

تعیین نرخ رشد، مرگ و میر و نسبت بهره‌برداری ماهی تون منقوش (*Auxis thazard* (Lacepède, 1800)) در آب‌های شمال خلیج فارس و دریای عمان (محدوده استان هرمزگان)

- **محمد درویشی***: پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
- **سیامک بهزادی**: پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
- **علی سالارپوری**: پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
- **محمد مومنی**: پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۸

چکیده

ماهی تون منقوش یکی از گونه‌های خانواده تون ماهیان در شمال خلیج فارس و دریای عمان است. به منظور دستیابی به الگوی بهره‌برداری مناسب از ذخایر این گونه نیاز است که برخی شاخص‌های پویایی شناسی جمعیت آن مورد بررسی و سنجش قرار گیرد. اطلاعات موردنظر به صورت تصادفی ساده از سه تخلیه‌گاه عمده اصلی بندر سیریک، بندرعباس و بندر لنگه در استان هرمزگان از فروردین تا اسفند ۱۳۹۵ جمع‌آوری شدند. میانگین طول چنگالی ماهیان تون منقوش $33/9$ سانتی‌متر بود. مقادیر a و b در رابطه طول-وزن به ترتیب $10^{-1} \times 2$ و $3/3$ برآورد شدند که بیان‌کننده رشد آلومتریک این گونه می‌باشد. پیراسته‌های رشد K ، L_{∞} و t_0 به ترتیب $53/2$ سانتی‌متر، $8/8$ برسال و $-0/17$ سال به دست آمدند. طول چنگالی ماهی تون منقوش در پایان یک‌سالگی، دوسالگی و سه‌سالگی به ترتیب $32/3$ ، $43/8$ و $48/1$ سانتی‌متر بود. شاخص رشد برابر با $7/7$ محاسبه شد که با سایر مطالعات صورت گرفته مطابقت داشت. مرگ و میر کل، طبیعی و صیادی به ترتیب برابر با $2/45$ ، $1/03$ و $1/42$ برسال بودند. مقادیر F_{opt} و F_{limit} به عنوان نقاط مرجع زیستی به ترتیب $0/52$ و $0/68$ بر سال محاسبه شدند. نسبت بهره‌برداری برای این گونه $0/58$ تخمین زده شد.

کلمات کلیدی: ماهی تون منقوش، پیراسته‌های رشد، مرگ و میر، نقاط مرجع زیستی، خلیج فارس و دریای عمان



مقدمه

مواد و روش‌ها

شرایط مناسب آب‌های خلیج فارس و دریای عمان باعث گردیده که این پیکره آبی محل زیست و یا مهاجرت گونه‌های بسیاری از ماهیان باشد. ماهی تون منقوش (*Auxis thazard*) با نام انگلیسی Frigate tuna یا Frigate mackerel متعلق به خانواده تون ماهیان (Scombridae)، از زمره این ماهیان محسوب می‌گردد. ماهی تون منقوش از تون ماهیان مهم کرانه‌ای در آب‌های اقیانوس هند و دریاهای وابسته است (Ghosh و همکاران، ۲۰۱۲). این گونه یک ماهی سطح زی بوده که به‌طور معمول در آب‌های مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری یافت می‌شود (Kasim، ۲۰۰۲). ماهی تون منقوش همانند سایر تون ماهیان کرانه‌ای حداکثر تا عمق ۵۰ متری از سطح آب زندگی می‌کند (Herera و Pierre، ۲۰۱۲). روش‌های مختلف صید این گونه شامل گوشگیر سطح، پره ساحلی، تورهای محاصره‌ای و قلاب است (Abdussamad و همکاران، ۲۰۰۵). در ایران اصلی‌ترین روش صید این گونه به‌کارگیری گوشگیر سطح توسط شناورهای لنج و قایق بوده اما به‌مقدار کمی نیز توسط قلاب صید می‌شود (درویشی، ۱۳۹۵). براساس گزارش‌های کمیسیون تون ماهیان اقیانوس هند (IOTC= Indian ocean tuna commission) چهار کشور، بیش از ۹۰ درصد صید ماهی تون منقوش در حوزه اقیانوس هند را به‌خود اختصاص می‌دهند که شامل اندونزی (۵۹٪)، هندوستان (۱۴٪)، سریلانکا (۱۱٪) و ایران (۷٪) هستند (IOTC، ۲۰۱۴). میزان صید تون منقوش در آب‌های جنوب کشور در طی مدت دو دهه سال‌های ۱۳۷۶-۱۳۹۵ طی یک‌روند به‌شدت صعودی از ۵۶۴ به ۱۰۳۹۲ تن رسیده است (گزارش‌های آمار صید جنوب کشور). در این مدت استان هرمزگان با بیش از ۶۲ درصد کل صید در مقام اول بهره‌برداری از این گونه قرار دارد. شیلات ایران در راستای دست‌یابی به برنامه‌های بلندمدت پنج‌ساله، سیاست‌هایی را برای برداشت ذخایر گونه‌های مختلف تون ماهیان در دست اجرا دارد اما باید توجه داشت که حصول این برنامه‌ها بدون دست‌یابی به یافته‌های علمی و به‌کارگیری آن، ممکن است بهره‌برداری پایدار از ذخایر این ماهیان را با مشکل مواجه نماید. داشتن اطلاعات مربوط به شاخص‌های رشد، مرگومیر و همچنین نسبت بهره‌برداری و نقاط مرجع زیستی به عنوان فاکتورهای بهره‌برداری پایدار، کمک شایانی در بررسی وضعیت موجود و برنامه‌ریزی و مدیریت صید آن دارد. این مقاله به بررسی شاخص‌های یادشده از این گونه می‌پردازد. از مهم‌ترین مطالعات صورت گرفته بر روی ذخایر این گونه در آب‌های اقیانوس هند می‌توان به Hamidi و همکاران (۲۰۱۸)، Hartaty و Setyadji (۲۰۱۶)، Ghosh و همکاران (۲۰۱۲)، Abdussamad و همکاران (۲۰۰۵) و Joseph و همکاران (۱۹۸۶) اشاره نمود.

جهت دسترسی به اطلاعات فراوانی طولی و وزن ماهیان تون منقوش که توسط ابزار گوشگیر سطح صید شده بودند، سه منطقه عمده تخلیه صید بندرلنگه، بندرعباس و سیریک در استان هرمزگان جهت نمونه‌برداری انتخاب گردیدند. نمونه‌برداری‌ها به‌صورت ماهانه و به‌روش تصادفی ساده از فروردین تا اسفند ۱۳۹۵ انجام شد. شاخص طول چنگالی با دقت یک سانتی‌متر وزن کل با دقت ۰/۰۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل اطلاعات مربوط به پیراسنجه‌های پویایی جمعیت با استفاده از نرم‌افزار FiSAT II انجام شد (Gayaniilo و همکاران، ۱۹۹۶). اطلاعات به‌دست‌آمده از این پژوهش جهت به‌کارگیری در برنامه یادشده در طبقات طولی ۳ سانتی‌متری به صورت ماهانه دسته‌بندی شدند و قبل از تجزیه و تحلیل و به جهت حداقل رساندن خطای نمونه‌برداری، صاف (Smooth) شدند.

ارتباط وزن کل و طول چنگالی: جهت به دست آوردن رابطه بین وزن کل و طول چنگالی از رابطه نمایی زیر استفاده شد (Biswas، ۱۹۹۳):

که در آن: W : وزن کل به کیلوگرم، a : ضریب ثابت در رابطه نمایی، FL : طول چنگالی به سانتی‌متر، b : مقدار توان در رابطه نمایی از آزمون t -student با سطح اطمینان ۹۵٪ درصد جهت معنی‌دار بودن تفاوت مقدار b به‌دست‌آمده با ۳ استفاده شد. چنان‌چه مقدار b به‌دست‌آمده حاصل از رابطه توانی، با عدد ۳ اختلاف معنی‌داری داشته باشد، رشد آبری ناهمگون (Allometric) و چنان‌چه این اختلاف وجود نداشته باشد رشد آن همگون (Isometric) است (Pauly، ۱۹۸۴).

پیراسنجه‌های رشد L_{∞} ، K و t_0 : جهت تعیین ارتباط بین طول و سن ماهی تون منقوش از رابطه رشد غیر فصلی ون برتالانفی به صورت زیر استفاده شد (Pauly، ۱۹۸۷):

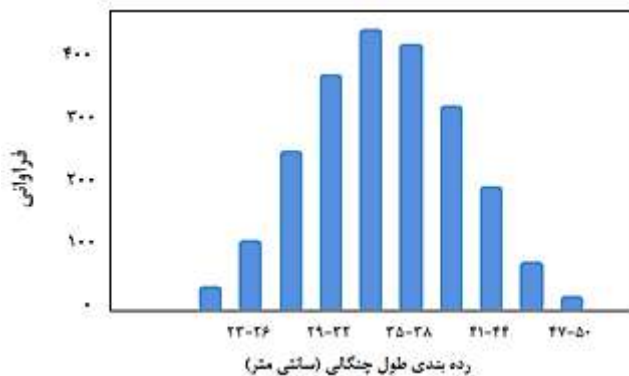
معادله رشد ون برتالانفی $L_t = L_{\infty} (1 - \exp(-K(t - t_0)))$ که در آن: L_t : طول چنگالی در سن t بر حسب سانتی‌متر، L_{∞} : طول چنگالی بی‌نهایت بر حسب سانتی‌متر، K : ضریب رشد (بر سال^{-۱})، t_0 : سن صفر (سن فرضی در زمانی که طول آبری صفر باشد که در واقع محل برخورد نمودار رشد با محور طولی است) بر حسب سال، t : سن آبری بر حسب سال محاسبه پیراسنجه رشد L_{∞} با استفاده از زیر برنامه پشتیبانی پیش‌بینی حداکثر طول با حدود اطمینان ۹۵٪ صورت گرفت. در تعیین مقدار پیراسنجه رشد K از روش ELEFAN 1 بهره‌گیری شد (در روش یادشده بهترین پیراسنجه رشد بر اساس حداکثر امتیاز در نظر گرفته می‌شود).

محاسبه سن صفر با استفاده از رابطه زیر انجام شد (Pauly، ۱۹۸۷):

F_{limit} : حد نرخ مرگومیر صیادی برابر با ۶۶ درصد نرخ مرگومیر طبیعی ($F_{limit}=2M/3$)

نتایج

فراوانی طولی: در مجموع ۲۰۸۳ ماهی تون منقوش مورد زیست سنجی قرار گرفتند. طول چنگالی کوچکترین ماهی اندازه گیری شده ۲۱ و بزرگترین آن ها ۴۹ سانتی متر بودند. میانگین طول چنگالی ماهیان $33/9 \pm 2/2147$ سانتی متر و بیشترین فراوانی در رده بندی طولی ۳۵-۳۸ سانتی متر با ۲۰ درصد فراوانی ها قرار داشتند (شکل ۱).



شکل ۱: توزیع فراوانی طول چنگالی ماهی تون منقوش در آب های شمال خلیج فارس و دریای عمان (محدوده استان هرمزگان ۱۳۹۵)

رابطه طول چنگالی - وزن: رابطه توانی طول- وزن از اطلاعات ۱۲۷ نمونه که به طور هم زمان مورد زیست سنجی طولی و وزنی قرار گرفته بودند به دست آمد. مقادیر a و b حاصل از رابطه توانی بین این دو متغیر به ترتیب برابر با $10^{-6} \times 2$ (کیلوگرم بر سانتی متر مکعب) و $3/3$ محاسبه گردیدند (شکل ۲). آزمون t -test نشان داد که مقدار b محاسبه شده با عدد ۳ در سطح ۹۵ درصد تفاوت معنی داری داشته ($P < 0/05$) که نشان دهنده رشد ناهمگون مثبت این گونه بود.

پیراسنجه های رشد L_{∞} و K : مقدار L_{∞} این گونه با درجه اطمینان ۹۵ درصد (محدوده $55/3 - 51/1$ سانتی متر) برابر با $53/2$ سانتی متر طول چنگالی محاسبه گردید (شکل ۳). براین اساس مناسب ترین ضریب رشد (K) در روش ELEFAN 1 برابر با $0/8$ بر سال با حداکثر امتیاز $0/33$ محاسبه شد که منحنی حاصله از معادله رشد ون برتالانفی پیروی می کرد (شکل ۴).

رابطه طول با سن: با استفاده از پیراسنجه های رشد به دست آمده مقدار t_0 برابر با $-0/17$ سال محاسبه شده و معادله رشد ون برتالانفی ماهی تون منقوش به صورت ذیل ارائه گردید:

$$Lt = 53/2 (1 - e^{-0/8(t+0/17)})$$

معادله رشد ون برتالانفی ماهی تون منقوش

$$\log(-t_0) = -0/3922 - 0/2752 \log(L_{\infty}) - 1/038 \log(K)$$

آزمون فی مونرو و ϕ (شاخص رشد): جهت مقایسه پیراسنجه های رشد L_{∞} و K به دست آمده از ماهی تون منقوش با سایر مطالعات رشد این گونه و همچنین ارزیابی صحت محاسبات صورت گرفته، از مدل ارائه شده توسط Munro و Pauly (۱۹۸۴) به قرار زیر استفاده شد:

$$\phi = \ln(K) + 2 \ln(L_{\infty})$$

معادله فی مونرو

نرخ مرگ و میر کل Z : در تعیین مرگومیر کل از روش موسوم به روش منحنی صید (Length converted catch curve method)، استفاده شد (Venema و Sparre، ۱۹۹۲). مقدار نرخ مرگ و میر کل با حدود اطمینان ۹۵٪ مورد محاسبه قرار گرفت:

$$\ln[N/dt] = a - Zt$$

معادله خطی بین لگاریتم تعداد ماهی بر تغییرات زمانی $\ln[N/dt]$ و سن مطلق ماهی:

که در آن: Z : نرخ مرگومیر کل (بر سال $year^{-1}$); N : تعداد در رده بندی طولی، dt : تغییرات زمانی، a : عرض از مبدأ معادله خطی، t : سن مطلق

نرخ مرگ و میر طبیعی M : در محاسبه نرخ مرگ و میر طبیعی از رابطه Pauly به صورت زیر استفاده گردید (Pauly، ۱۹۸۰):

$$\log(M) = -0/066 - 0/279 \log(L_{\infty}) + 0/6543 \log(K) + 0/4634 \log(T)$$

که در آن: M : نرخ مرگومیر طبیعی (بر سال $year^{-1}$); T : میانگین سالانه درجه حرارت محیط (درجه حرارت سطحی آب برای تون ماهیان) براساس درجه سانتی گراد، L_{∞} : طول بی نهایت بر حسب سانتی متر که بایستی بر مبنای طول کل در نظر گرفته شود

درجه حرارت سطحی آب در استان هرمزگان $28^{\circ}C$ محاسبه شده است (ابراهیمی، ۱۳۸۵). با توجه به آن که زندگی گروهی و گله ای آسیب پذیری جاندار در مقابل شکار توسط سایر آبزیان را کاهش می دهد، از این رو بسیاری از کارشناسان مقدار مرگومیر طبیعی به دست آمده از مدل فوق را در $0/8$ ضرب می کنند (Pillai و همکاران، ۱۹۹۳) که در محاسبه این مقدار برای ماهی تون منقوش، با توجه به گله ای بودن شیوه زندگی این ماهی ضریب یاد شده اعمال گردید.

نرخ مرگ و میر صیادی F : برای محاسبه نرخ مرگ و میر صیادی، نرخ مرگومیر طبیعی از نرخ مرگومیر کل کم شد (Sparre و Venema، ۱۹۹۲):

$$F = Z - M$$

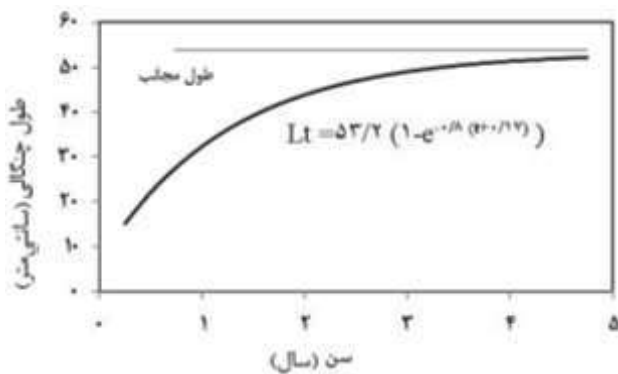
نسبت بهره برداری E : نسبت بهره برداری با تقسیم نرخ مرگ و میر صیادی بر نرخ مرگ و میر کل به دست آمد (Sparre و Venema، ۱۹۹۲):

$$E = F/Z$$

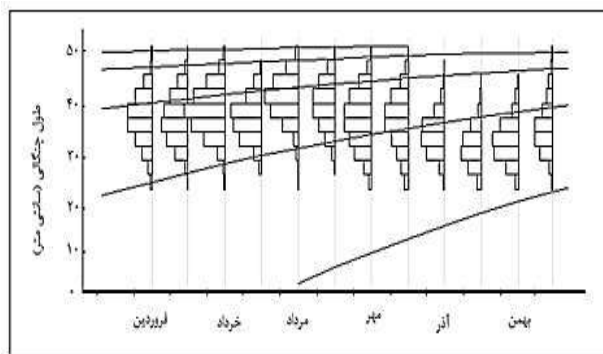
نقاط مرجع زیستی (BRP) Biological Reference Points:

نقاط مرجع زیستی در نظر گرفته شده در این تحقیق عبارت بودند از F_{limit} و F_{opt} (Patterson، ۱۹۹۲). که در آن: F_{opt} : بهینه نرخ مرگومیر صیادی برابر با ۵۰ درصد نرخ مرگومیر طبیعی ($F_{opt}=M/2$)





شکل ۵: ارتباط گستره طولی با سن ماهی تون منقوش در آب‌های شمال خلیج فارس و دریای عمان (محدوده استان هرمزگان ۱۳۹۵)



شکل ۶: رشد گروه‌های مختلف طولی ماهی تون منقوش در آب‌های شمال خلیج فارس و دریای عمان (محدوده استان هرمزگان ۱۳۹۵)

مرگ و میر کل Z : ارتباط خطی لگاریتم طبیعی تعداد آبی بر تغییرات زمان رسم و میزان مرگ و میر کل با سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با ۲/۴۵ بر سال محاسبه گردید (شکل ۷).

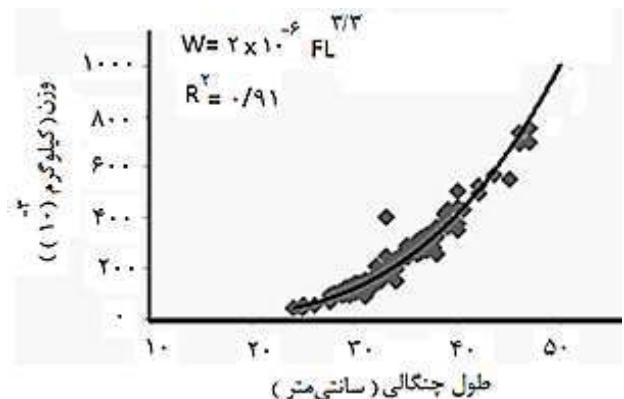
مرگ و میر طبیعی M : مقدار مرگ و میر طبیعی با در نظر گرفتن پیراسنجه‌های رشد به دست آمده، ۱/۰۳ بر سال (ضرب شده در ۰/۸) محاسبه شد.

مرگ و میر صیادی F : نرخ مرگ و میر صیادی، برابر با ۱/۴۲ بر سال به دست آمد.

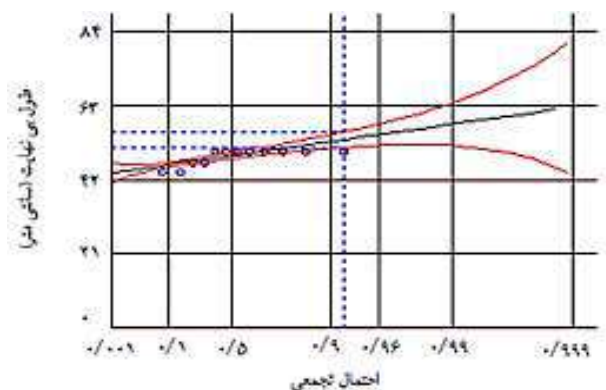
نسبت بهره‌برداری E : نسبت بهره‌برداری ماهی تون منقوش در زمان بررسی و با استفاده از معادله ذکر شده، ۰/۵۸ محاسبه شد.

نقاط مرجع زیستی: با توجه به مقدار مرگ و میر طبیعی به دست آمده، میزان مرگ و میر صیادی بهینه (F_{opt}) برابر با ۰/۵۲ و مقدار حد مرگ و میر صیادی (F_{limit})، برابر با ۰/۶۸ بر سال محاسبه شدند.

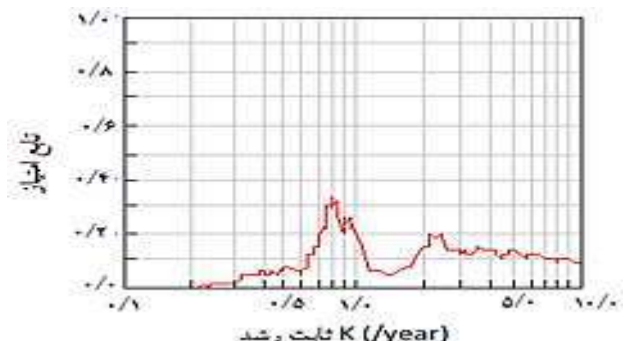
براین اساس منحنی ارتباط گستره طولی با سن ماهی تون منقوش رسم شد (شکل ۵). این نتایج نشان داد که طول چنگالی ماهی تون منقوش در پایان سال اول ۳۲/۳، سال دوم ۴۳/۸ و سال سوم ۴۸/۱ سانتی‌متر می‌باشد. شکل ۶ منحنی رشد گروه‌های طولی مختلف را در ماهی تون منقوش نشان می‌دهد.



شکل ۷: رابطه طول چنگالی - وزن ماهی تون منقوش در آب‌های شمال خلیج فارس و دریای عمان (محدوده استان هرمزگان ۱۳۹۵)



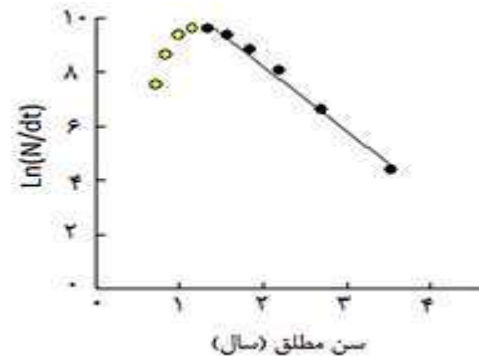
شکل ۸: پیش‌بینی طول بی‌نهایت (L_{∞}) ماهی تون منقوش در آب‌های شمال خلیج فارس و دریای عمان (محدوده استان هرمزگان ۱۳۹۵)



شکل ۹: انتخاب مناسب‌ترین ضریب رشد ماهی تون منقوش در آب‌های شمال خلیج فارس و دریای عمان (محدوده استان هرمزگان ۱۳۹۵)



اکوسیستم‌های آبی نقش دارد. این روابط قادرند اطلاعات ارزنده‌ای در خصوص محیط زندگی ماهی، دوره‌های حیات و حتی سلامت گونه را نشان دهند (Froese و همکاران، ۲۰۱۱). در این بررسی مقدار a در رابطه توانی طول-وزن برابر با 2×10^{-6} (کیلوگرم بر سانتی‌متر مکعب) و مقدار b برابر با $3/3$ به‌دست آمد که نشان‌دهنده رشد ناهمگون مثبت ماهی تون منقوش بود. Ghosh و همکاران (۲۰۱۲) به نتایج مشابهی در خصوص رشد ناهمگون مثبت این گونه در آب‌های هندوستان رسیدند. در تحقیق نامبردگان مقدار a برابر با $0/01$ (گرم بر سانتی‌متر) و مقدار b برابر با $3/17$ برآورد گردید. علت تفاوت مقادیر a و b می‌تواند به تغییرات شرایط محیطی، فیزیولوژی ماهی، جنسیت، پیشرفت غدد جنسی، میزان غذای قابل‌دسترس در محیط، زمان و روش نمونه‌برداری و همچنین منطقه بررسی بستگی داشته باشد (Pitcher، ۲۰۰۲). در این بررسی ارتباط طول با سن ماهی تون منقوش نشان داد که طول چنگالی این ماهی در پایان سال اول $32/3$ ، سال دوم $43/8$ و سال سوم $48/1$ سانتی‌متر می‌باشد این بدان معنی است که این گونه تا سن سه‌سالگی تقریباً به حداکثر رشد خود در منطقه مورد بررسی می‌رسد. Hamidi و همکاران (۲۰۱۵) دریافتند که ماهیان تون منقوش در آب‌های غرب Aceh طی فرآیند رشد سریع، در سن سه‌سالگی به طول تقریبی 48 سانتی‌متر می‌رسند که با تحقیق حاضر مشابهت دارد. Ghosh و همکاران (۲۰۱۲) در گزارش خود در آب‌های هندوستان طول ماهیان تون منقوش را در سال اول $40/65$ و در سال دوم $52/75$ سانتی‌متر به‌دست آوردند. مقایسه نتایج حاصله نشان‌دهنده آن است که این گونه دارای رشد سریعی به‌خصوص تا سن یک‌سالگی است. دانشمندان عقیده دارند که استراتژی رشد سریع در سنین اولیه زندگی واکنشی از طرف آبزیان در جلوگیری از شکار شدن توسط سایر جانداران است (Lessen و Medley، ۲۰۰۰). پژوهش حاضر پیراسنجه‌های رشد L_{∞} و K را به ترتیب $53/2$ سانتی‌متر و $0/8$ بر سال به‌دست داد. معمولاً طول مجانب از نقطه‌ای به نقطه دیگر متفاوت است، زیرا تخمین طول مجانب به‌شدت تحت تأثیر بزرگ‌ترین طول یافت شده در جمعیت مورد بررسی است (Binohlan و Froese، ۲۰۰۰). مقدار طول مجانب محاسبه شده در این تحقیق کم‌تر از مقادیر به‌دست آمده توسط Hartaty و Setyadji (۲۰۱۶)، Ghosh و همکاران (۲۰۱۲)، Joseph و همکاران (۱۹۸۶) و بیش‌تر از بررسی‌های Hamidi و همکاران (۲۰۱۸)، Ghosh و همکاران (۲۰۱۰) و Abdussamad و همکاران (۲۰۰۵) بود. از طرفی ضریب رشد محاسبه شده کم‌تر از مقادیر گزارش شده توسط Hamidi و همکاران (۲۰۱۸)، Ghosh و همکاران (۲۰۱۲)، Ghosh و همکاران (۲۰۱۰) و Abdussamad و همکاران (۲۰۰۵) و بیش‌تر از محاسبات ارائه‌شده توسط Hartaty و Setyadji (۲۰۱۶) و Joseph و همکاران (۱۹۸۶) بود. در مجموع



شکل ۷: منحنی صید و تعیین مرگ‌ومیر کل ماهی تون منقوش در آب‌های شمال خلیج فارس و دریای عمان (محدوده استان هرمزگان ۱۳۹۵)

بحث

در این بررسی طی دوره یک‌ساله ۲۰۸۳ ماهی زرده مورد زیست سنجی قرار گرفتند. Hoeing و همکاران (۱۹۸۷)، تعداد نمونه‌برداری بیش از ۱۵۰۰ را براساس یک دوره یک‌ساله و به منظور ارزیابی ذخایر و تخمین پیراسنجه‌های رشد و مرگ و میر ماهیان به‌روش پیشرفت فراوانی طولی، در حد عالی بیان می‌کنند. محدوده طولی ماهیان اندازه‌گیری شده در تحقیق حاضر بین ۲۱ تا ۴۹ سانتی‌متر طول چنگالی بودند. Robert و همکاران (۱۹۹۷) طول چنگالی ماهیان تون منقوش در آب‌های نیوزیلند را بین ۲۶ تا ۴۱ سانتی‌متر گزارش کردند که در مقایسه با تحقیق حاضر دامنه طولی کم‌تری را نشان می‌دهد. این محدوده برای ماهیان تون منقوش در آب‌های تایلند ۲۵-۴۵ می‌باشد (Tao و همکاران، ۲۰۱۲). Ghosh و همکاران (۲۰۱۲) طول ماهیان صید شده در آب‌های هندوستان را ۱۸ تا ۵۴ سانتی‌متر ارائه نمودند که بیش‌ترین فراوانی ماهیان در محدوده طولی ۳۴-۳۶ سانتی‌متر بوده است. در تحقیق حاضر بیش‌ترین فراوانی طولی ماهیان در بازه طولی ۳۵-۳۸ سانتی‌متر قرار داشتند. در گزارش‌های دیگری در آب‌های هندوستان، طول چنگالی ماهیان تون منقوش در منطقه غربی این آب‌ها ۱۸ تا ۵۶ سانتی‌متر (Abdussamad و همکاران، ۲۰۰۵) و در منطقه Andhra Pradesh بین ۲۰ تا ۴۶ سانتی‌متر گزارش شده‌اند (Sujatha، Iswarya و Yesaki، ۲۰۱۲). Yesaki (۱۹۸۹) بر این عقیده است که علت تفاوت در محدوده‌های طولی اندازه‌گیری شده گونه‌های مختلف تون ماهیان در مناطق مختلف را می‌توان علاوه بر تفاوت در روش‌های مختلف صید، به عوامل مهاجرت‌های وابسته به طول و حضور گروه‌های مختلف سنی در یک منطقه و در زمان مشخص ارتباط داد. ارتباط طول-وزن در ماهیان از روابط مهمی است که در تعیین توده زنده، مطالعات بوم‌شناسی و مدل‌سازی و ارزیابی ذخایر در

محاسبات انجام شده از این تحقیق تشابه فراوانی را با مطالعات Abdussamad و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد (جدول ۱). یکی از خصوصیات بارز یک ذخیره آن است که در دوره‌های مختلف، پیراسنجه‌های رشد آن در یک محدوده جغرافیایی خاص متناسب با یکدیگر هستند (Pauly, ۱۹۸۴). درواقع کاربرد شاخص رشد برای مقایسه ضرایب رشد ماهیان هم‌شکل است (Pauly و Munro, ۱۹۸۴). در پژوهش حاضر مقدار ϕ مونرو برابر با ۷/۷ محاسبه گردید که در

مقایسه با این مقدار در سایر مطالعات صورت گرفته، مشابهت داشت. درخصوص تفاوت در برآورد پیراسنجه‌های رشد، صرف‌نظر از آن‌که کاربرد روش‌های متفاوت سبب اختلافاتی در محاسبات آن می‌گردد، اما تفاوت در شاخص‌های رشد تا حد زیادی به رده‌بندی‌های طولی اندازه‌گیری شده بستگی دارد (Dudley و همکاران, ۱۹۹۲). گرچه Haddon (۲۰۱۱) معتقد است تفاوت‌های زیست‌محیطی مانند دستیابی به غذا، دما و غیره تأثیر بیش‌تری در این خصوص دارند.

جدول ۱: پیراسنجه‌های رشد برآورد شده ماهی تون منقوش در نقاط مختلف

ϕ^*	t_0 (سال)	L_{∞} (سانتی‌متر)	K (بر سال)	منطقه بررسی	منبع
۷/۶	-۰/۱۹۹	۴۸/۳	۰/۸۶	آب‌ای غرب Aceh	Hamidi و همکاران (۲۰۱۸)
۷/۵		۵۷/۴۹	۰/۵۸	Sibolga	Setyadji و Hartaty (۲۰۱۶)
۸/۳	-۰/۰۰۷	۵۷/۹۵	۱/۲	آب‌های هندوستان	Ghosh و همکاران (۲۰۱۲)
۷/۶		۴۶/۶	۰/۹۳	آب‌های Veraval هندوستان	Ghosh و همکاران (۲۰۱۰)
۷/۷		۵۲/۹	۰/۸۲	آب‌های هندوستان	Abdussamad و همکاران (۲۰۰۵)
۷/۵		۵۸	۰/۵۸	آب‌های سریلانکا	Joseph و همکاران (۱۹۸۶)
۷/۷	-۰/۱۷	۵۳/۲	۰/۸	شمال خلیج فارس و دریای عمان	تحقیق حاضر

* شاخص‌های رشد (ϕ) توسط نویسندگان مورد محاسبه قرار گرفته‌اند.

مرگ و میر کل اساس نظریه‌های مربوط به یک ذخیره بهره‌برداری شده است و هر چه این مقدار بیش‌تر باشد، ذخیره سریع‌تر کاهش یافته و حداکثر سن آبی نیز کم‌تر می‌شود. مرگ و میر کل در واقع به دو عامل انسانی (در ارتباط با نرخ مرگ و میر صیادی) و طبیعی (در ارتباط با مرگ و میر طبیعی)، بستگی دارد و در واقع همه عواملی که باعث کاهش میزان بقاء و در نتیجه مقدار ذخیره می‌گردد (Cadima, ۲۰۰۳). نرخ مرگ و میر کل، مرگ و میر طبیعی و صیادی در این بررسی به ترتیب ۲/۴۵، ۱/۰۳ و ۱/۴۲ (بر سال) محاسبه شدند. Hamidi و همکاران (۲۰۱۵) این مقادیر را برای ماهیان تون منقوش در آب‌های غرب Aceh به ترتیب یاد شده ۱/۴۸، ۱/۴۶ و ۰/۰۲ (بر سال) محاسبه کردند. در گزارش دیگری در آب‌های هندوستان، مقدار مرگ و میر کل برابر با ۴/۸۹، مرگ و میر طبیعی ۱/۶۵ و مرگ و میر صیادی برابر با ۳/۲۴ (بر سال) مورد محاسبه قرار گرفته‌اند (Ghosh و همکاران, ۲۰۱۲). گرچه مقادیر نقاط مرجع زیستی در این بررسی کم‌تر از مرگ و میر صیادی جاری به دست آمدند اما باید توجه داشت که مقادیر F_{opt} و F_{limit} به عنوان نقاط مرجع زیستی، در مواردی که ذخایر یک گونه و صید آن به شدت روند کاهشی داشته باشند بسیار مفید خواهد بود که در این گونه موارد میزان مرگ و میر صیادی را به ۵۰ یا ۶۶ درصد مرگ و میر طبیعی کاهش می‌دهند (Patterson, ۱۹۹۲). با در نظر گرفتن صید سال‌های اخیر از این گونه، این روند درخصوص ماهی تون منقوش در آب‌های استان هرمزگان مشاهده

نشده است، بنابراین شاید نتوان در این خصوص استنادی به برداشت بیش از حد از ذخایر این گونه نمود. شاید یکی از کارآمدترین کاربردهای نرخ‌های مرگ و میر، استفاده از آن‌ها در برآورد نسبت بهره‌برداری باشد. استفاده از نسبت بهره‌برداری به تنهایی، شاید روشی سریع برای شناخت وضعیت ذخیره در حال برداشت باشد. از نسبت بهره‌برداری پیشنهاد شده بهینه ۰/۵ در مدیریت‌هایی که اطلاعات اندکی از ساختارهای سنی و طولی در دسترس است، استفاده می‌گردد (Pauly, ۱۹۸۴). در مطالعه حاضر نسبت بهره‌برداری برابر با ۰/۵۸ (۰/۶۶ محاسبه گردید. در مطالعه Ghosh و همکاران (۲۰۱۲) مقدار E برابر با ۰/۶۶ محاسبه گردیده اما از آن‌جا که مقدار Emax بیش‌تر از نسبت بهره‌برداری بود امکان توسعه صید مطرح گردید. در مطالعه Hamidi و همکاران (۲۰۱۵) در آب‌های غرب Aceh، مقدار نسبت بهره‌برداری تنها ۰/۰۱ گزارش گردید که بر این اساس پیشنهاد افزایش صید این ماهی در منطقه یاد شده ارائه گردید. گرچه در پژوهش حاضر مقدار Emax مورد محاسبه قرار نگرفت اما به نظر می‌رسد با توجه به اختلاف کم نسبت بهره‌برداری با مقدار پیشنهادی Pauly (۱۹۸۴)، گزینه صید بیش از حد ذخایر ماهی تون منقوش نتواند به طور جدی مطرح گردد. به کارگیری مدل‌های تولید بر احیای نسبی و زی‌توده بر احیای نسبی می‌تواند نتایج قابل استنادی در این خصوص به دست دهد و از این رو پیشنهاد استفاده از مدل‌های یاد شده در مطالعات آینده ارائه می‌شود.



منابع

۱۴. **Hartaty, H. and Setyadji, B., 2016.** Parameter Populasi Ikan Tongkol Krai (*Auxis thazard*) Di Perairan Sibolga dan Sekitarnya. Journal Bawal Widya Riset Perikanan Tangkap. Vol 3, pp: 183-190.
۱۵. **Herera, M. and Pierre, L., 2009.** Status of IOTC databases for neritic tuna. IOTC-2009-WPDCS-06. 46 p.
۱۶. **Indian Ocean Tuna Commission (IOTC), 2014.** Report of the Fourth Session of the IOTC Working Party on Neritic Tunas Phuket, Thailand WPNT04– R[E]. 58 p.
۱۷. **Iswarya, D. and Sujatha, K., 2012.** Fishery and some aspects of reproductive biology of two coastal species of tuna, *Auxis thazard* (Lacepède, 1800) and *Euthynnus affinis* (Cantor, 1849) off north Andhra Pradesh, India. Indian Journa Fisheries. Vol 4, pp: 67-76.
۱۸. **Joseph, L.; Maldeniya, R. and Van der Knaap, M., 1986.** Fishery and age and growth of kawakawa (*E. affinis*) and frigate tuna (*A. thazard*). In: Collective Volume of Working Documents presented at the Expert Consultation on Stock Assessment of Tunas in the Indian Ocean, Colombo, Sri Lanka, 4-8 December Indo-Pacific Tuna Development Management Programme. Vol. 2, pp: 113-123.
۱۹. **Kasim, H.M., 2002.** Fishery, growth, mortality rates and stock assessment of *Auxis thazard* (Lacepede) along Tuticorin coast, Gulf of Mannar. In: Ayyappan, S., Jena, J. K. and Mohan Joseph, M. (Eds.), The Fifth Indian Fisheries Forum Proceedings, Bhubaneswar, Orissa. 355 p.
۲۰. **Lessen, H. and Medley, P., 2000.** Virtual population analysis. Apractical manual for stock assessment. FAO fisheries technical paper No. 400, Rome, FAO. 129 p.
۲۱. **Patterson, K., 1992.** Fisheries for pelagic species: An empirical approach to management targets. Review in Fish Biology and Fisheries. Vol. 2, pp: 321-338.
۲۲. **Pauly, D. and Morgan, G.R., 1987.** Length-Based method in fisheries research. International Center for Living Aquatic Resources Management. Kuwait Institute for Science Research. 468 p.
۲۳. **Pauly, D. and Munro, J., 1984.** Once more on the comparision of growth in fish and invertebrates, Fishbyte. 2,21.
۲۴. **Pauly, D., 1980.** On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. Journal Du Conseil International Pour L'Exploration De La Mer. Vol. 39, pp: 175-192.
۲۵. **Pauly, D., 1984.** Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators, ICLARM Stud. Rev. Vol. 8, pp: 325-356.
۲۶. **Pauly, D., 1987.** A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. pp: 7-34. In D. Pauly and G. R. Morgan (eds). Length-based methods in Fisheries research. ICLARM conference proceedings. 468 p.
۱. **ابراهیمی، م.، ۱۳۸۵.** مطالعات مستمر هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج فارس و تنگه هرمز (آب‌های محدوده استان هرمزگان). مؤسسه تحقیقات شیلات ایران (موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور). تهران. ۱۵۴ صفحه.
۲. **درویشی، م.، ۱۳۹۵.** ارزیابی توسعه صید سنتی ماهی هوور (*Thunnus tonggol*) با استفاده از شاخص‌های دینامیک جمعیت در خلیج فارس و دریای عمان (آب‌های استان هرمزگان). پایان‌نامه دکتری. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۹۲ صفحه.
۳. **Abdussamad, E.M.; Pillai, P.P.; Kasim, H.M. and Balasubramaniam, T.S., 2005.** Fishery and population characteristics of coastal tunas at Tuticorin. Journal Marine Biology. India. Vol. 1, pp: 50-56.
۴. **Abussamad, E.M.; Koya, K.P.; Rohith, P. and Kuriakose, S., 2013.** Neritic tuna fishery along the Indian coast and biology and population characteristics of longtail and frigate tuna. IOTC–WPNT03. Vol. 1, pp: 2-8.
۵. **Biswas, S.P., 1993.** Manual of methods in fish biology, South Asian publishers. 157 p.
۶. **Cadima, E.L., 2003.** Fish Stock Assessment Manual. FAO fisheries Technical Paper No. 393. Rome. 161 p.
۷. **Dudley, R.G.; Aghanashinikar, A.P. and Brothers, E.B., 1992.** Management of the Indo-Pacific Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*) in Oman. Fisheries Research. Vol 15, pp: 17-43.
۸. **Froese, R. and Binohlan, C., 2000.** Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. Journal of Fish Biology. Vol 56, pp: 758-773.
۹. **Gayanilo, F.C.; Sparre, P. and Pauly, D., 1996.** The FAO ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT), User's guide. (Fisheries). FAO Computerized Information Series. No. 8. ROME, ITALY. 126 p.
۱۰. **Ghosh, S.; Pillai, N.G.K. and Dhokia, H.K., 2010.** Fishery, population characteristics and yield estimates of coastal tunas at Veraval. Indian Journal of Fisheries. Vol 2, pp: 7-13.
۱۱. **Ghosh, S.; Sivadas, M.; Abdussamad, E.M.; Rohit, P.; Koya, K.P.; Joshi, K.K. and Sebastine, M., 2012.** Fishery, population dynamics and stock structure of frigate tuna *Auxis thazard* (Lacepede, 1800) exploited from Indian waters. Indian Journal of Fisheries. Vol. 59, pp: 95-100.
۱۲. **Haddon, M., 2011.** Modelling and Quantitative Methods in Fisheries. 2nd edn, Chapman and Hall. 449 p
۱۳. **Hamidi, F.; Jaliadi, M. and Rizal, M., 2018.** Structure of size and growth pattern of frigate mackerel (*Auxis thazard*) in fish landing base of ujong baroh meulaboh. International Journal of Fisheries and Aquatic Research. Vol. 3, pp: 16-21.



۲۷. Pillai, P.P.; Pillai, N.G.; Sathianandan, K.T.V. and Kesavan Elaythu, M.N.K., 1993. Fishery Biology and stock assessment of *Scomberomorous commerson* (lacepede 1800) from the South_West Coast in India.IPTP Collective. Vol. 8, pp: 56-61.
۲۸. Roberts, E.P.; Eggleston, D. and James, G.D., 1997. Frigate tuna *Auxis thazard* in New Zealand waters (note). Fisheries Research Division, Ministry of Agriculture and Fisheries. Wellington, New Zealand.
۲۹. Tao, Y.; Mingrul, C.; Jianguo, D.; Zhenbin, L. and Shengyun, Y., 2012. Age and growth changes and population dynamics of the black pomfret (*Parastromateus niger*) and the frigate tuna (*Auxis thazard*) in the Taiwan Strait. Department of Oceanography, Xiamen University, Xiamen 361005, China Lat. Am. Journal Aquatic Research. Vol 3, pp: 649-656.



Growth, Mortality and exploitation ratio of *Auxis thazard* (Lacepède, 1800) in the Northern Persian Gulf and Oman Sea waters (Hormozgan Province Zone)

- **Mohammad Darvishi***: Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran
- **Siamak Behzadi**: Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran
- **Ali Salarpouri**: Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran
- **Mohammad Momeni**: Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran

Received: August 2019

Accepted: November 2019

Key words: *Auxis thazard*, Growth parameters, Mortality, Biological reference point, Persian Gulf and Oman Sea

Abstract

Auxis thazard is one of species of scombridae family in the Persian Gulf and Oman Sea. In order to come up with the responsible fishing pattern, there was a need to identify some of characteristics and population dynamic parameters. Data were collected randomly from three major artisanal fish-landing sites Bandar Sirik, namely Bandar Abbas and Bandar Lengeh in Hormozgan Province, from April 2016 to March 2017. The average fork length estimated 33.9 cm. The "a" and "b" parameters in Length- Weight relationship were estimated 0.000002 and 3.3 respectively and showed that *A. thazard* has allometric growth. The growth parameters of L_{∞} , K and t_0 were computed 53.2 (cm), 0.8 (1/year) and -0.17 year respectively. The fork length attained at the end of 1, 2 and 3 years to be 32.3, 43.8 and 48.1 cm respectively. Growth performance index calculated 7.7 which was in agreement with the finding of the other studies. Total mortality, natural mortality and fishing mortality were estimated 2.45, 1.03 and 1.42 (1/year) respectively. The F_{opt} and F_{limit} as biological reference point were calculated 0.52 and 0.68 (1/year) respectively. The exploitation ratio was estimated 0.58.

* Corresponding Author's email: m.davishi70@yahoo.com

