بررسی شاخص‌های رشد و مرگ و میر ماهی کلمه *Rutilus rutilus caspicus* (Yakovlev, ۱۸۷۰) در آب‌های جنوب دریای خزر (استان گلستان)

- **بهزاد رهنما:** گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
- **احسان کامرانی*:** گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
- **اصغر عبدلی:** گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌های پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران
- **ابوالفضل ناجی:** گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
- **هادی رییسی:** گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبد کاووس، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۷

چکیده

در این مطالعه خصوصیات زیستی و پویایی جمعیت ماهی کلمه *Rutilus rutilus caspicus* (Yakovlev,1870) در آب‌های ساحلی استان گلستان مورد مطالعه قرار گرفت. در طول نمونه‌برداری، تعداد ۳۸٤ عدد نمونه ماهی از فروردین ۱۳۹٤ تا اسفند ۱۳۹۵ به‌وسیله تورهای پره ساحلی و تور گوشگیر صید و جمع آوری گردید. کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین طول کل ماهیان صید شده به‌ترتیب ۱٤ و ۲٦ سانتی‌متر و هم‌چنین حداقل و حداکثر وزن آن‌ها به‌ترتیب ۲۸ و ۲٤٦ گرم بود. مقدار شاخص b (رابطه طول _ وزن) برای دو جنس نر و ماده به‌ترتیب برابر با ۳/۰۱۲ و ۳/۲۰۵ برآورد شد. برای به‌دست آوردن پارامترهای رشد از تعیین سن فلس و توزیع فراوانی طولی استفاده شد. معادله فون برتالانفی براساس توزیع فراوانی طولی برای جنس نر برابر $L_t = ۲۵/۵(۱ - EXP(-۰/۷۶۰(t—۰/۱۸۳)$ و برای جنس ماده برابر با $L_t = ۲۷(۱ - \exp(-۰/۵۰۱(t—۰/۰۸)$ به‌دست آمد. میزان وزن بی‌نهایت $W\infty$ نزدیک به ۲۱٦/٤٦٦ گرم در جنس نر و ۲۵۹/۷۷ گرم در جنس ماده برآورد شد. میزان مرگ طبیعی و صیادی در دو جنس نر و ماده به‌ترتیب ۱/۱۳، ۰/٤۰۱ و ۰/۸٤، ۰/٦۷۳ در سال محاسبه گردید. هم‌چنین ضریب بهره‌برداری ۰/۲٦ و ۰/٤۳ در جنس نر و ماده به‌دست آمد. شاخص کارآیی رشد (فای پریم مونرو) به‌ترتیب برای جنس نر و ماده، ۲/۵۷=Φ′ و ۲/٤۸=Φ′ می‌باشد. گروه‌های سنی شامل یک تا چهارسال بوده که بیش‌ترین فروانی‌متعلق به گروه‌های ۱+ تا ۲+ تعیین شد.

کلمات کلیدی: استان گلستان، دریای خزر، ماهی کلمه، مرگ و میر

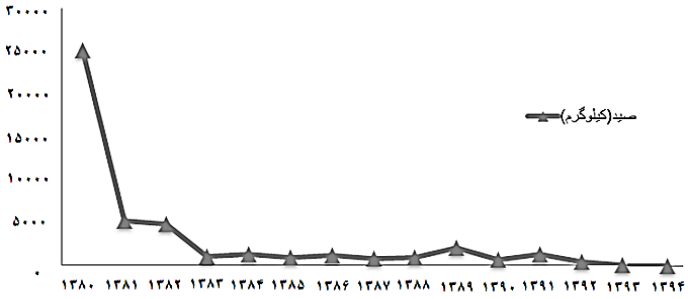
* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ezas47@gmail.com

مقدمه

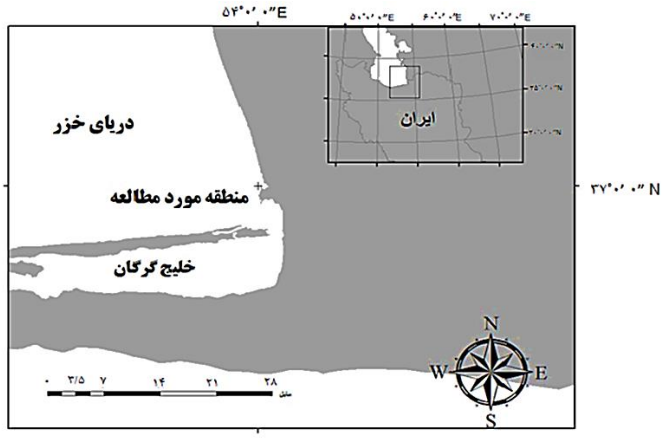
ماهی کلمه یکی از مهم‌ترین آبزیان اقتصادی دریای خزر است. این ماهی با نام علمی *Rutilus rutilus caspicus* در سال ۱۸۷۰ توسط Yakovlev نام‌گذاری شد (Kottelat و Freyhof، ۲۰۰۷). ماهی کلمه زیستگاه‌های نزدیک به آب شیرین را ترجیح داده و عمدتاً به‌صورت گله‌ای زندگی می‌کند (خسروی و همکاران، ۱۳۸۹) و هر ساله برای تخم‌ریزی به رودخانه‌های گرگان رود و اترک، تالاب گمیشان و خلیج گرگان مهاجرت می‌کند(کشیری و همکاران،۱۳۹۱).درسال‌های اخیر به‌دلایل مختلف ازجمله تخریب رودخانه‌ها،ایجادسد بر مسیر مهاجرت، آلودگی مناطق تخم‌ریزی، مهاجرت و تولیدمثل این ماهیان کاهش یافته و به‌دنبال این عوامل، صید غیرمجاز، میزان ذخایر آن‌ها را به‌شدت کاهش داده است (Kiabi و همکاران، ۱۹۹۹). به‌طوری‌که مطابق طبقه‌بندی IUCN ماهی کلمه جزو گونه‌های در معرض تهدید و حتی انقراض قرار گرفته است. میزان صید ماهی کلمه از ۲۵ تن در سال ۱۳۸۰ به ۳۰ کیلو گرم در سال ۱۳۹۴ رسیده و کاهش ۹۹ درصدی را در سبدجامعه صیادی نشان می‌دهد(شکل ۱)(آمار دفتر صید استان، ۱۳۹۴). به‌دست آوردن اطلاعات ریخت‌سنجی و روابط طول-وزن و بررسی شاخص‌های رشد گونه‌ها هم‌چنین به‌عنوان گامی مهم و اصلی جهت ارزیابی جنبه‌های مختلف صید و صیادی و مدیریت شیلاتی به منظور بهره‌برداری پایدار در گونه‌های مختلف ماهیان به‌شمار می‌رود (Stergiou و Moutopoulos، ۲۰۰۲). هم‌چنین پارامترهای پویایی جمعیت زیربنای مدل‌های تحلیل و بررسی در بحث ارزیابی ذخایر هستند و با محاسبه آن‌ها می‌توان اطلاعات دقیقی درمورد ذخایر به‌دست آورد (Le Robert، ۲۰۰۱). 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 و Gallucci، ۲۰۰۷). با توجه به اهمیت ماهی کلمه به‌عنوان گونه‌ای ارزشمند در دریای خزر، توجه به وضعیت ذخیره این گونه بیش از پیش اهمیت پیدا می‌کند. بنابراین، در این مطالعه به بررسی و تعیین شاخص‌های رشد و مرگ و میر این گونه از طریق تعیین سن (فلس) و آنالیزهای فراوانی طولی در آب‌های استان گلستان پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تعداد ۳۸۴ ماهی کلمه از فروردین ۱۳۹۵ تا اسفند ۱۳۹۵در آب‌های جنوب دریای خزر، غالباً در ضلع گمیشان و جزیره آشوراده در فصل صید به‌وسیله تور پره و در خارج از فصل صید به‌وسیله تور گوشگیر جمع‌آوری و مورد زیست‌سنجی قرار گرفت (شکل ۱).



شکل ۱: میزان صید (کیلوگرم) ماهیان کلمه در حوزه جنوب‌شرقی دریای خزر استان گلستان طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۸۰ (آمار دفتر صید استان ۱۳۹۴)



شکل۲: منطقه مورد مطالعه و نمونه‌برداری از جمعیت ماهی کلمه در جنوب دریای خزر (استان گلستان)

رابطه طول-وزن: رابطه طول و وزن برای هر گونه ماهی با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (froese، ۲۰۰۶): $W = aL^b$

در این معادله: W وزن، a عرض از مبدا، L طول کل و b شیب خط می‌باشد. با استفاده از روش حداقل مربعات باقی‌مانده‌ها برای ضرایب a و b مقادیر بهینه از طریق فرمول زیر به‌دست آمد (Haddon، ۲۰۱۱):

$$SSQ = \sum (Observed - Expected)^2$$

$$SSQ = \sum (Y - (a + bX)^2$$

SSQ مجموع مربعات باقی‌مانده‌ها است. یکی از معیارهای مورد استفاده برای برازش، روش حداقل مربعات است. وجه تسمیه این روش این است که به‌دنبال مقادیری از پارامترها است که مربع اختلافات بین داده‌های مشاهده شده و پیش‌بینی‌های مدل و مقادیر پارامترهای خاص را به حداقل برساند (Haddon، ۲۰۱۱).

معادلات رشد: چون هر دو روش ترکیب طولی و تعیین سن دارای مزایا و معایبی می‌باشند در این مطالعه سعی شد از هر دو روش استفاده شود.

معادلات رشد براساس تعیین سن: مقادیر k و L_∞ براساس روش گولاند و هولت به‌دست آمد. معادله رشد فون برتالانفی به‌صورت زیر تعریف می‌شود (Sparre و Venema، ۱۹۹۸):

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

طبق این معادله، L(t) طول ماهی در زمان سن (t)، L_∞ حداکثر طولی است که یک آبزی می‌تواند به آن برسد، t سن ماهی در زمان صید و t_0 سن فرضی ماهی وقتی که طول صفر است (Sparre و Venema، ۱۹۹۸). پارامتر K به‌عنوان آهنگ رشد آبزی مطرح می‌شود و نشان‌دهنده آهنگ رسیدن ماهی به طول بی‌نهایت (L_∞) است. پارامترهای مدل از معادله رشد فون برتالانفی توضیح داده شده در بالا به‌دست می‌آید.

معادلات رشد براساس توزیع فراوانی طولی: مقدار L_∞ و K بر اساس فراوانی طولی در نرم‌افزار FiSAT II به‌روش الفان ۱ (Elefan 1) برآورد شد (Gayanilo و Pauly، ۱۹۹۷). رشد براساس برازش تابع رشد فون برتالنفی براساس داده‌های فراوانی طولی مورد بررسی قرار گرفت. معادله رشد فون برتالنفی به‌صورت زیر تعریف می‌شود (Sparre و Venema، ۱۹۹۸):

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

برای محاسبه سن در طول صفر از رابطه تجربی پائولی استفاده گردید (Pauly، ۱۹۸۳). که در آن L_t طول متوسط در سن t، L_∞ طول بی‌نهایت، K ضریب رشد و t_0 زمان فرضی در جایی که طول صفر می‌باشد. مقدار t_0 از طریق معادله زیر برآورد شد:

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

به‌وسیله L_∞ و K و t_0 برآورد شده معادله رشد فون برتالنفی به‌صورت زیر تعریف می‌شود (Sparre و Venema، ۱۹۹۸):

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

مقدار بیشینه سن ماهی از طریق معادله زیر برآورد شد (Pauly، ۱۹۸۳):

$$T_{max} = 3/k$$

با استفاده از معادله زیر مدل رشد وزن- سن فون برتالنفی نیز برآورد شد (Haddon، ۲۰۱۱):

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

که در آن W_∞ بیانگر وزن بی‌نهایت و b بیانگر شیب خط حاصل از رابطه طول و وزن است. W_∞ نیز از فرمول زیر محاسبه شد: $W_\infty = aL_\infty^b$

برای جداکردن گروه‌های هم‌زاد از روش باتاچاریا استفاده شد. در این روش بیش‌تر از چشم و سایر داده‌های رشد مانند حداکثر سن استفاده می‌کنند. باید توجه داشت برای صحت انجام جداسازی گروه‌های هم‌زاد باید شاخص جداسازی (SeparationIndex) بزرگ‌تر از دو باشد (Sparre و Venema، ۱۹۹۸):

روش استنتاج چند مدلی: از یک رویکرد اطلاعاتی-تئوریکی به‌نام استنتاج چند مدلی (MMI) جهت مدل‌سازی رشد استفاده شد (Burnham و Anderson، ۲۰۰۱؛ Katsanevakis و Maravelias، ۲۰۰۸). مجموعه‌ای از ۳ مدل دلخواه انتخاب شد و با داده‌های طول در سن برازش شد. این مدل‌ها شامل یک نسخه سه پارامتری از معادله رشد وان برتالانفی (VB)، یک نسخه سه پارامتری از معادله Gompertz (GOM) و منحنی رشد لوجستیک (LOG) بودند. هر مدل نشان‌دهنده فرض H_1 برای رشد بود، و در هر مورد، رشد نامتقارن فرض می‌شد. مدل‌ها با استفاده از روش حداقل مربعات غیرخطی در نرم‌افزار اکسل برازش شدند. سه مدل استفاده شده به‌صورت زیر بود:

مدل فون برتلانفی (Von Bertalanffy)(VB):

$$L_t = \beta_2 + (\beta_1 - \beta_2)(1 - \exp(-\beta_3 t))$$

در این معادله: که Lt برابر است با طول به‌عنوان تابعی از زمان، β1 برابر است طول بی‌نهایت برحسب سانتی‌متر، β2 برابر است با طول هنگام تولد (L0) و β3 برابر است با (k (years-1

مدل گامپرتز (Gompertz)(GOM) :

$$L_t = \beta_2 exp\left(ln\frac{\beta_2}{\beta_1}\right)(1 - \exp(-\beta_2 t)$$

در این معادله: L_t برابر است با طول به‌عنوان تابعی از زمان، β_1 برابر است طول بی‌نهایت برحسب سانتی‌متر، β_2 برابر است با طول هنگام تولد (L_0) و β_3 برابر است با (k (years^{-1}.

مدل لوجستیک (Logistic) (LOG):

$$L_t = \beta_1\beta_2 \exp(\beta_2) / \beta_1 + \beta_2(\exp(\beta_2 t) - 1)$$

در این معادله: L_t برابر است با طول به‌عنوان تابعی از زمان، β_1 برابر است با طول بی‌نهایت برحسب سانتی‌متر، β_2 برابر است با نقطه عطف طول و β_3 برابر است با (k (years^{-1}.

مدل‌ها با استفاده از روش Maximum Lilelihhod در نرم‌افزار آماری Excel 2013 با استفاده از زبان برنامه VPA برازش شدند (Haddon، ۲۰۱۱).

بررسی کارایی مدل: کارایی مدل‌ها نسبت به یکدیگر با استفاده از ضریب اطلاعاتی Akaike (AIC) ارزیابی شد. بهترین مدل، مدلی است که کم‌ترین مقدار AIC، AIC_{min} را دارد. تفاوت‌های AIC به‌صورت $\Delta_{AICi}=AIC_i - AIC_{min}$ محاسبه شد و جهت حمایت از مدل‌های باقی مانده (I=1-3) نسبت به بهترین مدل رتبه‌گذاری شد. مدل‌هایی که Δ_{AICi} آن‌ها بین ۰ تا ۲ بود حمایت اساسی داشتند، درحالی‌که مدل‌هایی که Δ_{AICi} آن‌ها بین ۴ تا ۷ بود به‌طور قابل توجهی حمایت کم‌تری داشتند. مدل‌هایی با Δ_{AICi} بالاتر از ۱۰ ضرورتاً هیچ‌گونه حمایتی نداشتند. وزن‌های Akaike (w) به‌صورت وزن گواه به نفع مدلی که بهترین مدل در مجموعه مدل‌های دلخواه است، محاسبه شدند (Burnham و Anderson، ۲۰۰۱). تقریباً ۹۵٪ فاصله اطمینان و دقت برای تخمین‌های

پارامتر بهترین برازش و تخمین‌های جمعیت از ۳۰۰۰ مجموعه داده که مجدداً نمونه‌گیری می‌شدند (resample) به‌دست آمدند.

بررسی مرگ و میر (مدل‌های غیرمستقیم برآورد مرگ و میر طبیعی)

مدل پائولی: برای برآورد مرگ و میر طبیعی از فرمول تجربی پائولی استفاده شد (Pauly، ۱۹۸۳).

$$\text{Log M}=0/0066–0/279\ \text{Log L}\infty+ 0/6543\ \text{Log K} + 0/4634\ \text{Log T}$$

در این مطالعه با توجه به گزارش موسسه جغرافیایی ناسا (Haddon، ۲۰۱۱)، میانگین درجه حرارت آب ۲۶/۵ درجه درنظر گرفته شد.

مدل چن و واتانبه: مدل Chen و Watanabe (۱۹۸۹) وقتی‌که در مقابل سن رسم می‌شود یک منحنی u شکل را می‌سازد (منحنی وان حمام مانند). برای این مدل آن‌ها از دو تابع استفاده کردند: یک تابع که کاهش میزان مرگ و میر را در دوران ابتدایی زندگی و دومین تابع که افزایش میزان مرگ و میر را در دوران انتهایی زندگی نشان می‌دهد. برای به‌دست آوردن میزان مرگ و میر از پارامترهای k و t_0 استفاده می‌شود:

$$\mathrm{M(t)} = \begin{cases} k/۱ - e^{-k(t.)'} & t \le t_m \\ \mathrm{k/a.} + a_۱(t - t_m) + a_۲(t - t_m)^{۲'} & t \ge t_m \end{cases}$$

که در آن:

$$\begin{cases} a. = ۱ - e^{-k(t_m - t_m)} \\ a_۱ = ke^{-k(t_m - t.)} \\ a_۲ = -۱/۲ \times \ k^۲ e^{-k(t_m - t.)} \end{cases}$$

در این توابع t_m از معادله زیر به‌دست می‌آید:

$$t_m = -۱/\mathrm{K} \times \ln(۱ - e^{kt.}) + t.$$

روش‌های مستقیم برآورد مرگ و میر

منحنی صید سنی: مرگ ومیر کل (Z) با استفاده معادله زیر برآورد شد (Gayanilo و Pauly، ۱۹۹۷):

$$N_{i+۱} = N_i e^{-z(t_{i+۱} - t_i)}$$

N_i: تعداد افراد در زمان t_i، N_{i+1}: تعداد افراد در زمان t_{i+1}، Z: ضریب مرگ و میر کل می‌باشد.

انتخاب بهترین مدل برآورد مرگ و میر طبیعی: برازش مدل‌ها برای انتخاب بهترین مدل با استفاده از روش ماکزیمم درست نمایی با فرض نرمال بودن باقی‌مانده‌ها طبق فرمول زیر انجام شد

$$LL\{C|b,\sigma,S\} = \sum_{i=۱}^{n} Ln\left[۱/\sigma\sqrt{۲\square} \times e^{[(C_i - bS_i)^۲/۲\sigma^۲]}\right]$$

برای سهولت کار معادله زیر به لگاریتم منتقل شد:

$$LL = nLn\left[۱/\sigma\sqrt{۲\square}\right] + ۱/۲\square^۲ \times \sum_{i=۱}^{n}\left[-[(C_i - bS_i)^۲]\right]$$

σ در معادله بالا ازفرمول زیر به‌دست می‌آید:

$$\sigma^۲ = \sum_{i=۱}^{n}(C_i - bS_i)^۲ /n$$

که درآن LL: لوگ درست‌نمایی، C_i: داده‌های مشاهداتی، bS_i: داده‌های مدل، n: تعداد مشاهدات و π برابر ۳/۱۴ بود.

مرگ و میر صیادی نیز از طریق رابطه زیر به‌دست آمد (Sparre و Venema، ۱۹۹۸):

$$Z = F+M$$

M: میزان مرگ و میر طبیعی، F: میزان مرگ و میر صیادی می‌باشد.

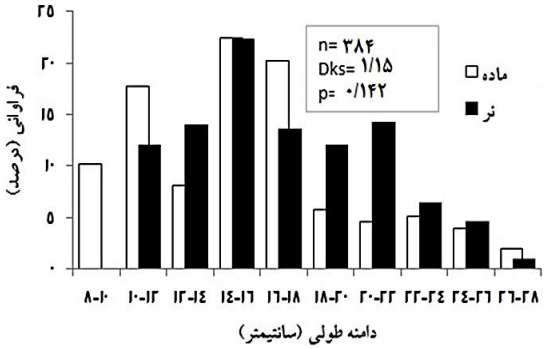
ضریب بهره‌برداری نیز از طریق فرمول زیر برآورد شد (Pauly، ۱۹۸۳):

$$E = F/Z$$

F:مرگ‌ومیرصیادی،Z:مرگ و میر کل، E:ضریب‌بهره‌برداری می‌باشد.

نتایج

درمجموع تعدادطول‌کل ۳۸۴ عدد ماهی کلمه‌موردزیست‌سنجی قرار گرفت. میانگین طول ماهی کلمه در این مطالعه ۱/۵±۱۶/۶برآورد شد. بیش‌ترین فراوانی طول مربوط به دامنه طولی ۱۶-۱۴ سانتی‌متر بود(شکل ۳). کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین طول‌ماهیان صیدشده به‌ترتیب ۱۰و ۲۸/۵ سانتی‌متر و هم‌چنین حداقل و حداکثر وزن آن‌ها به‌ترتیب ۲۹/۰۳ و ۲۹۳ گرم بود.



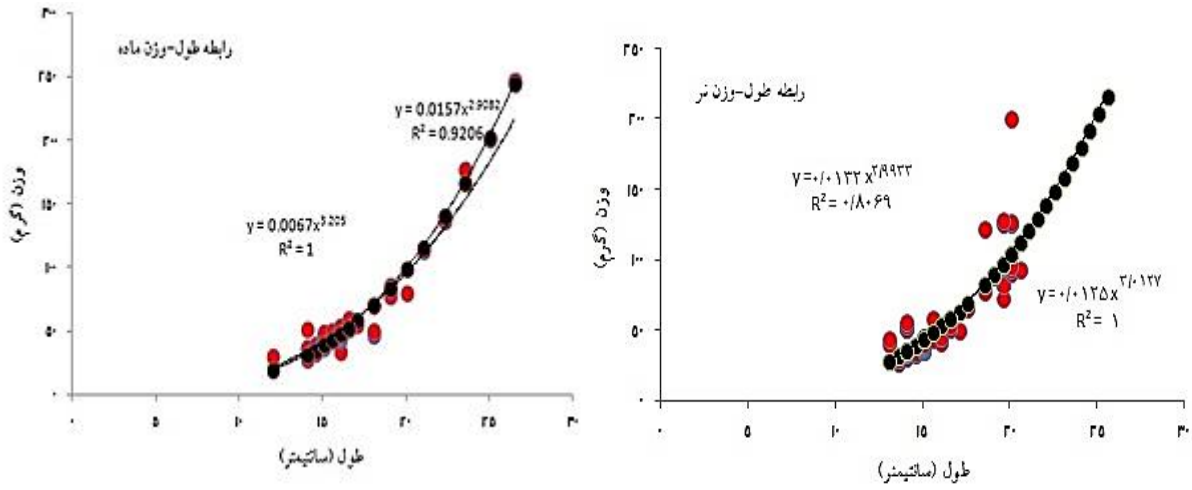
شکل۳: نمودار فراوانی طولی جنس نر و ماده جمعیت *گونه Rutilus rutilus caspicus* در آب‌های استان گلستان

در ترکیب سنی ماهی کلمه براساس اطلاعات بیومتری و کالبد شکافی ۴ گروه سنی تشخیص داده شد. بیش‌ترین فراوانی مربوط به گروه سنی ۲ سالگی و کم‌ترین فراوانی نمونه مربوط به گروه سنی ۴ سالگی بود. کوچک‌ترین گروه سنی یک‌ساله‌ها بودند، شامل ۸۰ نمونه و۳۱ درصد فراوانی داشتند. اندازه طولی و اندازه وزنی این گروه سنی به‌ترتیب از ۱۰ تا ۱۶ سانتی‌متر و از ۲۹/۱۱ تا ۵۸/۸ گرم متغیر بود. بزرگ‌ترین گروه سنی چهارساله‌ها بودند، شامل ۱۰ نمونه و ۱/۷ درصد فراوانی داشتند، اندازه طولی و اندازه وزنی این گروه سنی به‌ترتیب از ۲۵ تا ۲۸/۵ سانتی‌متر و از ۲۵۱ تا ۱۸۸ گرم متغیر بود. در مجموع نمونه‌های بیومتری شده رابطه نمایی طول کل و وزن کل به‌روش رگرسیون غیرخطی بهینه شده به‌وسیله حداقل مربعات برای ماهی

کلمه محاسبه شد (شکل ۴). رابطه نمایی طول کل و وزن کل در حالت معمول برای جنس نر و ماده به‌ترتیب (W=۰/۰۱۳۲L۲/۹۹۳) (W=۰/۰۱۵۷L ۲/۹۰۸۲) به‌دست آمد و به‌روش رگرسیون غیرخطی بهینه شده به‌وسیله حداقل مربعات برای جنس نر و ماده به‌ترتیب (W=۰/۰۱۲۵L ۳/۰۱۲۷) (W=۰/۰۰۶L ۳/۲۰۵) برای ماهی کلمه محاسبه شد (شکل ۴).

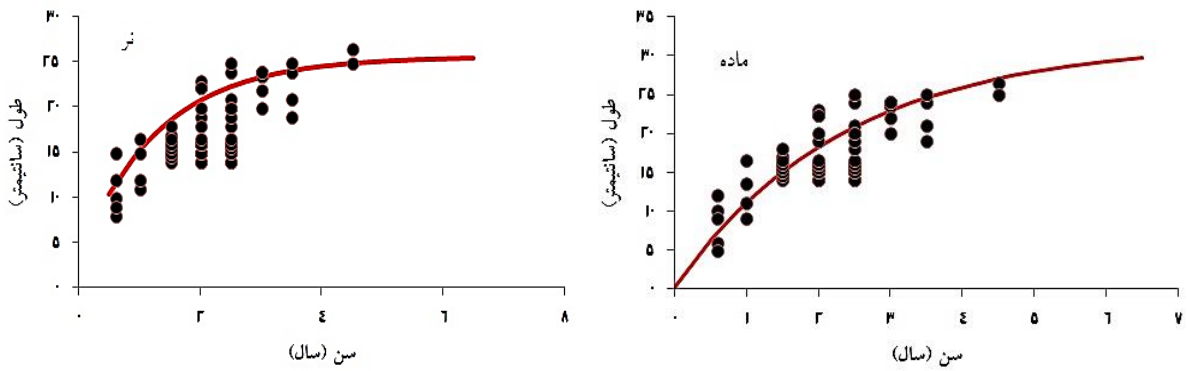
جدول۱: جدول نتایج زیست‌سنجی براساس سن ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) سواحل گلستان

	طول کل (سانتی‌متر)				وزن کل(گرم)	
سن	درصد	حداکثرطول	حداقل	میانگین طول	حداکثر وزن	حداقل	میانگین وزن
۱	۳۱	۱۶	۱۰	۱۴/۰±۶/۸	۵۸/۸	۲۹/۱۱	۴۹/۹±۸/۴
۲	۴۸/۹	۲۲	۱۶	۱۶/۱±۶/۵	۲۰۶/۴	۴۵	۸۹/۳۳±۷/۶
۳	۱۸/۶	۲۳	۱۹	۲۰/۱±۳/۰۵	۲۴۸/۲	۱۰۰	۱۷۶/۳۷±۶/۶
۴	۱/۷	۲۸/۵	۲۵	۲۴/۲±۷/۱	۲۵۱	۱۸۸	۲۵۱/۳۹±۶/۲

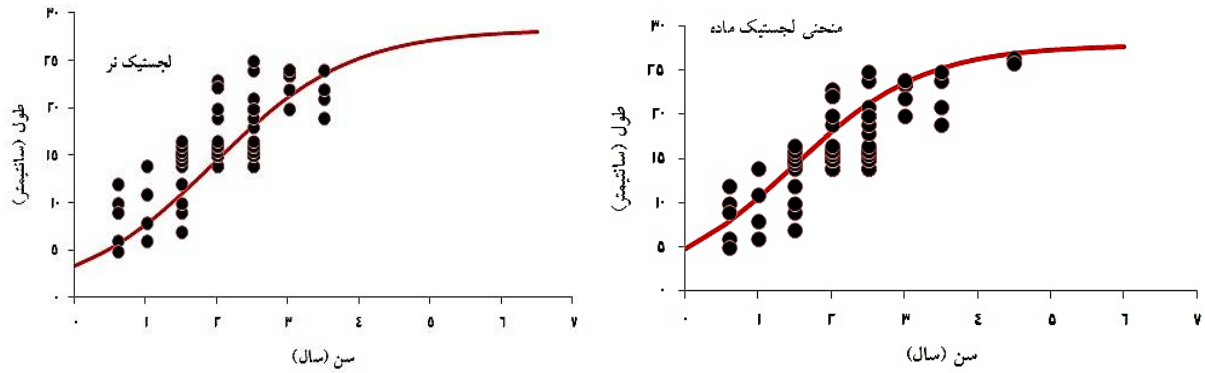


شکل ۴: رابطه طول کل- وزن جنس نر و ماده جمعیت *گونه Rutilus rutilus caspicus* در آب‌های استان گلستان

میزان L∞` برای جنس نر و ماده به‌ترتیب ۲۵/۵ و ۲۷ و میزان K برای‌جنس نر و ماده به‌ترتیب ۰/۷۶۰ و ۰/۵۰۱ برآورد شد. هم‌چنین با استفاده از مقادیر یاد شده میزان t0، ۰/۱۸۳- و ۰/۰۸- برای دو جنس نر و ماده محاسبه شد. نمودار طول- سن با استفاده از مقادیر به‌دست آمده برای ماهی کلمه رسم شد (شکل ۵).

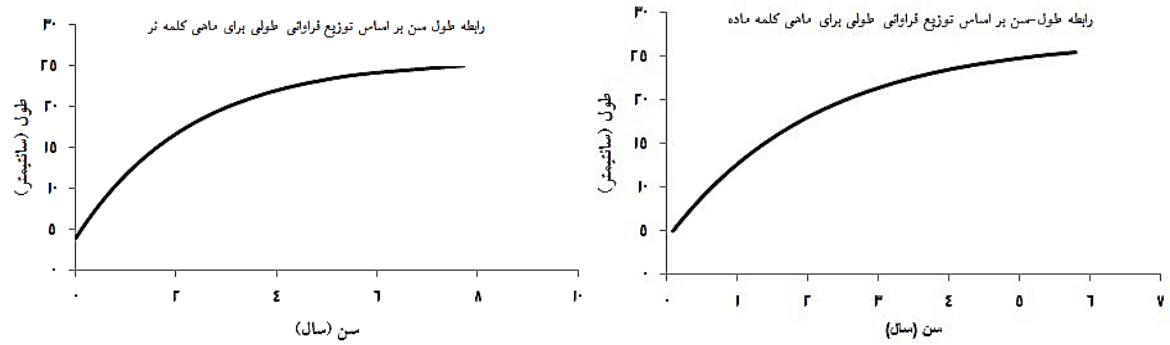


شکل ۵: نمودار رابطه سن و طول – جنس نر و ماده ماهی *گونه Rutilus rutilus caspicus* در آب‌های استان گلستان

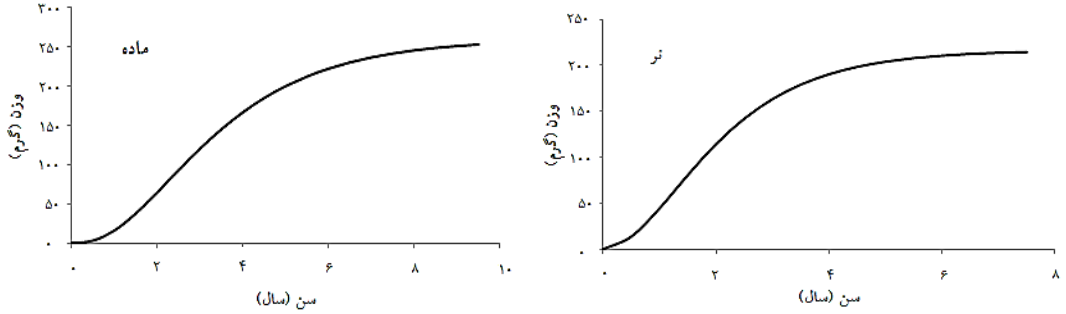


شکل ۶: نمودار لجستیک رابطه سن و طول – جنس نر و ماده ماهی گونه *Rutilus rutilus caspicus* در آب‌های استان گلستان

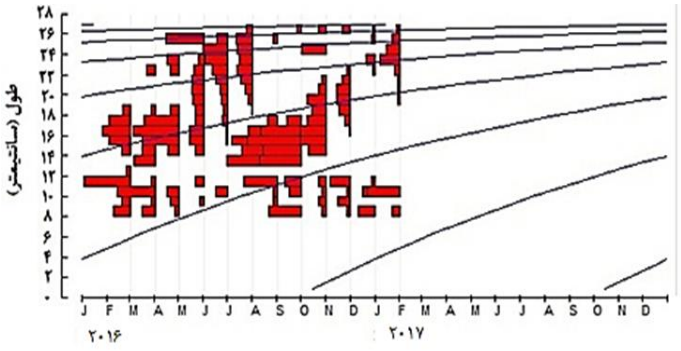
براساس روش استنتاج چند مدلی ضریب محاسباتی ACIC که از میزان Log-Likelihood های محاسبه شده به‌دست آمد روش فون برتالانفی برای ماده با میزان ضریب ACIC=۵۳/۸۳ بهترین روش برآورد شد اما با توجه به این‌که میزان ضریب اطلاعاتی ACIC در روش لجستیک برای جنس ماده ماهی کلمه ACIC=۶۳ به‌دست آمد توانست حمایت کافی را در روش استنتاج چند مدلی به‌دست بیاورد. اما در مدل گامپرتز چون ضریب اطلاعاتی ACIC برابر با ACIC=۹۸ به‌دست آمد نتوانست حمایت کافی را در مدل به‌دست بیاورد و نتایج مدل گامپرتز برای تحلیل رشد ماهی ماده کلمه نمی‌تواند مورد استناد قرار گیرد. روش فون برتالانفی برای ماهی نر کلمه با میزان ضریب ACIC =۴۰/۵ بهترین روش برآورد شد اما با توجه به این‌که میزان ضریب اطلاعاتی ACIC در روش لجستیک برای جنس نر ماهی کلمه ACIC=۴۲/۴ به‌دست آمد (ΔAICi=۲/۴) توانست حمایت خوبی را در روش استنتاج چند مدلی به‌دست بیاورد. اما در مدل گامپرتز چون ضریب اطلاعاتی ACIC برابر با ACIC=۷۵ به‌دست آمد نتوانست حمایت خوبی را در مدل به‌دست بیاورد و نتایج مدل گامپرتز برای تحلیل رشد ماهی نر کلمه نمی‌تواند مورد استناد قرار گیرد. میزان W∞، برای جنس نر و ماده به‌ترتیب ۲۱۶/۴۶۶ و ۲۵۹/۷۷ گرم برآورد شد. با استفاده از مقادیر به‌دست‌آمده رابطه وزن کل-سن برای ماهی کلمه محاسبه شد (شکل ۷). با درنظر گرفتن فراوانی‌های طولی مشاهده شده و پارامترهای رشد محاسبه شده، منحنی رشد گروه‌های هم‌زاد طولی در ماه‌های مختلف برای هر جنس نر و ماده رسم شد (شکل ۹ و ۱۰).



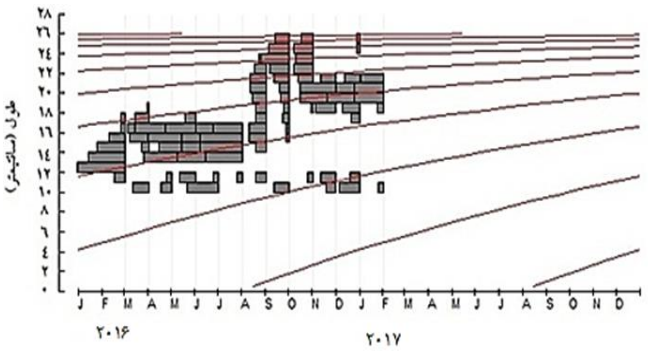
شکل ۷: نمودار رابطه طول- سن بر اساس توزیع فراوانی طولی ماهی *Rutilus rutilus caspicus* جنس نر و ماده در استان گلستان



شکل ۸: نمودار رابطه وزن- سن ماهی *Rutilus rutilus caspicus* جنس نر و ماده در استان گلستان



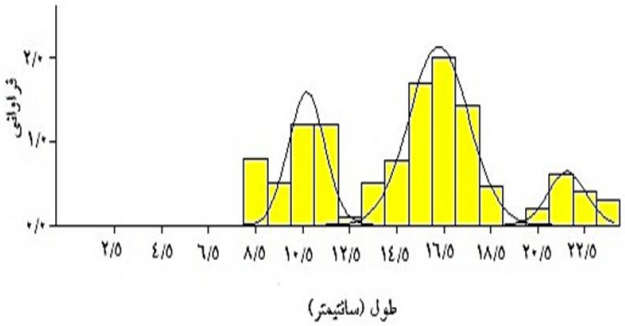
شکل۹: منحنی رشد گروه‌های هم‌زاد جنس ماده گونه *Rutilus rutilus caspicus* در استان گلستان



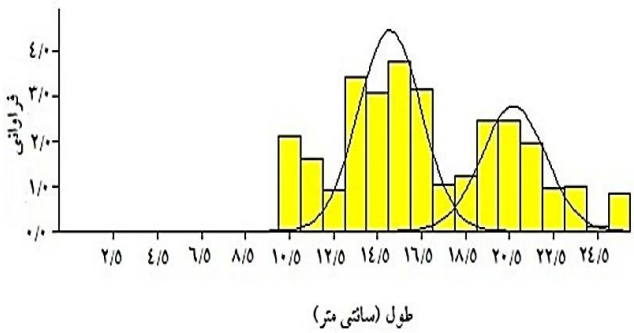
شکل۱۰: منحنی رشد گروه‌های هم‌زاد جنس‌نر گونه *Rutilus rutilus caspicus* در استان گلستان

با به‌کارگیری روش پاتاچاریا و ترسیم منحنی گروه‌های هم‌زاد تفکیک شده در طی تحقیق دوره ۱۲ ماهه، دو گروه هم‌زاد برای جنس نر سه گروه هم‌زاد برای جنس ماده شناسایی شد (شکل ۱۱و ۱۲). اطلاعات مربوط به گروه‌های هم‌زاد جدا شده به‌روش پاتاچاریا برای ماهی کلمه در جدول ۲ آمده است. میزان‌مرگ و میر طبیعی‌با استفاده از روش تجربی پائولی، میزان مرگ ومیر صیادی و ضریب بهره‌برداری در جدول ۳ آورده شده است.

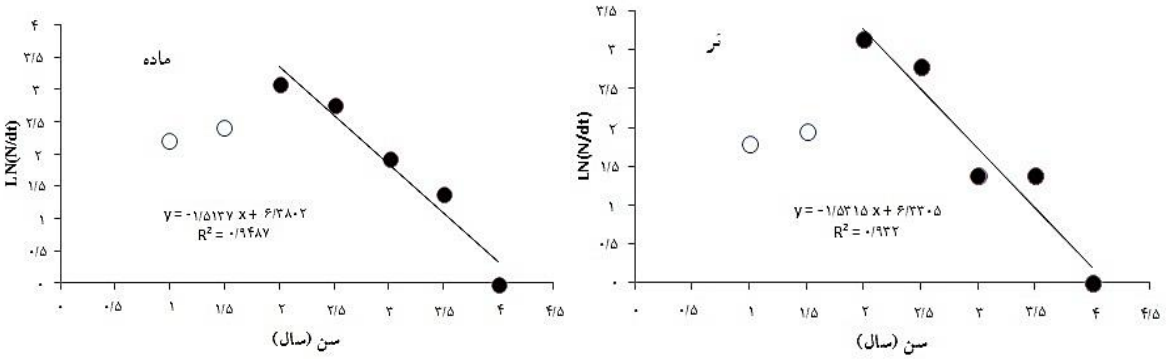
روش چن و واتانبه وقتی که در مقابل سن رسم می‌شود یک منحنی u شکل را می‌ساخت برای این مدل آن‌ها از دو تابع استفاده شد یک تابع که کاهش میزان مرگ و میر را در دوران ابتدایی زندگی و دومین تابع که افزایش میزان مرگ و میر را در دوران انتهایی زندگی نشان می‌دهد. برای به‌دست آوردن میزان مرگ و میر در هر گروه سنی، از پارامترهای k و t_0 استفاده شد (شکل۱۴).



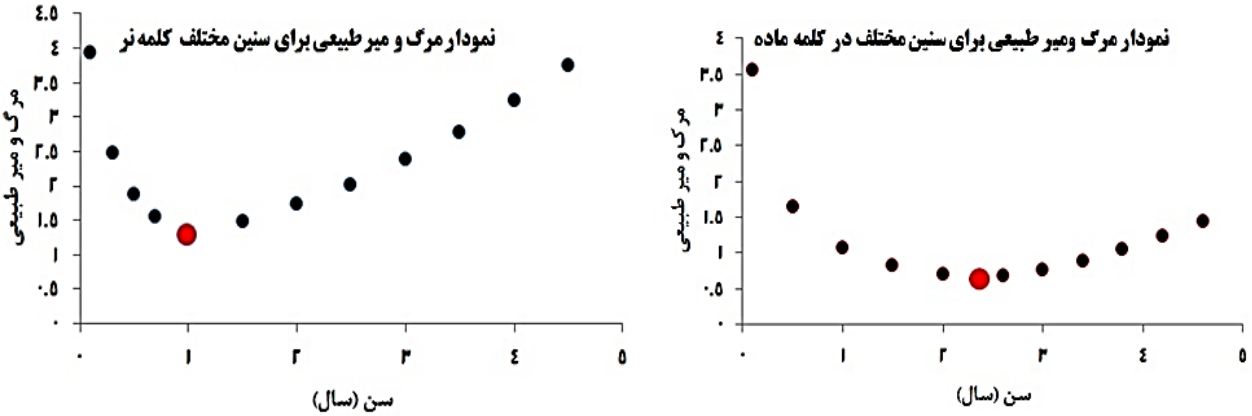
شکل ۱۱: نمودار توزیع فراوانی طولی گروه‌های هم‌زاد جداسازی شده جنس ماده گونه *Rutilus rutilus caspicus* در استان گلستان



شکل۱۲: نمودار توزیع فراوانی طولی گروه‌های هم‌زاد جداسازی شده جنس نر گونه *Rutilus rutilus caspicus* در استان گلستان



شکل۱۳: نمودار مرگ و میر جنس نر و ماده ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) در آب‌های استان گلستان



شکل۱۴: نمودار مرگ و میر طبیعی جنس نر و ماده ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) در آب‌های استان گلستان

جدول ۲: مشخصات آماری کوهورت کل جنس نر ماده ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) در استان گلستان

گروه (ماده)	میانگین کوهورت	انحراف معیار
۱	۱۰/۶۸	۰/۷۷۷۰
۲	۱۶/۳۰	۱/۲۶۰
۳	۲/۷۴	۰/۸۰۰
گروه (نر)	**میانگین کوهورت**	**انحراف معیار**
۱	۱۵/۰۶	۱/۴۲۰
۲	۲۰/۶۹	۱/۴۶۰

جدول ۳: مشخصات آماری میزان مرگ و میر کل، صیادی، طبیعی و ضریب بهره برداری جنس نر ماده ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) در استان گلستان

جنسیت	مرگ و میر طبیعی(M)	مرگ و میر صیادی(F)	مرگ و میر کل (Z)	ضریب بهره برداری(E)
نر	۱/۱۳	۰/۴۰۱	۱/۵۳۱	۰/۲۶
ماده	۰/۴۸	۰/۶۷۳	۱/۵۱۳	۰/۴۳

بحث

در بررسی حاضر محدوده طولی برای ماهی کلمه در جنس نر و ماده در استان گلستان ۱۲ تا ۲۶ سانتی‌متر بود. بیش‌ترین درصد فراوانی نمونه‌های مورد بررسی در جنس نر و ماده در محدوده طولی ۱۵ تا ۱۶ سانتی‌متر قرارداشته‌است.براساس مطالعات ندافی و همکاران (۱۳۸۱)، بیش‌ترین درصد فراوانی نمونه های مورد بررسی در جنس نر و ماده در استان گلستان به‌ترتیب ۱۶/۱ تا ۱۷ سانتی‌متر و ۱۷/۶ تا ۱۸ سانتی‌متر بود که با نتایج به‌دست آمده هم‌خوانی‌دارد.طبق نتایج مطالعات پقه و همکاران (۱۳۸۳)، در استان گلستان دامنه طولی ماهی کلمه در سال‌های ۷۸-۷۷ برای جنس نر و ماده به‌ترتیب از ۱۵/۷ تا ۳۱/۲ سانتی‌متر و از ۱۵/۴ تا ۲۹/۷ و در سال‌های ۷۹-۷۸ برای جنس نر و ماده به‌ترتیب از۱۶ تا ۳۰/۸ و از ۱۶/۶ تا ۲۵/۵ سانتی‌مترگزارش شده که در مقایسه با نتایج کنونی از دامنه طولی بیش‌تری برخوردار بوده است. صید ماهی کلمه در دو دهه اخیر در پی فشار صیادی منجر به کاهش دامنه طولی و سنی شده است. رابطه معنی‌داری بین افزایش وزن بدن با افزایش طول کل در هر دو جنس نر و ماده ماهیان کلمه مشاهده شد ($P<0/05$). مقدار b به‌دست آمده در جنس ماده ۳/۲۰۵ و برای نر ۳/۰۱۲ به‌دست آمد. با توجه مقدار b به‌دست آمده در تحقیق حاضر می‌توان بیان نمود که، ماهیان کلمه دریای خزر در حوضه جنوب‌شرقی در استان گلستان از رشد منفی و آلومتریک برخوردار هستند. ضریب b به‌دست آمده در تحقیق پقه و همکاران (۱۳۸۳)، ۲/۵۴ و در مطالعه Mann (۱۹۹۶)، ۱/۱۲ گزارش شد. پقه و همکاران (۱۳۸۳)، دلیل بالاتر بودن ضریب b درپژوهش خود را تعداد نمونه‌های بیش‌تر(بالای ۵۰۰ قطعه ماهی کلمه)نسبت به‌سایر پژوهش‌ها دانستند. Biswas (۱۹۹۳)، گزارش کرد که در رابطه طول و وزن، مقادیر a و b نه تنها در گونه‌های مختلف، بلکه در گونه‌های یکسان نیز با یکدیگر تفاوت دارند. علت این اختلاف را می‌توان به نوسانات فصلی، تغییرات درجه حرارت و شوری، شرایط تغذیه‌ای و محل باروری ماهی نسبت داد. بالا بودن مقدار b برای جنس ماده‌در رابطه‌طول و وزن‌نشان‌دهنده این است که، با افزایش مقدار معین طول میزان افزایش وزن بیش‌تری برای جنس ماده اتفاق می افتد (Mfiller Rudolf و Jfirg، ۱۹۸۶) که در نمونه‌های گلستان مشهود می‌باشد. در بررسی ندافی و همکاران (۱۳۸۱)، میانگین طولی برای سنین ۱ تا ۵ سال ماهی کلمه انزلی در جنس نر و ماده به‌ترتیب ۹/۳ تا ۲۱/۹ سانتی‌متر و ۱۰/۷ تا۲۴/۵ سانتی‌متر بوده است. درحالی‌که در مطالعه حاضر برای جنس نر۲ گروه سنی و برای جنس ماده ۳ گروه سنی تشخیص داده شده، که میانگین طولی در جنس نر و ماده به‌ترتیب، ۱۵/۹۵ و ۲۰/۱ می‌باشد.

فشار صید می‌تواند یکی از دلایل عمده درکاهش گروه‌های سنی و محدود شدن دامنه طولی باشد که در تمام سواحل جنوبی دریای خزر اتفاق افتاده است. طبق مطالعات Kottelat و Freyhof (۲۰۰۷) ماهی کلمه تا ۱۳ سال عمر می‌کند، اگرچه حداکثر عمر ۱۴ سال نیز برای این گونه توسط Wüstemann و Kammerad (۱۹۹۵)، و ۲۰ سال توسط Holcik و Hensel (۱۹۷۲) گزارش‌شده است. در بررسی حاضر حداکثر عمر ماهی کلمه ۴ سال در استان گلستان برآورد شد. به‌طوری‌که قبلاً اشاره شد حدود ۷۰ درصد صید در این استان مربوط به ماهیان ۲ و ۳ ساله می‌باشد، لذا بخش عمده‌ای از مولدین قبل از بازسازی موثر، بهره‌برداری شده و عمده کوهورت تا سن ۳ سالگی صید می‌شود، که هر دو این عوامل درکاهش طول‌عمر موثر هستند. درصد ترکیب سنی ماهی کلمه نشان‌می‌دهد که بیش‌ترین فراوانی صید در استان گلستان مربوط به گروه سنی ۲ ساله‌ها ۴۵٪ فراوانی بود. در مجموع گروه‌های سنی ۱ و ۲ سال حدود ۷۰٪ جمعیت مورد بهره‌برداری در استان را به‌خود اختصاص دادند. حداکثر سن مشاهده شده در جمعیت، ۴ ساله بودند که ۲/۶ درصد جمعیت را شامل شدند. این ترکیب سنی بیانگر بهره‌برداری از جمعیت نسبتاً جوان می‌باشد. پایین بودن درصد فراوانی گروه‌های سنی ۱ و ۲ سال در صید حاصل به‌کارگیری دام‌های صیادی درصید این گونه می‌باشد. کاهش نرخ رشد لحظه‌ای تا سه سالگی از شیب تندی برخودار بوده و بیش‌ترین نرخ افزایش وزن در برابر افزایش طول درگلستان مربوط به سن ۲ تا سن ۳ سالگی بود. طبق نظر Nikolsky (۱۹۶۹)، عوامل موثر بر رشد، عبارتند از کیفیت مولدین، زمان تکثیر، دمای محیط تکثیر، فراوانی غذا در محیط، رشد نوزادان، منابع غذایی اصلی، رقابت غذایی فراوانی جمعیت دمای محیط زندگی وشرایط بوم سازگان. در سنین بعدی با توجه به شرایط محیطی موجود در استان گلستان، هریک از عوامل مورد اشاره و یا چندتا از آن‌ها می‌تواند دراین زمینه موثر باشد. متوسط رشد ماهی کلمه در دریاچه Sanen سوئیس و دریاچه Apine درجنوب ایتالیا درجدول ۴ آورده شده است (Mfiller Rudolf و Jfirg، ۱۹۸۶).

جدول۴: بررسی شاخص کارایی رشد، K ،L∞ برای ماهی کلمه در دریاچه Sanen وApine (Volta و Jepsen، ۲۰۰۸).

دریاچه	Φ′	T_0 (سال)	K (سال)	L∞ (سانتی‌متر)	جنس
Sanen (سوئیس)	۲/۷۴	-۰/۳۸	۰/۴	۳۶/۸	نر
	۲/۳۸	-۰/۱۵	۰/۱۵	۴۰/۱۹	ماده
Apine (درجنوب ایتالیا)	۲/۵۵	-۰/۴۰	۰/۲۹	۳۵/۷	هر دو جنس

رشد ماهی کلمه در دریاچه Lago maggior بیش‌تر از دیگر نقاط اروپا گزارش شده و شاخص Φ′ نشان‌دهنده افزایش کارایی رشد از شمال اروپا به‌طرف جنوب برای ماهی کلمه می‌باشد. ضمن این‌که شاخص ضریب رشد k (سرعت رسیدن به حداکثر طول که ممکن است ماهی به آن برسد) در جنوب اروپا بیش‌تر است (Guhtruf، ۲۰۰۲؛ Chappaz و همکاران، ۱۹۹۰). براساس مطالعه حاضر شاخص کارایی رشد در استان گلستان به‌ترتیب جنس نر و ماده، Φ′=۲/۷۵ Φ′= ۲/۴۸ و ضریب رشد k به‌ترتیب جنس نر و ماده ۰/۷۶۰ و ۰/۵۰۱ محاسبه گردید. مقایسه نتایج فوق نشان می‌دهد، که ماهی کلمه در استان گلستان در مقایسه با اروپا از رشد بهتری برخودار می‌باشد (جدول ۴). هم‌چنین جدول ۵ کاهش مقدار K و L∞، را در مطالعات انجام شده بر روی این گونه، در ایران و سایر کشورها نشان می‌دهد.

جدول۵: بررسی شاخص K و L∞ ماهی کلمه در ایران و سایر مناطق مطالعه شده

منبع	جنسیت ماهی‌کلمه	طول بی نهایت L∞	آهنگ رشد K
Maan (۱۹۷۳)(رودخانه استور)	نر	۲۴۰	۰/۲۴۵
	ماده	۳۷۰	۰/۱۴۵
Maan (۱۹۷۳)(رودخانه قرام)	نر	۴۰۰	۰/۱۴۳
	ماده	۴۳۰	۰/۱۲۹
Ali (۱۹۷۳) (منابع للین تگید)	نر+ماده	۲۸۲	-
Penczak (۱۹۷۹)(محل اول در رودخانه پیلیسا Pilicia)	نر+ماده	۳۴۵/۳۵	۰/۱۰۰۹
Penczak (۱۹۷۹) (محل دوم (آلوده‌تر) در رودخانه پیلیسا Pilicia)	نر+ماده	۵۵۸/۰۹	۰/۰۴۷
Chernyavskiy (۱۹۸۴)(دلتای ولگا)	نر+ماده	۳۲۶	-
Aspezhir (۱۹۷۷)، Toleg، Byrow (منطقه لیتورال دریاچه بالاتون Balaton)	نر+ماده	۳۱۹	۰/۱۶
مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان (۱۳۷۲)(گیلان و مازندران)	نر+ماده	۳۱۹	۰/۱۶۸
خواجه و علاقی (۱۳۷۶)(تالاب گمیشان)	نر	۱۸۶/۲	۰/۴۷
	ماده	۳۶۹/۸۶	۰/۱۸
پقه و مقصودلو (۱۳۷۷)(تالاب گمیشان)	نر	۳۷۹	-
	ماده	۴۲۷	-
ندافی (۱۳۷۸) (تالاب گمیشان)	نر	۲۷۱/۳۳	۰/۲۳۵
رهنما (۱۳۹۵)(آب‌های استان گلستان)	نر	۲۵۵	۰/۷۶۰
	ماده	۲۷۰	۰/۵۰۱

تالاب گمیشان در استان گلستان از زیستگاه‌های مهم این گونه در استان می‌باشد که میانگین حداکثر سالانه دمای هوا ۲۸/۲۵ و میانگین حداقل سالانه آن ۹/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. همان‌گونه

که قبلاً اشاره شد، فراوانی مواد غذایی از عوامل مهم و تاثیرگذار در رشد می‌باشد که سواحل استان گلستان به‌ویژه ساحل شرقی (مجاور تالاب گمیشان) به‌علت وسعت زیاد، عمق کم و نفوذ نور توان تولیدی بهتری در مقایسه با سایر زیستگاه‌های این گونه را دارد (Birstein و همکاران، ۲۰۰۵). Kirjasniemi و Valtonen (۱۹۹۷)، میزان مرگ و میر ماهی کلمه را (با طول کل ۲±۳۸ میلی‌متر) در دریاچه پر تولید Isojarvi ۵۰٪ و در دریاچه بزرگ Paijanne (طول کل ماهی ۲±۳۸ میلی‌متر) ۴۲٪ گزارش کردند. در این مطالعه مرگ و میر برای جنس نر و ماده با میانگین طولی ۲/۱±۲۴/۷ حدود ۵۰ درصد به‌دست آمده است. هم‌چنین در مطالعه حاضر برخلاف مطالعات دیگر، مرگ و میر به‌روش چن و واتابه مورد بررسی قرار گرفت، که مرگ و میر را در هر گروه سنی برای جنس نر و ماده مشخص کرد و در محاسبه میزان مرگ و میر در هر گروه سنی، از پارامترهای k و t_0 استفاده شد (شکل۱۴). به‌طورکلی، باتوجه به مطالعه انجام‌شده می‌توان این نتیجه رسید که، ذخایر ماهی کلمه از نظر سنی، کوچک‌تر شده و هم‌چنین میزان مرگ و میر در گروه‌های سنی مختلف افزایش یافته است و این گونه را جزو گونه‌های در معرض انقراض قرار می‌دهد.

منابع

۱. **آژیر، م.، ۱۳۸۴.** گزارش نهایی پروژه برخی از خصوصیات زیستی سه گونه شوریده، حلوا سیاه و سنگسر کاکان به‌منظور بهینه‌سازی فصل صید در دریای عمان. ۱۰۸ صفحه.

۲. **پقه، ا.؛ مقصودلو، ت. و عبدلی، ا.، ۱۳۸۳.** مطالعه سن و رشد ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) تالاب گمیشان (جنوب‌شرقی دریای خزر). مجله علوم کشاورزی ومنابع طبیعی. سال ۱۱، شماره ۴، صفحات ۱۵۱ تا ۱۶۲.

۳. **خسروی، م.؛ شمسایی‌مهرجان، م. و اکرمی. ر.، ۱۳۸۹.** تأثیر سطوح متفاوت پری‌بیوتیک اینولین جیره غذایی بر عملکرد رشد و ترکیب لاشه در بچه‌ماهی کلمه. مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده. سال ۱، شماره ۲، صفحات ۲۱ تا ۳۴.

۴. **کشیری، ح.؛ شعبانی، ع. و شعبانپور، ب.، ۱۳۹۱.** بررسی تنوع ژنتیکی ماهی کلمه خزر در مناطق قره سو و گمیشان به‌روش مایکرو ستلایت. مجله زیست‌شناسی ایران. جلد ۲۵ ، شماره ۱، صفحات ۱۳۹ تا ۱۴۷.

۵. **ندافی، ر.؛ مجازی‌امیری، ب.؛ کرمی، م.؛ کیابی، ب. و عبدلی، ا.، ۱۳۸۱.** بررسی بعضی ویژگی‌های زیست‌شناسی ماهی کلمه ترکمنی در تالاب گمشان. مجله علمی شیلات. سال ۱۱، شماره ۳، صفحات ۱۰۳ تا ۱۲۶.

۶. **Aires-da-Silva, A.M. and Gallucci, V.F., 2007.** Demographic and risk analyses applied to management and conservation of the blue shark (*Prionace glauca*) in the North Atlantic Ocean. Marine and Freshwater Research. Vol. 58, pp: 570-580.

۷. **Birstein, V.J.; Ruban, G.; Ludwig, A.; Doukakis, P. and DeSalle, R., 2005.** The enigmatic Caspian Sea Russian sturgeon: how many cryptic forms does it contain? Systematics and Biodiversity .Vol. 3, No. 2, pp: 203-218.

۸. **Biswas, S.P., 1993.** Manual of methods in fish biology. South asian publishers. PVT Ltd. New Delhi. 157 p.

۹. **Burnham, K.P. and Anderson, D.R., 2001.** Kullback Leibler information as a basis for strong inference in ecological studies. Wildlife Research. Vol. 28, pp: 111-119.

۱۰. **Chappaz, R.; Brun, G. and Olivari, G., 1990.** Les fecterus de developementdu gardon (*Rutilus rutilus*), introduit dans une retenue oligotrophe recente: analyse des parameters mesologiques (temperatures) et biologiques. C.R. Acadsci. Vol. 3, No. 310, pp: 27-33.

۱۱. **Chen, S. and Watanabe, S., 1989.** Age dependence of natural mortality coefficient in fish populations dynamics. Nippon Suisan Gakkaishi. Vol. 55, pp: 205-208.

۱۲. **Froese, R., 2006.** Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. J. Appl. Ichthyol. Vol. 22, pp: 241-253.

۱۳. **Gayanilo, F.C. and Pauly, D., 1997.** Computed information series fisheries, FAO-ICLARM stock assessment tools. Reference manual. Rome Italy. 262 p.

۱۴. **Gunderson, D.R. and Dygert, P.H., 1988.** Reproductive effort as a predictor of natural mortality rate. J. Cons. Int. Explor Mer. Vol. 44, pp: 200-209.

۱۵. **Gunderson, D.R., 1980.** Using r-K selection theory to predict natural mortality. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 37, pp: 2266-2271.

۱۶. **Guthruf, J., 2002.** desrotouges in luganer-see (Kanton TI). BUWAL, Mitt. Fisch. Vol. 74, 9 p.

۱۷. **Haddon, M., 2011.** Modelling and quantitative methods in fisheries, CRC Press. Institute of Geography NASA.

۱۸. **Holcík, J. and Hensel, K., 1972.** Ichthyological hand book. SRZ Bratislava. 220 p. (in Slovak).

۱۹. **Katsanevakis, S. and Maravelias, C.D., 2008.** Modelling fish growth: multi-model inference as a better alternative to a priori using von Bertalanffy equation. Fish and Fisheries. Vol. 9, pp: 178-187.

۲۰. **Khorshidian, K., 2000.** Comparative study of fishing fleet in Bushehr province. Iranian Fisheries Research Organization. Tehran-Iran. pp: 10-22. (in Persian).

۲۱. **Kiabi, B.; Abdoli, A. and Naderi, M., 1999.** Status of the fish fauna in the south Caspian Basin of Iran. J. Zoologyin the middle East. Vol. 18, pp: 57-65.

۲۲. **Kirjasnient, M. and Valtonen, T., 1997**. Size-dependent over-winter mortality of young-of-year roach (*Rutilus rutilus*). English Biology of fishes. Vol. 50, pp: 451-456.

۲۳. **Kottelat, M. and Freyhof, J., 2007.** Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin. 646 p.

۲۴. **Le Robert, M., 2001.** Report of the First Metting of the WECAFC Ad Hoc Working Groupe on the Development of Sustainable Moored Fish Aggregating Device Fishing in the Lesser Antilles, FAO Fisheries Report No. 683.

۲۵. **Mann, R.H.K., 1996.** Environmental requirements of European non-salmonid fish in rivers. Hydrobiologia. Vol. 323, No. 3, pp: 223-235.

۲۶. **Mfiller, R. Jfirg Meng, H., 1986.** Factors governing the growth rate of roach *Rutilus rutilus (L.*) in pre-alpine Lake Sarnen Schweiz. Z. Hydrol. Vol. 48, No. 2, pp: 137-156.

۲۷. **Moutopoulos, D.K. and Stergiou, K.I., 2002.** Length weight and length-length relationships of fish species from Aegean Sea (Greece). Jouranl of Applied Ichthyology. Vol. 18, pp: 200-203.

۲۸. **Nikolsky, G.V., 1969.** Theory of Fish Population Dynamics. Otto Science Publishers, Koenigstein. 317 p.

۲۹. **Pauly, D., 1983.** Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fish. Tech. Pap. 234, Rome. 52 p.

۳۰. **Punt, A.E.; Pribac, F.; Walker, T.I.; Taylor, B.L. and Prince, J.D., 2000.** Stock assessment of school shark, *Galeorhinus galeus*, based on a spatially explicit population dynamics model. Marine and Freshwater Research. Vol. 51, pp: 205-220.

۳۱. **Sparre, P. and Venema, S.C., 1998.** Introduction to tropical fish stock assessment. part 1. Manual FAO Fish, Tech. Pap. 306. FAO, Rome, Italy. 407 p.

۳۲. **Sturges H.A., 1926.** The choice of a class interval. Journal of the American Statistical Association. Vol. 21, pp: 65- 69.

۳۳. **Volta, P. and Jepsen, N., 2008,** 'The recent invasion of *Rutilus rutilus (L.*) (Pisces: Cyprenidae) in a large South Alpine lake: Lago Maggiore' Journal of Limnology. Vol. 67, No. 2, pp: 163-170.

۳۴. **Wüstemann, O. and Kammerad, B., 1995.** Der Hasel, *Leuciscus leuciscus*. Westarp Wissenschaften, Magdeburg, Germany. 195 p.