(DOI): 10.22034/aej.2020.112957

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

- **محمد درویشی***: پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، موسسهٔ تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
- **سیامک بهزادی**: پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، موسسهٔ تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
- **علی سالارپوری**: پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، موسسهٔ تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
- **محمد مومنی**: پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، موسسهٔ 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 خلیج‌فارس و دریای عمان است. به‌منظور دست‌یابی به الگوی بهره‌برداری مناسب از ذخایر این گونه نیاز است که برخی شاخص‌های پویایی شناسی جمعیت آن موردبررسی و سنجش قرار گیرد. اطلاعات موردنظر به‌صورت تصادفی ساده از سه تخلیه‌گاه عمده اصلی بندرسیریک، بندرعباس و بندرلنگه در استان هرمزگان از فروردین تا اسفند ۱۳۹۵ جمع‌آوری شدند. میانگین طول چنگالی ماهیان تون منقوش ۳۳/۹ سانتی‌متر بود. مقادیر a و b در رابطه طول- وزن به‌ترتیب ۲×۱۰^{-۶} و ۳/۳ برآورد شدند که بیان‌کننده رشد آلومتریک این گونه می‌باشد. پیراسنجه‌های رشد $L\infty$، K و t0 به‌ترتیب ۵۳/۲ سانتی‌متر، ۰/۸ برسال و ۰/۱۷- سال به‌دست آمدند. طول چنگالی ماهی تون منقوش در پایان یک‌سالگی، دوسالگی و سه‌سالگی به‌ترتیب ۳۲/۳، ۴۳/۸ و ۴۸/۱ سانتی‌متر بود. شاخص رشد برابر با ۷/۷ محاسبه شد که با سایر مطالعات صورت گرفته مطابقت داشت. مرگ ومیر کل، طبیعی و صیادی به‌ترتیب برابر با ۲/۴۵، ۱/۰۳ و ۱/۴۲ برسال بودند. مقادیر Fopt و Flimit به‌عنوان نقاط مرجع زیستی به‌ترتیب ۰/۵۲ و ۰/۶۸ بر سال محاسبه شدند. نسبت بهره‌برداری برای این گونه ۰/۵۸ تخمین زده شد.

کلمات کلیدی: ماهی تون منقوش، پیراسنجه‌های رشد، مرگ‌ومیر، نقاط مرجع زیستی، خلیج‌فارس و دریای عمان

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: m.darvishi70@yahoo.com

(DOI): 10.22034/aej.2020.112957

مقدمه

شرایط مناسب آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان باعث گردیده که این پیکره آبی محل زیست و یا مهاجرت گونه‌های بسیاری از ماهیان باشد. ماهی تون منقوش (*Auxis thzard*) 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 درصدصیدماهی تون‌منقوش درحوزه اقیانوس هند را به‌خود اختصاص می‌دهندکه شامل اندونزی (۵۹٪)، هندوستان(۱۴٪)،سریلانکا(۱۱٪) و ایران (۷٪) هستند (IOTC، ۲۰۱۴). میزان صید تون منقوش در آب‌های جنوب کشور درطی مدت‌دو دهه سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۷۶ طی یک‌روند به‌شدت‌صعودی‌از ۵۶۴به ۱۰۳۹۲ تن‌رسیده‌است (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 ایران‌درراستای‌دست‌یابی‌به‌برنامه‌های‌بلندمدت‌پنج‌ساله، 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 ماهیان‌رابا 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.

مواد و روش‌ها

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 (Gayanilo 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):

$$W= a.FL^b$$

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. چنان چه مقدار b به‌دست‌آمده حاصل از رابطه توانی، با عدد ۳ اختلاف معنی‌داری داشته باشد، رشد آبزی ناهمگون (Allometric) و چنان‌چه این اختلاف وجود نداشته باشد رشد آن همگون (Isometric)است(Pauly، ۱۹۸۴).

پیراسنجه‌های رشد$L\infty$ ، 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 $$Lt = L\infty (1-exp (- K (t-t_0)))$$

که در آن:Lt: طول چنگالی در سن t بر حسب سانتی‌متر،$L\infty$: طول چنگالی بی‌نهایت برحسب سانتی‌متر، K: ضریب رشد (برسال$year^{-1}$)، t_0: سن صفر (سن فرضی در زمانی که طول آبزی صفر باشد که درواقع محل برخورد نمودار رشد با محور طولی است) بر حسب سال،t : سن آبزی برحسب سال محاسبه پیراسنجه رشد $L\infty$ 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 درنظر گرفته می‌شود).

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

(DOI): 10.22034/aej.2020.112957

$Log(-t_0) = -۰/۳۹۲۲ - ۰/۲۷۵۲ Log(L\infty) - ۱/۰۳۸ Log(K)$

آزمون فی مونرو φ (شاخص رشد): جهت مقایسه پیراسنجه‌های رشد $L\infty$ و K به‌دست‌آمده از ماهی تون منقوش با سایر مطالعات رشد این گونه و هم‌چنین ارزیابی صحت محاسبات صورت گرفته، از مدل ارائه شده توسط Pauly و Munro (۱۹۸۴) به قرار زیر استفاده شد:

معادله فی مونرو $\varphi = Ln(K) + ۲ Ln(L\infty)$

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

معادله خطی بین لگاریتم طبیعی تعداد ماهی بر تغییرات زمانی (Ln[N/dt]) و سن مطلق ماهی: $Ln[N/dt]= a-Zt$

که در آن: Z: نرخ مرگ‌ومیر کل (بر سال $year^{-1}$)، N: تعداد در رده‌بندی 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 به‌صورت زیر استفاده گردید (Pauly، ۱۹۸۰):

$Log (M) = -۰/۰۰۶۶ - ۰/ ۲۷۹ Log (L\infty) + ۰/ ۶۵۴۳ Log (K) + ۰/۴۶۳۴ Log (T)$

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 سانتی‌گراد، $L\infty$: طول بی‌نهایت بر حسب سانتی‌متر که بایستی بر مبنای طول کل در نظرگرفته شود

درجه‌حرارت سطحی آب در استان هرمزگان ۲۸^{oC} محاسبه شده است (ابراهیمی، ۱۳۸۵). با توجه به آن‌که زندگی گروهی و گله‌ای آسیب‌پذیری جاندار در مقابل شکار توسط سایر آبزیان را کاهش می‌دهد، ازاین‌رو بسیاری از کارشناسان مقدار مرگ‌ومیر طبیعی به‌دست‌آمده از مدل فوق را در ۰/۸ ضرب می‌کنند (Pillai و همکاران، ۱۹۹۳) که در محاسبه این مقدار برای ماهی تون منقوش، با توجه به گله‌ای بودن شیوه زندگی این ماهی ضریب یادشده 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 بهره‌برداری E: نسبت بهره‌برداری با تقسیم نرخ مرگ و میر صیادی بر نرخ مرگ و میر کل به‌دست آمد (Sparre و Venema، ۱۹۹۲): $E=F/Z$

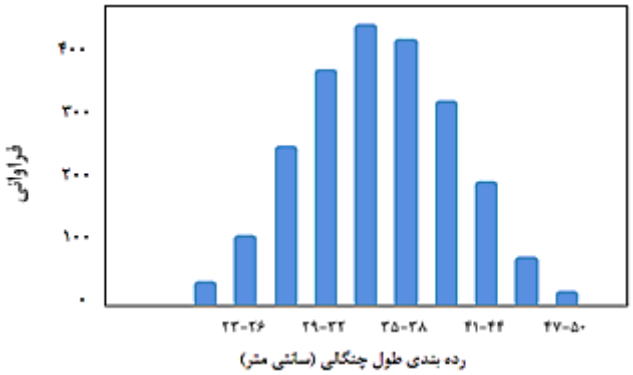
نقاط مرجع زیستی (Biological Reference Points (BRP):

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

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

نتایج

فراوانی طولی: درمجموع ۲۰۸۳ ماهی تون منقوش مورد زیست سنجی قرارگرفتند. طول چنگالی کوچک‌ترین ماهی اندازه‌گیری شده ۲۱ و بزرگ‌ترین آن‌ها ۴۹ سانتی‌متر بودند. میانگین طول چنگالی ماهیان ۲/۲۱۴۷±۳۳/۹ سانتی‌متر و بیش‌ترین فراوانی در رده‌بندی طولی ۳۸-۳۵ سانتی‌متر با ۲۰ درصد فراوانی‌ها قرار داشتند (شکل ۱).



شکل ۱: توزیع فراوانی طول چنگالی ماهی تون منقوش در آب‌های شمال خلیج‌فارس و دریای عمان (محدوده استان هرمزگان ۱۳۹۵)

رابطه طول چنگالی – وزن: رابطه توانی طول- وزن از اطلاعات ۱۲۷ نمونه که به‌طور هم‌زمان مورد زیست‌سنجی طولی و وزنی قرارگرفته بودند به دست آمد. مقادیر a و b حاصل از رابطه توانی بین این دو متغیر به‌ترتیب برابر با ۲×۱۰^{-۶} (کیلوگرم بر سانتی‌متر مکعب) و ۳/۳ محاسبه گردیدند (شکل ۲). آزمون t-test نشان داد که مقدار b محاسبه‌شده با عدد ۳ در سطح ۹۵ درصد تفاوت معنی‌داری داشته ($P<۰/۰۵$) که نشان‌دهنده رشد ناهمگون مثبت این گونه بود.

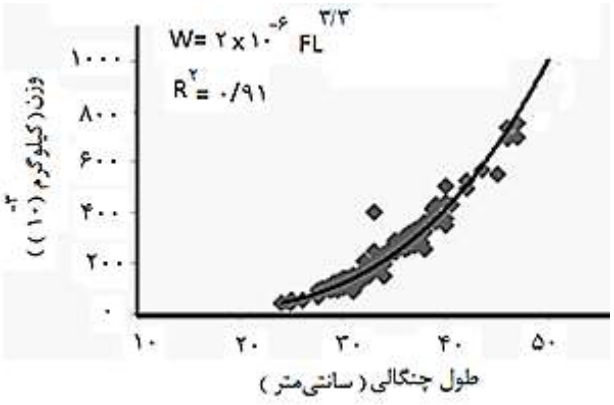
پیراسنجه‌های رشد $L\infty$ و K: مقدار $L\infty$ این گونه با درجه اطمینان ۹۵ درصد (محدوده ۵۵/۳- ۵۱/۱ سانتی‌متر) برابر با ۵۳/۲ سانتی‌متر طول چنگالی محاسبه گردید (شکل ۳). براین اساس مناسب‌ترین ضریب رشد (K) در روش ELEFAN 1 برابر با ۰/۸ بر سال با حداکثر امتیاز ۰/۳۳ محاسبه شد که منحنی حاصله از معادله رشد ون برتالانفی پیروی می‌کرد (شکل ۴).

رابطه طول با سن: با استفاده از پیراسنجه‌های رشد به‌دست آمده مقدار t_0 برابر با ۰/۱۷- سال محاسبه شده و معادله رشد ون برتالانفی ماهی تون منقوش به‌صورت ذیل ارائه گردید:

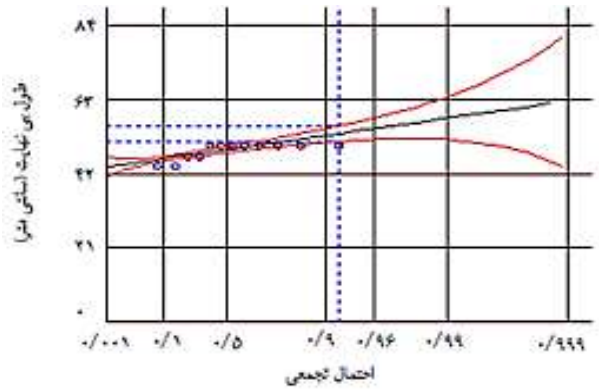
معادله رشد ون برتالانفی ماهی تون‌منقوش $Lt=۵۳/۲(۱-e^{-۰/۸ (t+۰/۱۷)})$

(DOI): 10.22034/aej.2020.112957

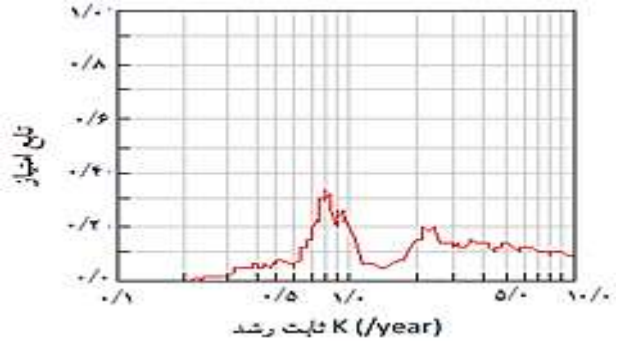
براین اساس منحنی ارتباط گستره طولی با سن ماهی تون منقوش رسم شد (شکل ۵). این نتایج نشان داد که طول چنگالی ماهی تون منقوش در پایان سال اول ۳۲/۳، سال دوم ۴۳/۸ و سال سوم ۴۸/۱ سانتی‌متر می‌باشد. شکل ۶ منحنی رشد گروه‌های طولی مختلف را در ماهی تون منقوش نشان می‌دهد.



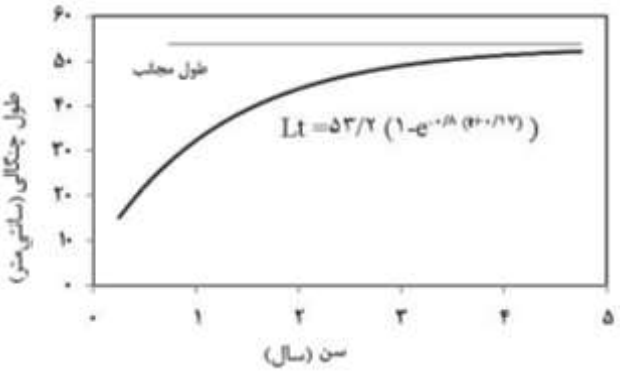
شکل ۲: رابطه طول چنگالی- وزن ماهی تون منقوش در آب‌های شمال خلیج‌فارس و دریای عمان (محدوده استان هرمزگان ۱۳۹۵)



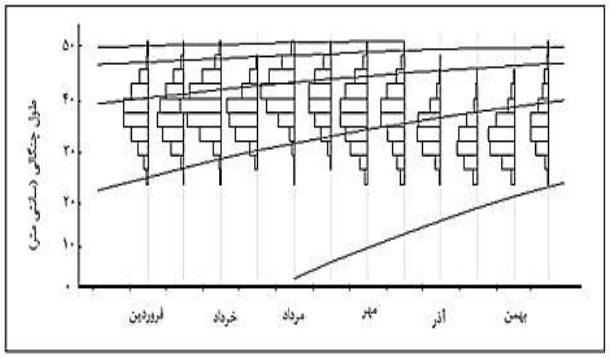
شکل ۳: پیش‌بینی طول بی‌نهایت (L_∞) ماهی تون منقوش در آب‌های شمال خلیج‌فارس و دریای عمان (محدوده استان هرمزگان ۱۳۹۵)



شکل ۴: انتخاب مناسب‌ترین ضریب رشد ماهی تون منقوش در آب‌های شمال خلیج‌فارس و دریای عمان (محدوده استان هرمزگان ۱۳۹۵)



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



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

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

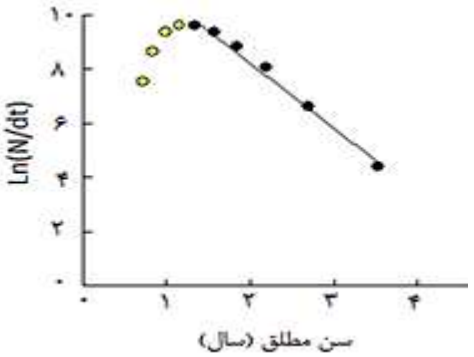
مرگ و میر طبیعی M: مقدار مرگ و میر طبیعی با در نظر گرفتن پیراسنجه‌های رشد به‌دست آمده، ۱/۰۳ بر سال (ضرب شده در ۰/۸) محاسبه شد.

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 ذکرشده، ۰/۵۸ محاسبه شد.

نقاط مرجع زیستی: با توجه به مقدار مرگ و میر طبیعی به‌دست 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.

(DOI): 10.22034/aej.2020.112957



شکل ۷: منحنی صید و تعیین مرگ‌ومیر کل ماهی تون منقوش در آب‌های شمال خلیج‌فارس 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 ۴۵-۲۵ 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 ۳۶-۳۴ سانتی‌متر بوده است. در تحقیق حاضر بیش‌ترین فراوانی طولی ماهیان در بازه طولی ۳۸-۳۵ 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 (Iswarya و Sujatha، 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 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 ۲×۱۰^{-۶} (کیلوگرم بر سانتی‌متر مکعب) و مقدار b برابر با ۳/۳ به‌دست آمد که نشان‌دهنده رشد ناهمگون مثبت ماهی تون منقوش بود. Ghosh و همکاران (۲۰۱۲) به نتایج مشابهی درخصوص رشدناهمگون مثبت این گونه در آب‌های هندوستان رسیدند. در تحقیق نامبردگان مقدار a برابر با ۰/۰۰۱ (گرم بر سانتی‌متر) و مقدار b برابر با ۳/۱۷ 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 ۳۲/۳، سال دوم ۴۳/۸ و سال سوم ۴۸/۱ 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 به‌طول تقریبی ۴۸ 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 ۴۰/۶۵ و در سال دوم ۵۲/۷۵ 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 $L\infty$ و K را به‌ترتیب ۵۳/۲ سانتی‌متر و ۰/۸ 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 (Froese و Binohlan، 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 گزارش‌شده 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

محاسبات انجام‌شده 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	آبه ای غرب Aceh	Hamidi و همکاران (۲۰۱۸)
۷/۵		۵۷/۴۹	۰/۵۸	Sibolga	Hartaty و Setyadji (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 خلیج‌فارس و دریای عمان	تحقیق حاضر

*شاخص‌های رشد (φ) توسط نویسندگان موردمحاسبه قرارگرفته‌اند.

مرگ و میر کل اساس‌نظریه‌های‌مربوط به‌یک‌ذخیره بهره‌برداری شده است و هر چه این مقدار بیش‌تر باشد، ذخیره سریع‌تر کاهش یافته و حداکثر سن آبزی 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 که‌باعث‌کاهش میزان بقاء و درنتیجه مقدار ذخیره می‌گردد (Cadima، ۲۰۰۳). نرخ مرگ و میر کل، مرگ و میر طبیعی و صیادی در این بررسی به‌ترتیب 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 به‌ترتیب یادشده 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) موردمحاسبه قرارگرفته‌اند (Ghosh و همکاران، ۲۰۱۲). گرچه مقادیر نقاط مرجع زیستی در این بررسی کم‌تر از مرگ و میر صیادی جاری به‌دست آمدند اما باید توجه داشت که مقادیر F_{opt} و F_{limit} به‌عنوان نقاط مرجع زیستی، در مواردی که ذخایر یک گونه و صید آن به‌شدت 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 به‌تنهایی، 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 محاسبه گردید. در مطالعه Ghosh و همکاران (۲۰۱۲) مقدار E برابر با ۰/۶۶ محاسبه گردیده اما از آن‌جاکه 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 یادشده ارائه گردید. گرچه در پژوهش حاضر مقدار Emax مورد محاسبه قرار نگرفت اما به‌نظر می‌رسد با توجه به اختلاف کم نسبت بهره‌برداری با مقدار پیشنهادی Pauly (۱۹۸۴)، گزینه صید بیش از حد ذخایر ماهی تون منقوش نتواند به‌طور جدی مطرح گردد. به‌کارگیری مدل‌های تولید بر احیای نسبی و زی‌توده بر احیای نسبی می‌تواند نتایج قابل استنادی در این خصوص به‌دست دهد و ازاین‌رو پیشنهاد استفاده از مدل‌های یادشده در مطالعات آینده ارائه می‌شود.

(DOI): 10.22034/aej.2020.112957

منابع

۱. **ابراهیمی،م.، ۱۳۸۵.** مطالعات مستمر هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج‌فارس 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 خلیج‌فارس 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 Kuriakaose, 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 Fis h 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 QuantitativeMethods 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.

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.

(DOI): 10.22034/aej.2020.112957

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.

(DOI): 10.22034/aej.2020.112957

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 3, Autumn 2020

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 $L\infty$, 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, 433.8 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