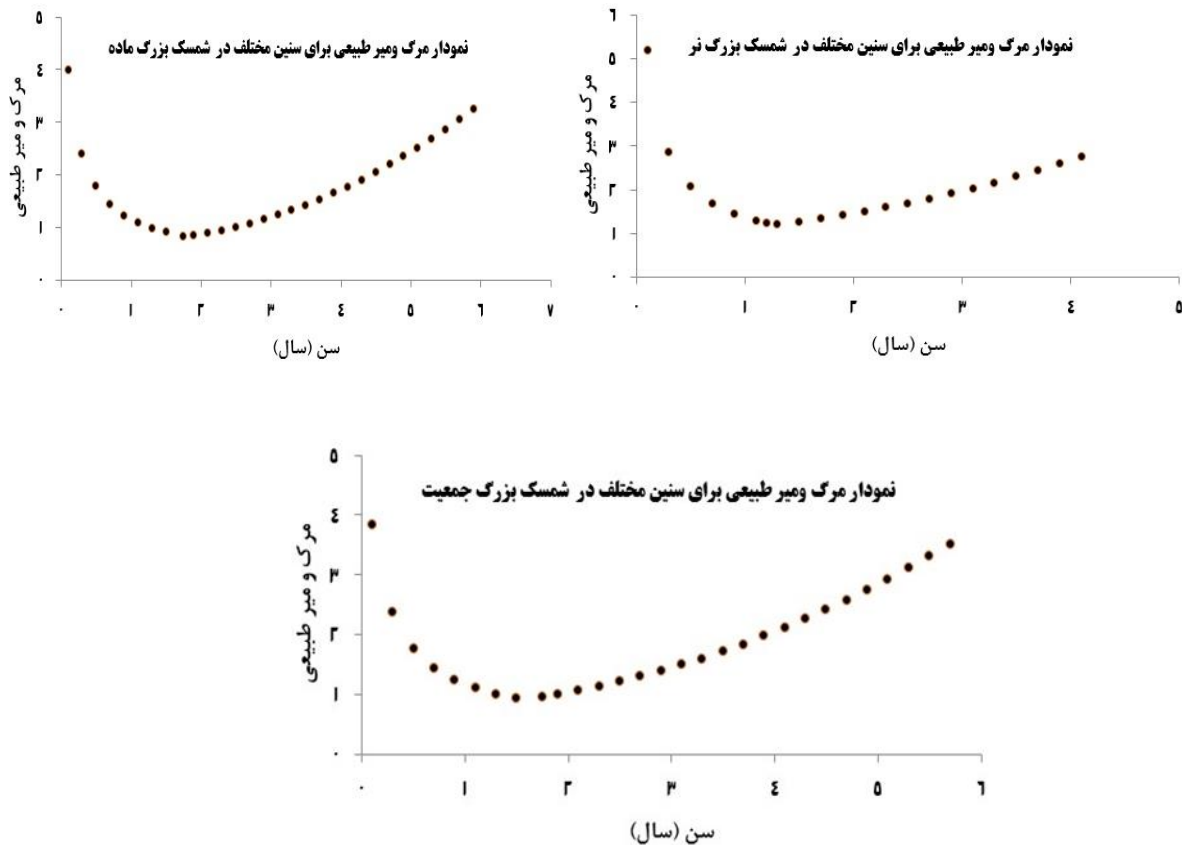
میزان وزن بی نهایت برای جمعیت، جنس نر و ماده به ترتیب: ۱۳۳/۶۷ گرم، ۱۴۳/۰۶۶ گرم و ۷۶/۰۷۳ گرم بدست آمد. منحنی سن-وزن برای جنس نر، ماده و جمعیت



شکل ۷ منحنی های برازش شده ارتباط سن-وزن در جنس ماده، نر و جمعیت شمسک بزرگ (*I. megalopectera*) در سواحل استان هرمزگان

پارامترهای برآورد شده به روش چن و واتابه محاسبه شد (شکل ۸).

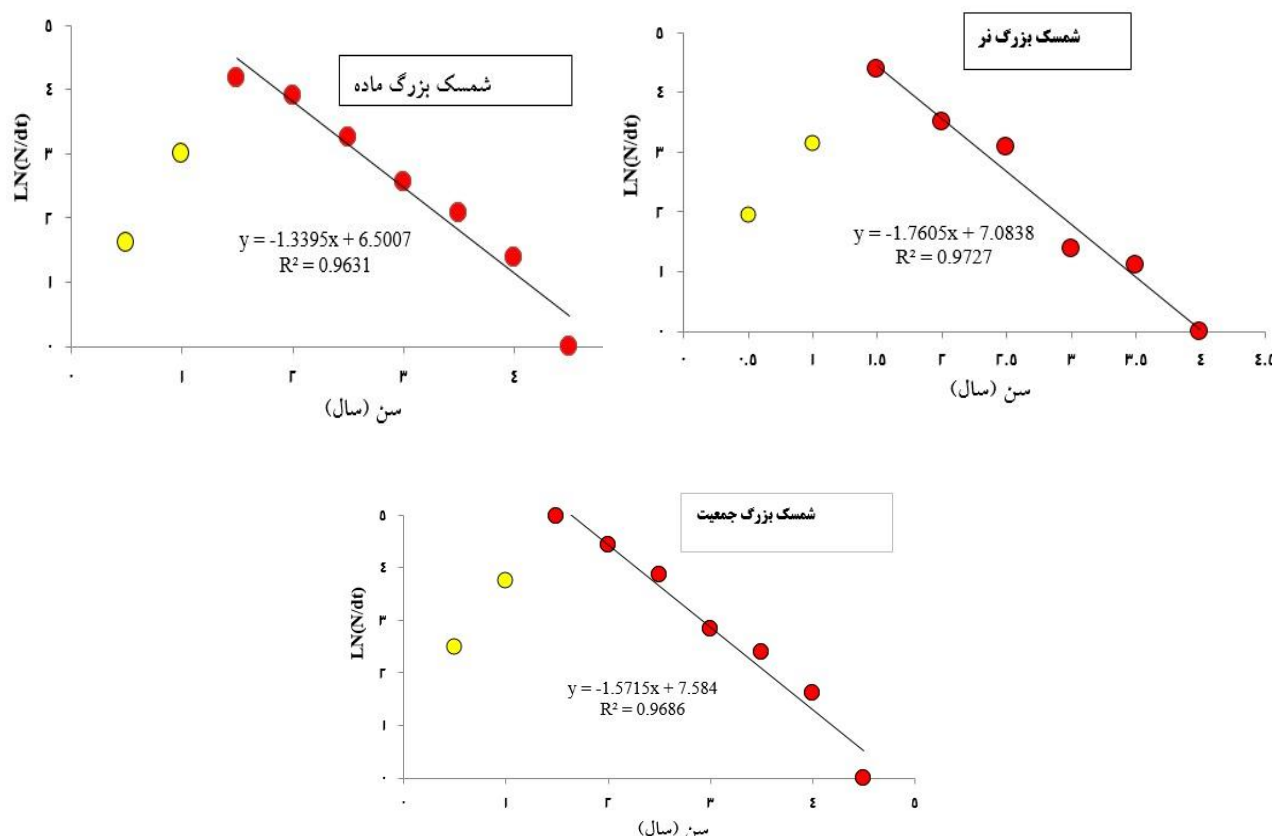
براساس روش پائولی، نرخ مرگ و میر طبیعی برای جمعیت شمسک بزرگ برابر ۱/۱۴ محاسبه شد. مرگ و میر طبیعی برای جنس نر، ماده و جمعیت شمسک بزرگ با توجه به



شکل ۸: منحنی مرگ و میر طبیعی در سنین مختلف در جنس نر، ماده و جمعیت شمسک بزرگ (*I. megaloptera*) به روش چن و واتابه

مرگ و میر طبیعی، صیادی و جمعیت به ترتیب ۰/۵۶، ۱/۲، ۰/۷۶ و ضریب بهره‌برداری ۰/۳۱ بدست آمد. در جمعیت شمسک بزرگ، نرخ مرگ و میر طبیعی، صیادی و کل به ترتیب ۰/۸۳، ۰/۷۴ و ۱/۵۷ برآورد شد و ضریب بهره‌برداری ۰/۴۷ بدست آمد.

مرگ و میر کل ماهی شمسک بزرگ به روش منحنی صید سنی برآورد شد (شکل ۹). براین اساس، نرخ مرگ و میر طبیعی، صیادی و کل در جنس ماده شمسک بزرگ به ترتیب ۰/۷۴، ۰/۵۹، ۱/۳۳ محاسبه شد. ضریب بهره‌برداری در جنس ماده این گونه ۰/۴۴ برآورد شد. در جنس نر، نرخ



شکل ۹: منحنی صید سنی برای جنس نر، ماده و جمعیت شمسک بزرگ (*I. megalopectera*) در سواحل استان هرمزگان

۴ | بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه تعداد ۴۸۱ نمونه ماهی شمسک بزرگ مورد بیومتری، توزین و تعیین جنسیت قرار گرفت، که ۱۹۵ جنس ماده و ۱۷۲ جنس نر بودند. در ۱۱۴ نمونه به علت عدم بلوغ یا مراحل اولیه تکامل جنسی، تعیین جنسیت ممکن نبود. دامنه طول کل در شمسک بزرگ بین ۲۵-۴/۵ سانتی متر قرار داشت که نسبت به چند مطالعه محدودی که تاکنون روی این گونه انجام شده است دامنه طولی کاملی را شامل می شود (جدول ۲).

میانگین طولی جنس های نر و ماده شمسک بزرگ (*I. megalopectera*) به ترتیب $14/15 \pm 0/25$ و $0/21 \pm$ ۱۲/۷۹ سانتی متر بدست آمد. نتایج آزمون تست تصادفی-سازی^۵ نشان داد که بین میانگین طول کل ماهی شمسک نر و ماده در محدوده مورد مطالعه در آب های استان هرمزگان اختلاف معنی داری وجود داشت ($p < 0/05$).

هر چند که آنالیزهای کولموگراف-اسمیرنف اختلاف معنی داری را بین دو جنس از لحاظ توزیع فراوانی طولی نشان نداد ($D_{KS} = 1.09$, $p > 0/05$). در مطالعات بسیاری بزرگتر بودن اندازه ماهیان ماده نسبت به جنس نر گزارش شده است (Im, et al, 2016, Horne et al, 2020). تغییرات در میزان دوشکلی بودن و تفاوت در اندازه ماهیان وابسته به جنسیت (SSD) می تواند به علت جنب و جوش فراوان بین جنس نر به علت رقابت برای جفت گیری و به هدر رفتن انرژی برای رشد، و همچنین سازگاری برای افزایش مانور و چابکی باشد و به نرها این امکان را می دهد که برای غذا و منابع با جنس ماده رقابت بهتری داشته باشند (Im, et al, 2016; Horne et al, 2020).

در این مطالعه میزان b برای هر دو گونه و هر دو جنس شمسک بزرگ (*I. megalopectera*) بین ۲/۵-۳/۵ برآورد شد. تاکنون مطالعات بسیار اندکی در مورد روابط

^۵ Randomization test

(2014) و (Zare et al 2013) دارد که علت این مساله می‌تواند نزدیکی جغرافیایی به مکان‌های مورد مطالعه باشد که بر پارامترهای روابط طول-وزن اثر معنی‌داری دارد (Froese, 2006 ; Banat et al, 1998) (جدول ۲).

طول و وزن ماهی شمسک بزرگ در سرتاسر دنیا صورت گرفته است. و میزان a و b بدست آمده در این مطالعه با تحقیقات پیشین همخوانی داشته و تقریباً در دامنه یکسانی قرار می‌گیرند. هرچند که میزان پارامترهای برآورد شده برای a و b مشابهت بیشتری با نتایج Daliri et al

جدول ۲: روابط طول-وزن برآورد شده برای ماهی شمسک بزرگ در مطالعات مختلف

کشور	منطقه	دامنه طولی (سانتیمتر)	جنسیت	شیب خط (b)	عرض از مبدا (a)	Reference
پاکستان	Indus delta, northern Arabian Sea	۹/۲۰-۵/۲	هر دو	۲/۷۷۹	۰/۰۱۸۱۰	Hussain et al., (2010)
ایران	ساحل هرمزگان	۸-۲۵/۵	نامشخص	۲/۸۳	۰/۰۱۲	Daliri et al., (2014)
ایران	خلیج فارس و دریای عمان	۲۱/۵-۳۶/۵	نامشخص	۲/۸۵	۰/۰۲۰۵۰	Mousavi-Sabet et al., (2016)
ایران	بندرعباس	۱۹/۹-۲۸/۷	نامشخص	۳/۰۴	۰/۰۰۶۳۰	Zare, et al, 2013
ایران	خلیج فارس و دریای عمان	۲۵-۶	ماده	۲/۸۲۸	۰/۰۱۳۴	مطالعه حاضر
ایران	خلیج فارس و دریای عمان	۲۰-۶/۳	نر	۳/۲۸	۰/۰۰۷۲	مطالعه حاضر
ایران	خلیج فارس و دریای عمان	۲۵-۶	جمعیت	۲/۹۴۰	۰/۰۰۹۵	مطالعه حاضر
ایران	خلیج فارس و دریای عمان	۴/۶-۱۲/۹	ماده	۲/۹۵۳	۰/۰۰۹۸	مطالعه حاضر
ایران	خلیج فارس و دریای عمان	۵/۹-۱۳/۸	نر	۳/۴۶۲	۰/۰۰۲۶	مطالعه حاضر
ایران	خلیج فارس و دریای عمان	۴/۶-۱۳/۸	جمعیت	۳/۰۸۶	۰/۰۰۶۸	مطالعه حاضر

در واقع نمایانگر تغییرات در شکل بدن ماهیان می‌باشد. در این مطالعه بیان شده که هر چقدر از مقادیر پایین‌تر a بسمت مقادیر بالاتر حرکت کنیم شکل بدن ماهیان از حالت کشیده‌تر و ماری شکل‌تر به سمت مرتفع‌تر و قطورتر پیش می‌رود (Froese, 2006). در واقع با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان گفت که شکل بدن ماهی شمسک نر کشیده‌تر و باریک‌تر از شکل بدن ماهی شمسک ماده می‌باشد. ممکن است علت قطورتر بودن جنس ماده پر بودن تخمدان‌ها در فصل یا عوامل فیزیولوژیکی دیگر باشد. مقادیر برآوردشده پارامترهای رشد فون برتالانفی میزان طول بی نهایی L_{∞} و ضریب رشد سالانه K نشان داد که جنس نر دارای ضریب رشد بالاتر (۰/۷۹ سال⁻¹) و طول بی‌نهایت کمتر (۲۰/۱۳ سانتی‌متر) بود، در حالی که جنس ماده رشد کندتر (۰/۵۳ سال⁻¹) اما طول بی‌نهایت بالاتری (۲۴/۴۸ سانتی‌متر) داشت. این الگو که در بسیاری از ماهیان پلاژیک کوچک مشاهده می‌شود، می‌تواند ناشی از استراتژی‌های متفاوت تخصیص انرژی بین دو جنس باشد (Pauly, 1980; Sparre & Venema, 1998).

در این مطالعه رابطه رگرسیون طول-وزن بین دو جنس مختلف برای ماهی شمسک بزرگ *I. megaloptera* مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که فاکتور جنسیت بر روابط طول-وزن شمسک بزرگ اثر معنی‌داری دارد ($p < ۰/۰۵$). ماهیان معمولاً نمی‌توانند شکل بدن خود را طی دوران زندگی ثابت نگه دارد و این روابط ممکن است خارج از معادلات باشد. از جمله دلایل این تغییرات می‌توان به نوسانات عوامل زیست‌محیطی، شرایط فیزیولوژی ماهی در زمان جمع‌آوری نمونه، جنسیت، پیشرفت گنادها و شرایط محیط زیست ماهی اشاره کرد (Banat et al, 1998). در مطالعه حاضر، نمونه‌های شمسک مورد بررسی در دامنه کامل طولی برای هر دو جنس بدست آمدند.

همچنین در این مطالعه، نمونه‌های شمسک بزرگ *I. megaloptera* در دامنه کامل طولی بدست آمد. عرض از مبدا برای شمسک بزرگ در جنس ماده و نر به ترتیب ۰/۰۱۳۴ و ۰/۰۰۷۲ بدست آمد. در مطالعه جامعی که بر روی ۱۲۲۳ گونه انجام شد بیان شد که تغییرات در میزان a

مرگ و میر

مقادیر نرخ مرگ و میر کل (Z) و مرگ و میر طبیعی (M) در این مطالعه، به‌ویژه برای نرها، نسبتاً بالا برآورد شد. این موضوع احتمالاً به دلیل چرخه زندگی کوتاه‌تر و سرعت رشد بالاتر این گونه است که در نتیجه باعث افزایش نرخ گردش جمعیتی می‌شود. (Morgan, 1985) ضریب بهره‌برداری (E) برای جمعیت کل برابر با ۰,۴۷ بود که به آستانه بهره‌برداری پایدار پیشنهادی گولاند ($E = 0.5$) نزدیک است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که هرگونه افزایش فشار صیادی می‌تواند ذخایر این گونه را تحت تأثیر قرار دهد، به‌ویژه با توجه به سهم بالای آن در صید ضمنی ترال میگو و در ترال ماهیان یال اسبی که در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان وجود دارد (Paighambari and Daliri, 2012; Hosseini et al., 2013, Raeisi, 2012).

مقایسه نتایج این مطالعه با مطالعات مشابه در آب‌های پاکستان و هند نشان می‌دهد که پارامترهای رشد و مرگ و میر *I. megalopectera* در خلیج فارس اندکی متفاوت است، که می‌تواند ناشی از شرایط محیطی مانند دما، شوری، و در دسترس بودن منابع غذایی باشد (Nunes et al., 2004). بر اساس نظریه متابولیک اکولوژیک، دما و در دسترس بودن غذا تأثیر مستقیمی بر ضریب رشد (K) و طول بی‌نهایت (L_{∞}) دارند، به‌طوری‌که افزایش دما معمولاً باعث افزایش K و کاهش L_{∞} می‌شود (Brown et al., 2004).

به طور کلی، با توجه به مطالعه انجام شده می‌توان این نتیجه رسید که، ذخایر ماهی شمسک بزرگ از نظر سنی، کوچکتر شده و همچنین میزان مرگ و میر در گروه‌های سنی

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه بر ضرورت اعمال اقدامات مدیریتی از جمله کنترل میزان صید ضمنی، تعیین فصل‌های ممنوعیت صید هم‌زمان با دوره‌های اوج تخم‌ریزی، و پایش مداوم پارامترهای پویایی جمعیت تأکید می‌کند. این اقدامات می‌توانند از کاهش ذخایر و اختلال در ساختار جمعیتی این گونه جلوگیری کنند و به بهره‌برداری پایدار در آب‌های خلیج فارس کمک نمایند. همچنین نتایج نشان

مختلف افزایش یافته است.

از آنجایی که این گونه، از گونه‌های گرمسیری به شمار می‌رود، میزان ضریب مرگ و میر طبیعی بالایی به دست آمد این موضوع به دلیل بالا بودن سرعت رشد بیشتر و طول عمر کوتاه‌تر این گونه‌ها می‌باشد و به نظر می‌رسد، تخمین این میزان از مرگ و میر طبیعی است (Kenchington, 2014). نتایج این مطالعه نشان داد که مدل چن و واتانابه برای توصیف مرگ و میر طبیعی ماهی شمسک نسبت به دیگر مدل‌ها برتری دارد. چون کمترین میزان خطا را برای برآورد مرگ و میر طبیعی این گونه نشان داد. همچنین این مدل، میزان مرگ و میر طبیعی را در تمامی گروه‌های سنی بصورت مجزا برآورد می‌کند و برخلاف مدل پائولی میزان مرگ و میر طبیعی را در تمام سنین ثابت در نظر نمی‌گیرد.

میزان مرگ و میر طبیعی برای ماهی شمسک بزرگ ماده در این مطالعه ۰/۷۴ در سال و برای ماهی شمسک نر ۱/۲ در سال بدست آمد. بطور کلی یکی از علت‌های تفاوت در میزان مرگ و میر طبیعی ماهیان می‌تواند این مساله باشد که مرگ و میر طبیعی ماهیان، شکار توسط پرندگان و دشمنان طبیعی در اکوسیستم شدت وابسته به جنس است و ماهیان نر به میزان بسیار بیشتری صید می‌شوند. نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهد که ممکن است علت این امر درخشان‌تر بودن و تنوع رنگی بالاتر جنس نر ماهیان نسبت به جنس ماده باشد که توجه شکارچیان طبیعی ماهیان مانند پرندگان دریایی را به خود جلب می‌کند (Keppeler, Reichard and Polačik, 2019; Haas, 1976 et al., 2016).

داد که جمعیت شمسک بزرگ (*I. megalopectera*) در آب‌های شمال شرق خلیج فارس از نظر نسبت جنسی و توزیع طولی نسبتاً متعادل بوده و از نظر پارامترهای رشد تفاوت‌هایی بین دو جنس وجود دارد. نرخ‌های رشد و مرگ و میر به‌دست‌آمده بیانگر آن است که این گونه دارای چرخه زندگی نسبتاً کوتاه و رشد سریع به‌ویژه در جنس نر است

References

- Aires-da-Silva, A. M., & Gallucci, V. F. (2007). Demographic and risk analyses applied to management of tropical tunas: a review. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*, 60(5), 1749–1763.
- Assadi, H., & Dehghani, R. (1997). *Atlas of Persian Gulf and Oman Sea Fishes*. Iranian Fisheries Research and Training Organization. (In Persian)
- Bald, J., Urkola, M. R., & Borja, Á. (2009). Impact of a trawling ban on the benthic communities of a coastal area of the Basque Country (northern Spain). *ICES Journal of Marine Science*, 66(5), 936–947.
- Banat, M. A., Saoud, M., & Abu-Hilal, A. H. (1998). Length-weight relationship of commercial fishes from the Gulf of Aqaba. *Marine Science Reports*, 42, 1–12.
- Biswas, S. P. (1993). *Manual of Methods in Fish Biology*. South Asian Publishers Pvt. Ltd.
- Brown, J. H., Gillooly, J. F., Allen, A. P., Savage, V. M., & West, G. B. (2004). Toward a metabolic theory of ecology. *Ecology*, 85(7), 1771–1789.
- Campana, S. E. (2004). Photographic and image analysis of fish otoliths. *ICES Journal of Marine Science*, 61(1), 123–132.
- Daliri, M., Moradinasab, A., Aghajanzpour, M., Andakhsh, M., Raeisi, H. & Bagheri Paeinkolaie, S. (2014). Length-weight relationships of five fish species from Hormozgan coastal waters (northeastern Persian Gulf). *Journal of Applied Ichthyology*, 31(1), 248–249. DOI:10.1111/jai.12635
- Carpenter, K. E., Krupp, F., Jones, D. A., & Zajonz, U. (1997). *The Living Marine Resources of Kuwait, Eastern Saudi Arabia, Bahrain, Qatar, and the United Arab Emirates*. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. FAO, Rome.
- Carvalho, G. R., & Hauser, L. (1994). Molecular genetics and the stock concept in fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 4, 326–350.
- Eayrs, S. (2007). *A Guide to Bycatch Reduction in Tropical Shrimp-Trawl Fisheries*. FAO, Rome.
- Fischer, W., & Bianchi, G. (1984). *FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes. Western Indian Ocean (Fishing Area 51)*. FAO, Rome.
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 241–253.
- Gunderson, D. R. (1980). Using r-k selection theory to predict natural mortality. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(6), 1040–1044.
- Gunderson, D. R., & Dygert, P. H. (1988). Reproductive effort as a predictor of natural mortality rate. *Journal of Fish Biology*, 33(1), 51–58.
- Haddon, M. (2011). *Modelling and Quantitative Methods in Fisheries* (2nd ed.). CRC Press.
- Haas, R. (1976). Sex-related differences in the vulnerability of fish to predation. *Ecology*, 57(5), 1040–1049.
- Hoeing, J. M. (1983). Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fishery Bulletin*, 81(4), 898–903.
- Im, J. H., Lee, C. G., & Park, J. H. (2016). Sexual size dimorphism and reproductive strategies in marine fish. *Journal of Fish Biology*, 89(2), 556–571.
- Jamshidi, A., Yavari, V., & Atayi, A. (2018). Evaluation of protein hydrolysate and surimi production from bycatch fish species. *Iranian Fisheries Science Journal*, 27(4), 81–92. (In Persian)
- Jensen, A. L. (1996). Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53(4), 820–822.
- Johnson, R. K. (1992). Family Pristigasteridae. In: *Fishes of the*

- Western North Atlantic, Yale University Press.
- Kazanchph, S. (1981). Biology of pelagic fishes and their ecosystem role in the Caspian Sea. *Marine Ecology Reports*, 19(2), 145–159.
- Kenchington, T. J. (2014). Natural mortality estimators for information-limited fisheries. *Fish and Fisheries*, 15(4), 533–562.
- Keppeler, F. W., et al. (2016). Predation risk and sexual dimorphism in tropical fish. *Environmental Biology of Fishes*, 99, 475–486.
- Kelleher, K. (2005). *Discards in the World's Marine Fisheries: An Update*. FAO Fisheries Technical Paper No. 470, Rome.
- King, M. (1995). *Fisheries Biology, Assessment and Management*. Fishing News Books.
- Le Robert, M. (2001). *Fish Population Dynamics*. Academic Press.
- Kumar, P. S., Mohamed, K. S., & Zacharia, P. U. (2018). Population dynamics of bigeye shad (*Ilisha megaloptera*) from the Arabian Sea. *Indian Journal of Fisheries*, 65(2), 54–60.
- McGurk, M. D. (1986). Natural mortality of marine pelagic fish eggs and larvae: role of spatial patchiness. *Marine Ecology Progress Series*, 34, 1–20.
- Moutopoulos, D. K., & Stergiou, K. I. (2002). Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 18(3), 200–203.
- Nunes, P. A. L. D., Markandya, A., & Brauer, I. (2004). *Use and Non-use Values of the Environment*. Springer.
- Paighambari, S. Y., & Daliri, M. (2012). Bycatch composition of shrimp trawl fisheries in Hormozgan waters. *Iranian Journal of Fisheries Science*, 11(3), 512–522. (In Persian)
- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *ICES Journal of Marine Science*, 39(2), 175–192.
- Punt, A. E., et al. (2000). Using length-based stock assessment methods to evaluate management strategies for data-poor fisheries. *Fisheries Research*, 49(3), 197–218.
- Reichard, M., & Polačik, M. (2019). Sexual dimorphism in coloration increases predation risk in male fish. *Behavioral Ecology*, 30(5), 1236–1243.
- Raeisi, H. 2012. Stock assessment and bycatch determination of trawl fishery in Largehead hairtail (*Trichiurus lepturus*) in Bushehr and Hormozgan waters. MSc thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. 73p. (In Persian).
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1998). *Introduction to Tropical Fish Stock Assessment. Part 1: Manual*. FAO Fisheries Technical Paper No. 306/1, Rev. 2, FAO, Rome.
- Valinassab, T., et al. (2006). Shrimp trawl bycatch in the Persian Gulf. *Iranian Fisheries Research Journal*, 15(1), 1–10.
- Zare, M., Reisi, H., & Daliri, M. (2013). Length-weight relationship of *Ilisha megaloptera* in Bandar Abbas waters. *Iranian Aquatic Ecology Journal*, 2(3), 20–28. (In Persian).
- Kenchington, T. J. (2014). Natural mortality estimators for information-limited fisheries. *Fish and Fisheries*, 15(4), 533–562.

نحوه استناد به مقاله:

حق پرست س.، ربیسی ه.، رحمانی ح.، پاتیمار ر.، رهنما ب. تحلیل رشد و مرگ و میر ماهی شمسک بزرگ *Ilisha megaloptera* (Swainson, 1838) در آب‌های خلیج فارس (استان هرمزگان). نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی. دانشگاه گنبد کاووس. ۱۴۰۴. ۱۳ (۲): ۱۲–۲۶

Haghpourast S., Reisi H., Rahmani H., Patimar R., Rahnama B. Growth, Mortality, and Length at Maturity of *Ilisha megaloptera* in the Northeastern Persian Gulf (Hormozgan Province, Iran). *Journal of Applied Ichthyological Research*, University of Gonbad Kavous. 2025, 13(2): 12-26.



Growth, Mortality, and Length at Maturity of *Ilisha megaloptera* in the Northeastern Persian Gulf (Hormozgan Province, Iran)

Sara Haghpourast^{1*}, Hadi Reisi², Hossein Rahmani³, Rahman Patimar⁴, Behzad Rahnama⁵

¹ Assistant Professor Department of Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

² Assistant Professor, Department of Fisheries, Gonbad Kavoos University, Gonbad, Iran ³

³ Associate Professor, Department of Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

⁴ Professor, Department of Fisheries, Gonbad Kavoos University, Gonbad Assistant Professor, ⁵ Department of Stock Assessment, Caspian Sea Ecology Research Center, Sari, Iran

Type:
Original Research Paper

Paper History:
Received: 23-11-2024
Accepted: 21-08-2025

Corresponding author:
Haghpourast S. Assistant Professor Department of Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Email:
sarah_haghpourast@yahoo.com

Abstract

This study aimed to estimate the growth and mortality parameters of the bigeye shad (*Ilisha megaloptera*) in the northeastern Persian Gulf (Hormozgan Province). A total of 367 specimens were seasonally collected using coastal set nets (mashata), shrimp trawl nets, and encircling gillnets from April 2019 to March 2022. The highest frequency for both sexes was observed within the 11–14 cm length class. The length–weight relationships were estimated as $W=0.0084L^{3.034}$ for females, $W=0.0116L^{2.87}$ for males, and $WW=0.0095L^{2.94}$ for the total population. Length distribution between sexes differed significantly. Based on otolith readings and the Gulland–Holt method, asymptotic length (L_{∞}) and growth coefficient (K) were estimated at 26.48 cm and 0.53 yr^{-1} for females, 20.13 cm and 0.79 yr^{-1} for males, and 25.69 cm and 0.58 yr^{-1} for the total population. Total mortality (Z) was calculated at 1.76 yr^{-1} for males, 1.33 yr^{-1} for females, and 1.55 yr^{-1} for the total population. The results indicate a relatively balanced sex ratio and length distribution, but notable differences in growth parameters between sexes. The estimated growth and mortality rates suggest a short life cycle and rapid growth, particularly in males.

Keywords: *Ilisha megaloptera*, growth parameters, mortality rates, exploitation, Persian Gulf, population dynamics