شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۴، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰
صفحات ۶۰-۴۵

ساختار و پویایی جمعیت میگو رودخانه‌ای شرق (*Macrobrachium nipponense*) در سه تالاب (آلاگل، آلماگل وآجی‌گل) استان گلستان – شمال ایران

غلامعلی بندانی[۱]، رحمان پاتیمار[۲*]، حجت اله جعفریان[۲]، محمد رضا شکری[۳]، هادی رییسی[۴]، ضیاء کردجزی[۴]

۱. مربی، مرکز تحقیقات آبزیپروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

۲. دانشیار، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبدکاووس، ایران

۳. استادیار، دانشکده علوم زیست شناسی، دانشگاه شهید بهشتی، اوین، تهران، ایران

۴. استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹ /۰۸/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۲۷

چکیده

شناخت ویژگی‌های جمعیتی گونه‌های غیربومی برای مدیریت گونه و زیستگاه حائز اهمیت زیادی است. در این ارتباط ساختار و پویایی جمعیت میگوی رودخانه‌ای شرقی (*Macrobrachium nipponense*) به عنوان یک گونه غیر بومی، در سه تالاب (آلما گل، آلاگل و آجی‌گل) استان گلستان بررسی گردید. در این تحقیق، تعداد ۶۵۳۹ عدد میگو صید و بیومتری شد. حداکثر اندازه طولی جمعیتهای این میگو در سه منطقه تالابی متغییر، و بین ۹۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر بود. در این دامنه طولی ۴ گروه سنی (+۰، +۱، +۲و +۳) تشخیص داده شد. شاخص‌های رشد براساس معادله رشد فان‌برتالانفی و معادله رشد فصلی سومر برای جنس‌های نر و ماده بترتیب L_{max}=۱۰۸ و L_{max}=۹۱، K = ۰/۹۶ و K =۰/۹۸ بدست آمد. مرگ‌ومیر طبیعی برای هر دو جنس نروماده برای سنین مختلف نشان داد که کمترین مقدار این مرگ‌ومیر دریک سالگی است. مقدار میانگین مرگ‌ومیر طبیعی برای جنس نر و ماده بترتیب M =۱/۱۷ وM=۱/۲۴ برآورد شد. مرگ‌ومیر کل براساس منحنی طول- تعداد، برای میگوهای نرو ماده بترتیب معادل Z =۱/۱۷ وZ =۱/۱۷ برآورد گردید. اندازه طول کل بلوغ در اولین بلوغ جنسی برای جنس ماده ۴۶/۹ میلی‌متر و برای جنس نر ۵۲ میلی‌متربرآورد شد. مقدار طول اپتمیم برای جنس ماده معادل ۶۴ میلی‌متر وبرای جنس نرمعادل۷۶/۸ بود.

کلمات کلیدی: میگوی رودخانه‌ای شرقی، پویایی جمعیت، تالاب، استان گلستان

* نویسنده مسئول: رحمان پاتیمار
Email: rpatimar@gmail.com

Journal of Fisheries
Vol. 74, No. 1, Spring 2021
pp. 45-60

Population structure and dynamics of River Oriental Prawn (*Macrobrachium nipponense*) in three wetlands (Alagol, Almagol and Ajigol) of Golestan province-northern Iran

Gholam Ali Bandani[1], Rahman Patimar[2*], Hojatollah Jafariyan[2], Mohhazamd Reza Shokri[3], Hadi Raeisi[4], Zia Kordjezi[4]

1. Instructor, Inland Waters Aquatic Stocks Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, (IASRC), Gorgan, Iran
2. Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of GonbadKavous, GonbadKavous, Iran
3. Assistant Professor, Faculty of Biological Sciences, ShahidBeheshti University, G.C., Evin, Tehran, Iran
4. Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad Kavous, Gonbad Kavous, Iran

Received: 16-Dec-2020 **Accepted: 16-Nov-2020**

Abstract

Understanding the demographic characteristics of non-native species is very important for species and habitat management. The population structure and dynamics structure of river oriental prawn (*Macrobrachium nipponense*) were studied in three wetlands (Alma Gol, Alagol and Ajigol) of Golestan province, where the species is considered exotic species. A total of 6539 samples were collected and their biometric data recorded, the maximum total length of specimens ranged 90 -100mm. In this range, 4 age groups (0^+,1^+,$2^+$and 3^+) were identified. The growth parameters, obtained using von Bertalanffys growth function and Somer seasonal growth equation, were as L_∞ = 108 and 91 mm, K = 0.96/year and 0.98/year for males and females respectively. The lowest mortality rate was observed in age 1. The mean normal mortality rate for males and females was estimated to be M = 1.17 and M = 1.24, respectively. Total mortality rate, based on the length-converted catch curves equation, was estimated to be Z = 1.17 for males and Z = 1.17 for females. The total length at the first sexual maturity was estimated to be 46.9 mm for females and 52 mm for males. The optimum length for females was 64 mm, and for males was 76.8.

Keywords: River oriental prawn, Population Dynamics, Wetland, Golestan Province

Corresponding author: Rahman Patimar Email: rpatimar@gmail.com

۱. مقدمه

میگوی رودخانه‌ای شرقی (*Macrobrachium nipponense*) یکی از سخت پوستان متعلق به خانواده Palaemonidae است. این گونه در آبهای شور و آب شیرین توزیع شده و می‌توان در بخش‌های مختلف چین، ژاپن، تایوان، هند و غرب اقیانوس آرام، ویتنام وکره آن را پیداکرد (Nguyen *et al.*, 2002). این میگو به عنوان یک گونه غیربومی برای اولین بار در ایران در استان گلستان (گرگین و علیمحمدی، ۱۳۹۳) و به‌دنبال آن در تالاب انزلی در استان گیلان (De Grave and Ghane, 2006) گزارش شد.

ارزیابی شاخص‌های رشد این گونه در جمعیت نشان می‌دهد که این گونه جزو گونه‌های Palaemonpandaliformis است و ماده‌ها با سرعت بیشتری رشدکرده و به اندازه‌های بزرگتر می‌رسند. ماده‌ها طول عمر طولانی‌تر از نرها دارند. همچنین فعالیت تولید مثلی مستمر و حضور توده ای میگوهای جوان در طول سال این موضوع را تایید کرده است. بررسی روابط بین تعداد تخم و اندازه بدن نشان داده است که باروری در ماده‌ها با افزایش اندازه بدن افزایش می‌یابد (Lucas and Fernando, 2017). میگوی رودخانه‌ای شرقی، از نظر اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت (IUCN) جزو گروه با حداقل نگرانی(LC) قرار گرفته است (De Grave, 2013). در ایران، این گونه جزو گونه های غیربومی مهاجم بحساب می‌آید و در بسیاری از تالاب‌ها، آببندان ها و استخرهای پرورش ماهیان گرمابی دیده می‌شود.

علیرغم گذشت مدت نسبتاً طولانی از ورود و حضور این گونه به آب های حوزه خزر جنوبی، گزارش های محدودی روی ویژگی‌های پویایی جمعیت این میگو دیده می‌شود (Zoughi Shelmani, 2016; Khanipour *et al.*, 2018; Raeisi *et al.*, 2018; Danaei *et al.*, 2019). بخصوص ویژگی‌های پویایی شناسی جمعیت‌های ساکن در تالاب‌های آلماگل، آجی‌گل و آلاگل گزارشی وجود ندارد. مجموعه تالاب‌های محافظت شده بین المللی استان گلستان (آلاگل، آجی گل و آلماگل) در دشت گسترده ترکمن صحرا در نزدیکی مرز مشترک ایران و ترکمنستان در منطقه داشلی برون واقع شده است. این تالاب‌ها تقریباً نزدیک به هم قرار دارند و در ۶۲ کیلومتری مرکز استان گرگان واقع شده اند. میگوی رودخانه‌ای شرقی (*M. nipponense*) در هر سه تالاب با اکوسیستم نسبتاً متفاوت (Kiabi *et al.*, 1999) وجود دارد. این میگو هرچند مورد بهره‌برداری تجاری قرار نمی‌گیرد اما شناخت شاخص‌های دینامیک جمعیت این گونه برای مدیریت آن، که بصورت ناخواسته در این سه تالاب پراکنده شده، مهم است. لذا، هدف از این مطلعه، ارزیابی شاخص‌های دینامیک جمعیت، ازجمله تغییر و نوسان در تعداد و گروه‌های سنی میگو، شاخص‌های رشد، نرخ مرگ‌ومیر و حضور توده‌ای میگوهای جوان دارای اهمیت زیادی است.

۲. مواد و روش کار

نمونه برداری از جمعیت میگوها، هر ماه از سه تالاب بین ملی با استفاده از تله‌های (Funel) با اندازه چشمه ۲ و ۱۰ میلی‌متر که با ماهی مرده طعمه‌دار انجام شد. تله‌ها در هر ایستگاه به مدت ۲۴ ساعت در سطح بستر با کمک لنگر آهنی مستقر شدند. نمونه‌های صید شده بلافاصله در الکل ۷۰در صد تثبیت شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه نمونه‌ها براساس جنسیت جداسازی و طول کل وکاراپاس بوسیله کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. وزن نمونه‌ها شامل وزن کل و وزن تخم‌ها با ترازوی دجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه گیری شد (Mossolin and Bueno, 2002).

تعیین جنسیت دراین گونه میگوها با تشخیص زائده عضلانی (appendix masculina) روی پای داخلی (endopod) دومین پای شنای میگو (pleopod) صورت می‌گیرد و جنس نر داری این زائده وجنس ماده فاقد آن است (Dimmock *et al.*, 2004). به منظور تایید تشخیص صورت گرفته، بافت شناسی گناد براساس روش‌های معمول

بافت شناسی نیز صورت گرفت (Humason, 1967).

برای محاسبه رابطه طول - وزن کل از معادله $W=aL^b$ استفاده شد که در آن W وزن‌کل بر حسب گرم و طول (L) همان طول کاراپاس(Lc) به میلی‌متر، a عرض از مبدا و b شیب خط رگرسیونی است. بررسی الگوی رشد با استفاده از تست پائولی $t = \left[\frac{sdLnX}{sdLnY}\right] \times \left[\frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}}\right] \times \sqrt{n-2}$ صورت گرفت (Pauly and Munro, 1984).

در محاسبات پیراسنجه‌های پویایی شناسی ازنرم‌افزار FiSAT استفاده گردید. به همین منظور اطلاعات طولی بدست آمده در فواصل طبقاتی ۲ میلی‌متر، به صورت ماهانه در نرم افزار یاد شده وارد شد. اطلاعات وارد شده جهت به حداقل رساندن خطای بررسی، صاف (Smooth) گردید. نظر به اینکه مطالعه انجام شده در منطقه معتدل و در آب شیرین است از معادله رشد فصلی $L(t) = L\infty[1 - e^{-[k(t-t0)+Ssin2\Pi(t-ts)-Ssin2\Pi(t0-ts)]}]$ استفاده شد (Somers, 1988). که درآن: Lt، طول آبزی در سن t (میلی‌متر)، L_∞ طول مجانب درنمودار رشد (میلی‌متر) که برابر میانگین ۱۰ مورد از بزرگترین طولهای صید شده در سال، K ضریب رشد ($year^{-1}$)، t_0 سن فرضی در طول میگو صفر (محل برخورد نمودار رشد با محور طولی براساس سال) و t سن (سال) است. شاخص C دامنه نسبی نوسانات فصلی را در سرعت رشد اندازه‌گیری می‌کند. اگر C=0 رشد فصلی نیست ولی اگر C=۱ رشد فصلی به اندازه کافی بزرگ است به طوری که رشد فقط برای یک لحظه در طول سال متوقف می شود. در رابطه فوق، مقدار ts زمان بین زمان(صفر) ۰ و شروع قسمت محدب اولین نوسان رشد سینوسی و s از فرمول $s = \frac{ck}{2\Pi}$ بدست می‌آید.

جهت مقایسه پیراسنجه‌های رشد برآورد شده برای یک گونه آبزی با سایر مطالعات انجام شده روی رشد آن گونه درمناطق دیگر از آزمون فی پریم مونرو (Ø) با فرمول $\emptyset' = Log(K) + 2Log(L_\infty)$ استفاده شد (Munro and Pauly, 1984). در محاسبه این مقدار می‌توان از لگاریتم طبیعی(Ln) نیزاستفاده کرد. در این فرمول، L_∞ و K همان شاخص‌های معادله رشد فان برتالانفی‌اند.

جهت برآورد مقدار L_{max} از زیر برنامه پشتیبانی (Support) دربرنامه نرم افزاری FiSAT استفاده شد و این مقدار با سطح اطمینان ۹۵درصد مورد محاسبه قرار گرفت.

در تعیین بلوغ جنسی از اطلاعات مورفومتریک از معادلات p=1/(1+e^(-(β0+ β1*X))) "L50"=-(β0)/β1 استفاده شد که در آن X= طول کاراپاس، P=بلوغ ۵۰ درصد (۰ برای نوجوانان و ۱ برای بالغین) β0 ضریب ثابت رگرسیونی (intercept) و β1 شیب رگرسیونی (slope) است. از CL به عنوان متغیر مستقل برای آزمایش رشد نسبی در اندازه گیری‌های دیگر (متغیرهای وابسته) استفاده شد. رگرسیون خطی، مقایسه شیبها و محاسبات شروع بلوغ جنسی مورفولوژیکی با نرم افزار R نسخه ۳,۶,۳ انجام شد. برای تجزیه و تحلیل شروع بلوغ جنسی مورفولوژیکی، از مدل رگرسیون با روابط قطع شده با نقطه انفصال با بسته "قطعه قطعه شده" در رگرسیون‌هایی استفاده شد که نقاط بازشکنی احتمالی را تجسم می‌کند (Williner *et al*., 2014).

برای محاسبه طول اپتیمم (L_{opt}) از معادله $L_{opt} = 3\times L\infty/ 3+M/K$ استفاده شد، برای محاسبه سن اولین بلوغ جنسی از فرمول $t_m = t_0 - \ln(1 - L_m / L_{inf}) / K$ و برای محاسبه طول بلوغ ۱۰۰درصد از رابطه $L_{m100} = L_m + (L_{inf} - L_m) / 4$ استفاده شد (Froese and Binohlan, 2000).

در محاسبه t_0 از فرمول پائولی (1983) Log (K) Log (- t_0) = -۰/۳۹۲۲ -۰/۲۷۵۲ Log (L_∞) -۱/۰۳۸ استفاده شد که در آن، K و L_∞ شاخص‌های رشد فان برتالانفی است (Gayanilo and Pauly, 1997).

در محاسبه نرخ مرگ ومیر طبیعی از فرمول $m = \left[\frac{1.52}{(t_{mass})^{0.72}}\right] - 0.16$ استفاده شد که در آن t_{mass} سن به سال است که عمده جمعیت درآن سن بالغ می‌شوند. ضریب مرگ و میر کل (Z) از روش منحنی صید (Catch curve method) برآورد گردید (Sparre and Venema, 1992). این روش براساس ارتباط خطی لگاریتم

طبیعی (Ln) تعداد آبزی (N) برتغییرات زمان (d_t)، با سن نسبی آبزی (t) پایه‌ریزی می گردد ($\ln\left(\frac{N}{d_t}\right) = a - Zt$)که شیب خط حاصل، مقدار Z را مشخص می‌نماید. مقدار یاد شده با سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد محاسبه قرار می‌گیرد. این شاخص درواقع مجموع مرگ‌ومیر طبیعی و صیادی است (Z = F + M).

مرگ و میر طبیعی در سنین مختلف (M) بر این اساس معادله زیر برای محاسبه نرخ مرگ‌ومیر طبیعی در هر گروه سنی بصورت زیر محاسبه گردید (Chen and Watanabe, 1989):

$$t \leq t_m M = \frac{k}{1-e^{-k(t0)}} \quad ,$$

$$a_0 = 1 - e^{-k(tm-t0)}$$

$$t_m = -\left(\frac{1}{k}\right) log\left(1 - e^{kt0}\right) + t$$

$$a_1 = 1 - ke^{-k(tm-t0)}$$

$$t \geq t_m M = \frac{k}{a0+a1(t-tm)+a2(t-tm)^2} \quad ,$$

$$a_2 = \left|-0.5ke^{-k(tm-t0)}\right|$$

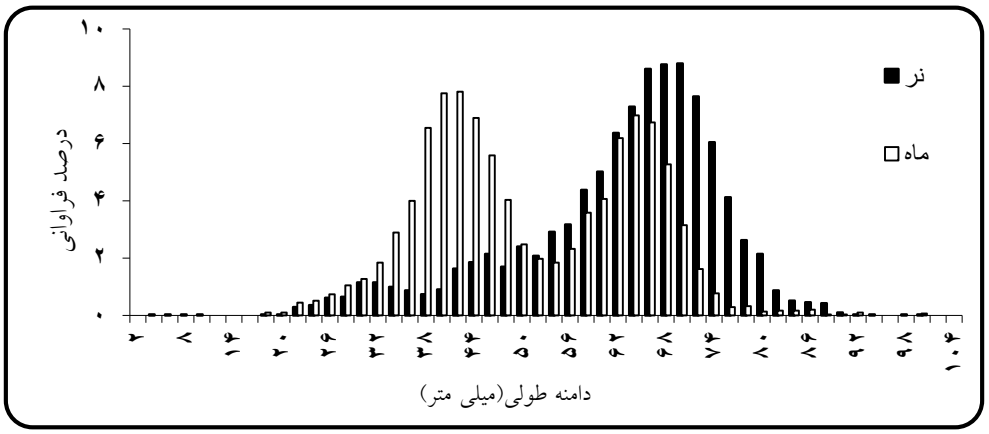
برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار R، Excele و Fisat استفاده شد.

۳. نتایج

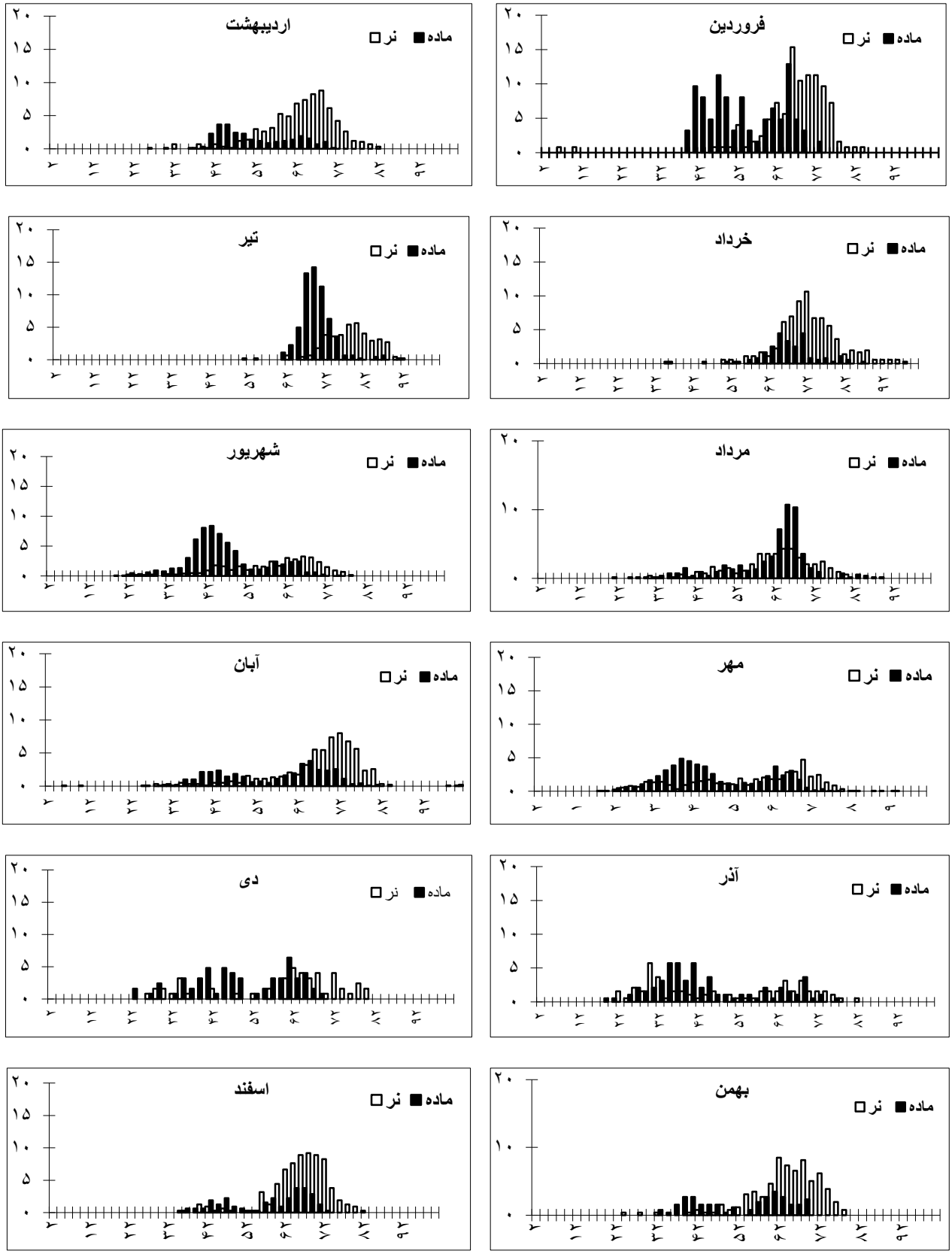
در این بررسی تعداد ۶۵۳۹ عدد میگو زیست سنجی شدند که شامل ۳۲۷۱ عدد میگوی ماده و ۳۲۶۸ عدد میگوی نر، بیشترین درصد فراوانی طولی میگوهای ماده در دامنه طولی ۶۴ تا ۷۴ میلی‌متر و بیشترین درصد فراوانی طولی میگوهای ماده در دامنه طولی ۳۲ تا ۴۲ میلی‌متر بود (شکل ۱).

در هر یک از تالاب های آجی گل، آلما گل و آلا گل میگوهای ماده در دامنه طولی پایین‌تری قرار داشتند. بیشترین میگوهای نر در تالاب آجی گل صید شدند. بزرگترین میگوهای صید شده در تالاب آلاگل از دو تالاب آلماگل وآجی‌گل کوچکتر بودند (شکل ۲).

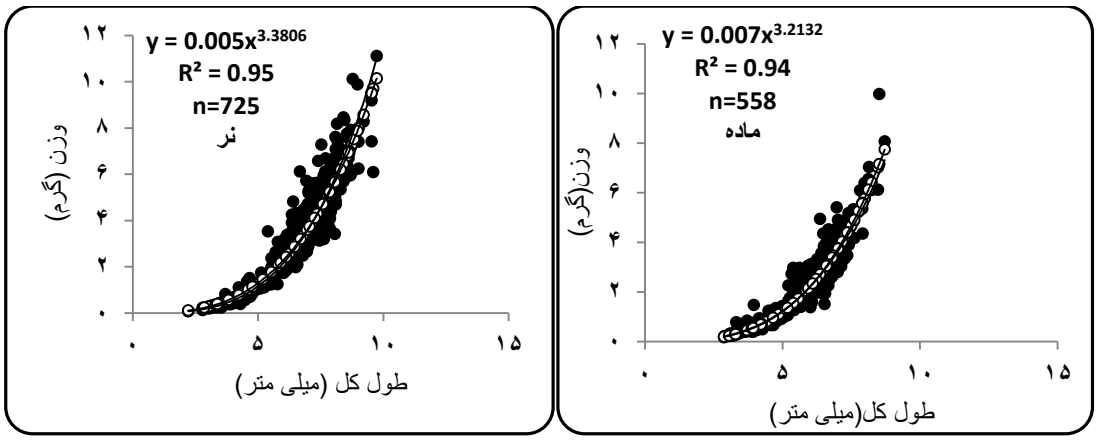
مقدار شیب رگرسیونی (b) رابطه بین طول کل و وزن کل برای میگوهای جنس نر و ماده در سه تالاب آلاگل، آلماگل و آجی‌گل از ۳/۲۲۳۹ تا ۳/۴۵۹۶ برای جنس نر و از ۳/۱۵۶۶ تا ۳/۲۸۳۹ برای جنس ماده متغییر بود (شکل ۳). مقدار t محاسباتی تست پائولی برای جنس نر و ماده بترتیب معادل ۳۰/۵۴ و ۱۷//۶۸ بدست آمد که از t جدول (۱/۹۶۰) بزرگتر بود و این نشان داد که الگوی رشد این میگو برای هر دو جنس از نوع آلومتریک مثبت است (شکل ۳).



شکل ۱- نمودار فراوانی گروه‌های طولی میگو رودخانه‌ای شرق (*M. nipponense*) در سه تالاب آلما گل،آجی گل وآلاگل



شکل۲- نمودارهای روند ریکرویتمنت یا حضور توده‌ای میگوهای جوان در طول یک سال میگو رودخانه‌ای شرق (*M.nipponense*) در تالاب‌های آلاگل،آلماگل وآجی گل استان گلستان

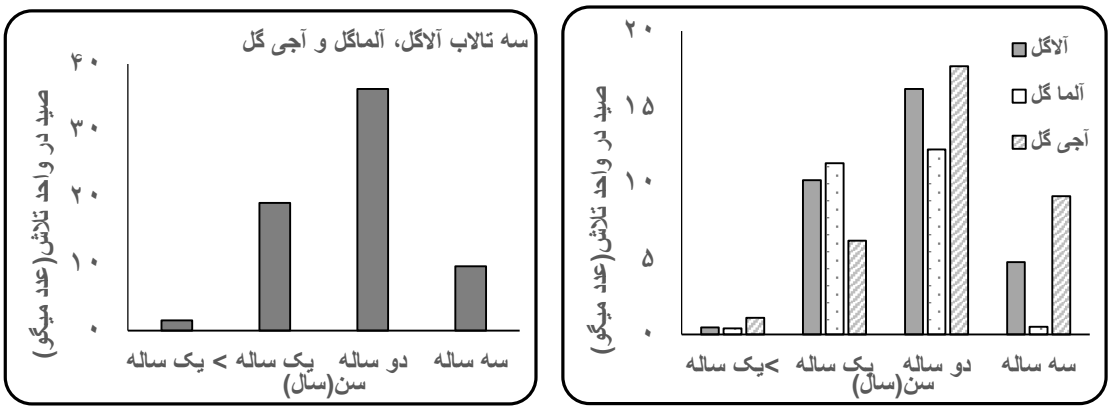


شکل۳- نمودارهای رابطه طول وزن میگوی رودخانه‌ای شرق (*M.nipponense*) ماده و نر، در تالاب‌های آلاگل،آلماگل وآجی گل استان گلستان

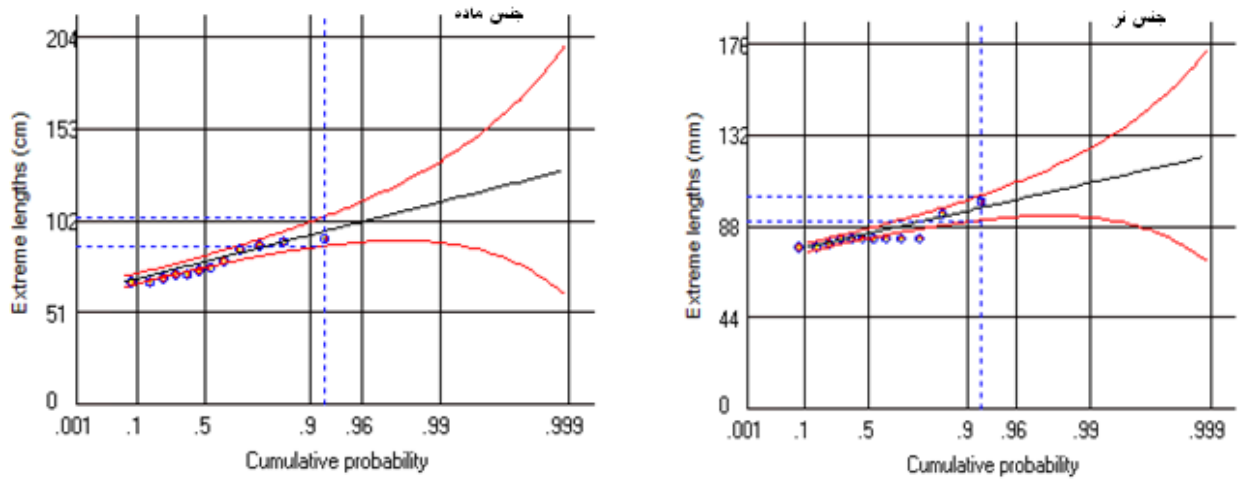
اندازه متوسط طول کاراپاس دراولین بلوغ جنسی براساس داده‌های موفومتریک طول کاراپاس و طول کل با پهنای چنگال توسط معادله لجستیکی برازش شد. بر اساس آن، اندازه طول کاراپاس و طول کل در اولین بلوغ جنسی برای جنس ماده بترتیب معادل۱۲/۱میلی‌متر و ۴۹/۴ میلی‌متر با ضریب تبیین ۰/۹۱ =R^2، برای جنس نر نیز اندازه طول کاراپاس و طول کل در اولین بلوغ جنسی به ترتیب معادل ۱۳/۲ میلی‌متر و ۵۲ میلی‌متر با ضریب تبیین ۰/۹۲ =R^2 برآورد شد.

بیشترین صید در واحد تلاش در تالاب آجی‌گل مربوط به فصل بهار بود. در آلماگل بیشترین مقدار صید در واحد تلاش مربوط به فصل پاییز و در تالاب آلاگل بیشترین مقدار صید در واحد تلاش در تابستان مشاهده شد. در هر سه تالاب کمترین صید در واحد تلاش در زمستان مشاهده گردید. بیشترین صید در واحد تلاش در سه منطقه تالابی مربوط به میگوهای سه ساله و کمترین مقدار صید در واحد تلاش مربوط به میگوهای زیر یک سال بود. در بین سه تالاب بیشترین مقدار صید درواحد تلاش میگوهای زیر یک سال در تالاب آجی‌گل و کمترین آن در تالاب آلماگل مشاهده شد. بیشترین مقدار صید در واحد تلاش یک ساله‌ها در تالاب آلماگل وکمترین مقدار آنها در تالاب آجی گل مشاهده شد. بیشترین مقدار صید در واحد تلاش میگوهای دو و سه ساله در تالاب آجی گل مشاهده شد. کمترین مقدار صید در واحد تلاش میگوهای سه ساله در تالاب آلماگل مشاهده شد (شکل ۴).

مقدار طول بینهایت (L_∞) برای جنس نر و ماده به ترتیب ۱۰۸ میلی‌متر و۹۱ میلی‌متر برآورد گردید (شکل ۵).

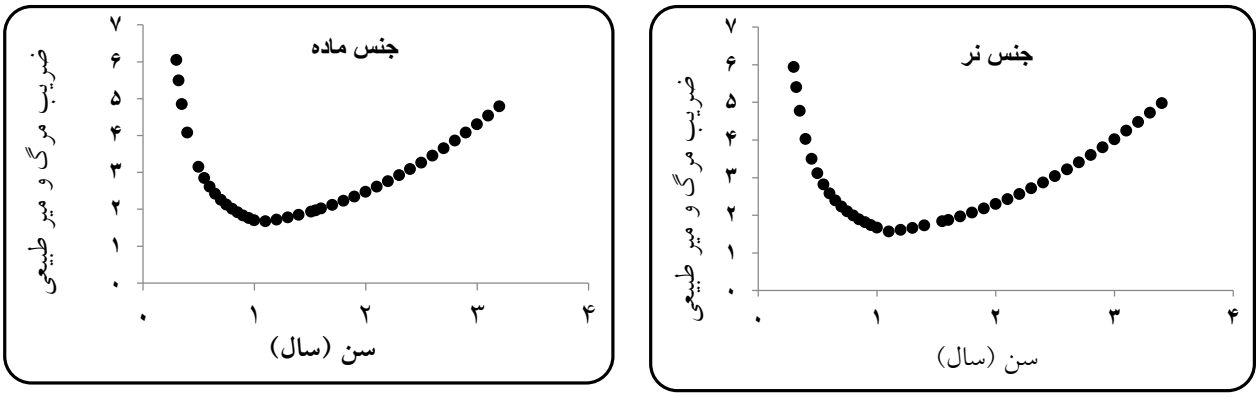


شکل۴- نمودارهای میزان صید در واحد تلاش صیادی میگوی رودخانه‌ای شرق (*M. nipponense*) در تالاب‌های آلاگل،آلماگل وآجی گل استان گلستان



شکل۵- نمودارهای برآورد طول در بینهایت میگوی رودخانه‌ای شرق (*M.nipponense*) در تالاب‌های آلاگل،آلماگل وآجی گل استان گلستان

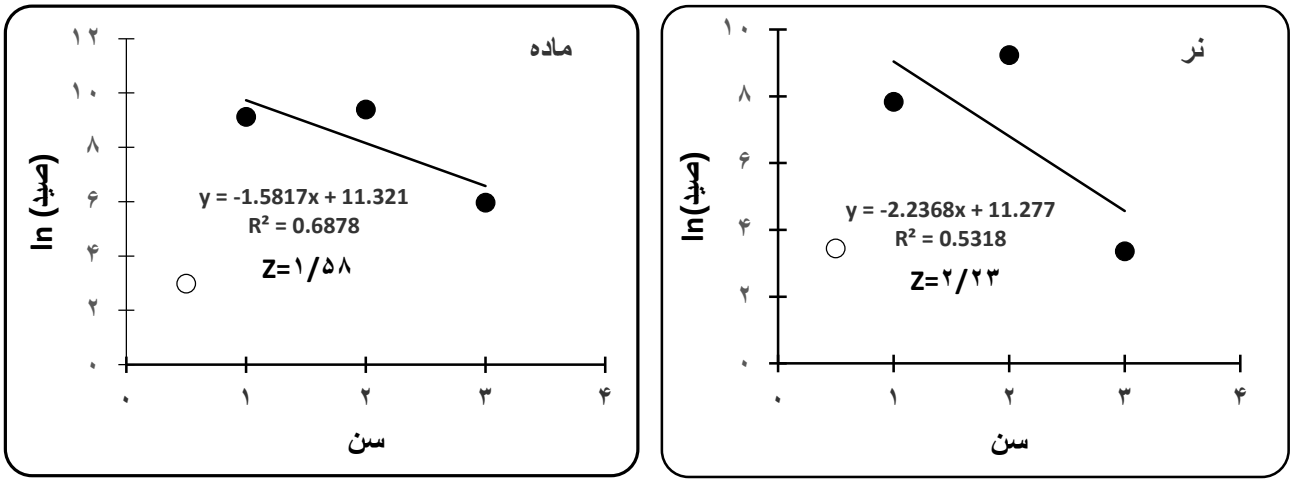
از بدو تولد ضـریب مرگ‌ومیر طبیعی در هر دو جنس نر و ماده تا حدود سن یک سالگی کاهش یافته و مجدد با شـیب ملایم‌تری تا حداکثر سـن افزایش پیدا می‌کند. بنابراین، کمترین نرخ مرگ‌ومیر طبیعی در سـن یک سالگی است (شکل ۶).



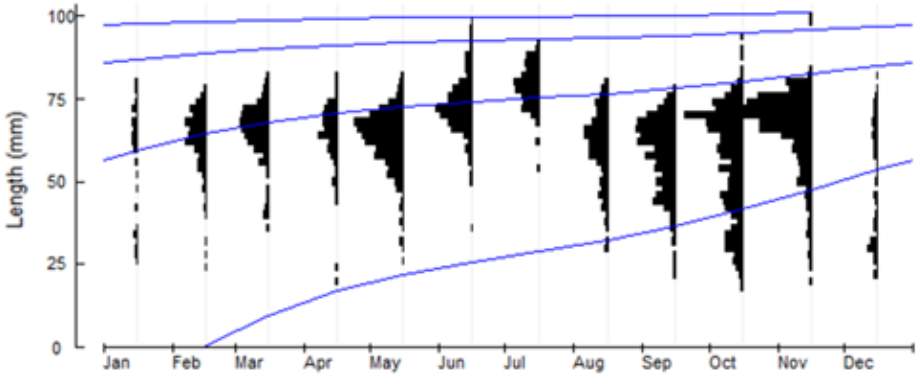
شکل۶- نمودارهای تغییرات نرخ مرگ‌ومیر طبیعی درسنین مختلف میگوی رودخانه‌ای شرق (*M. nipponense*) ماده و نر در تالاب‌های آلاگل،آلماگل وآجی گل استان گلستان

میزان نرخ مرگ‌ومیر کل جنس‌های ماده و نراین میگو براسـاس تغییرات میزان صـید (فراوانی تعداد) در سـنین مختلف بترتیب معادل Z=۱/۵۸ و Z=۲/۲۳ برآورد گردید (شکل ۸).

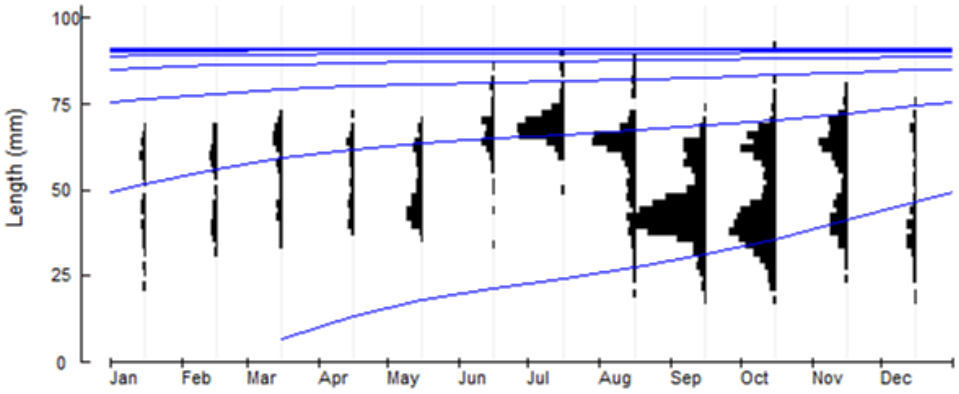
با در نظر گرفتن فراوانی‌های طولی مشـاهده شـده و پارامترهای رشـد محاسـبه شـده، منحنی رشـد گروه‌های همزاد طولی در ماه‌های مختلف با همان منحنی رشـد نشان داد که خطوطی غیر از خطوط موازی دیده می‌شوند که هرکدام از خطوط مجانب نشـاندهنده یک کوهورت اسـت (شـکل ۹ و ۱۰). بطورکلی، طول عمر برآورد شـده براساس شاخص‌های رشد برای جنس نر ۳ سال و۳ ماه و ۱۸روز و برای جنس ماده ۳سال و۲ ماه و ۱۲ روز بود.



شکل ۸ – نمودارهای ریاضی، نرخ مرگ ومیر کل میگوی رودخانه‌ای شرق (*M. nipponense*) در تالاب‌های آلاگل،آلماگل وآجی گل استان گلستان

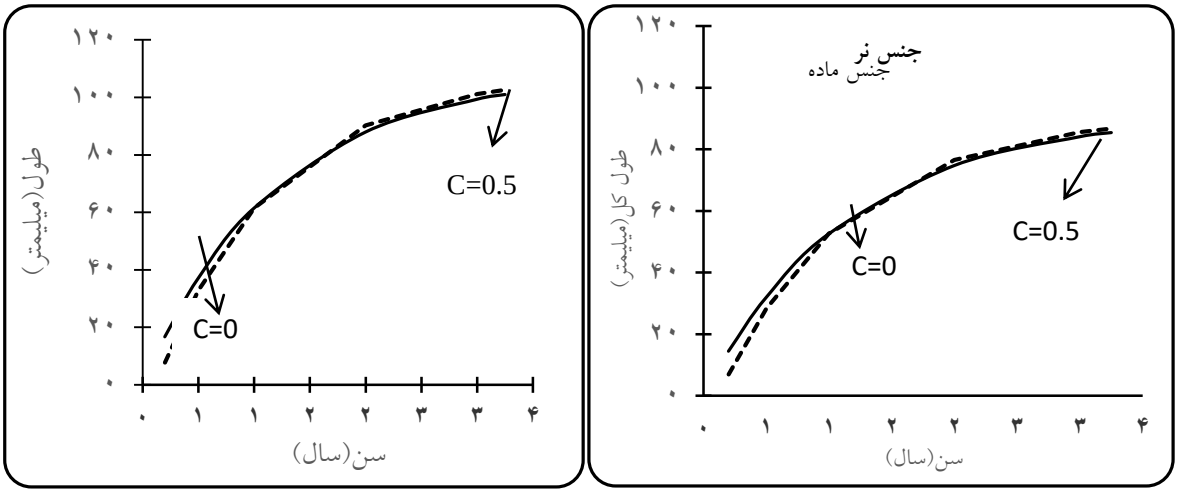


شکل ۹- منحنی رشد ون برتالانفی میگوی (*M. nipponense*) جنس نر در تالاب‌های آلاگل،آلماگل وآجی گل استان گلستان



شکل ۱۰- منحنی رشد فان برتالانفی میگوی (*M. nipponense*) جنس ماده در تالاب‌های آلاگل،آلماگل وآجی گل استان گلستان

در فرمول ا صلاح مدل سازی ر شد ف صلی، اگر C <۱ ۰< کاهش ر شد در زمستان وجود دارد، ولی ر شد متوقف نمی شود. در محاسبه رشد طول و وزن با تغییرات سن از این مدل اســـتفاده شـــد. چون در طول فصـــول مختلف نو سانات دما وجود دا شت ولی در این تغییرات حداقل دما آنقدر نبود که منجر به توقف رشد شود. لذا، مقدار متغییر C برای دو حالت C = 0 و C =۰/۵ با هم مقای سه شدند. بیشـــترین تغییرات بین دومقدار C برای میگوهای کوچک کمتر از یک سالگی مشاهد شد (شکل ۱۱).



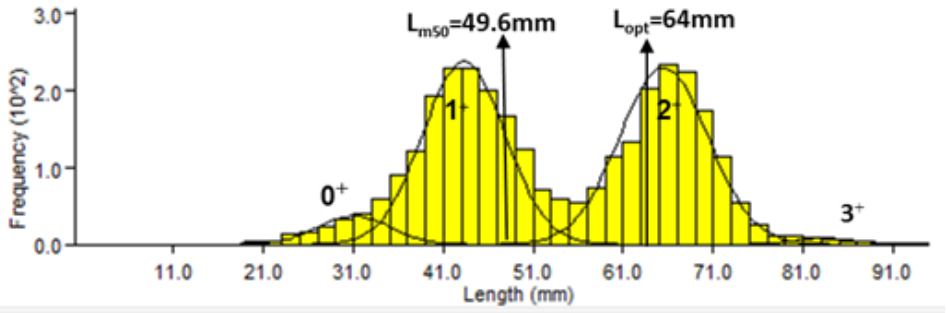
شکل ۱۱- نمودارهای رابطه سن و طول کل میگوی (*M. nipponense*) جنس‌های نروماده درتالاب‌های آلاگل،آلماگل وآجی گل استان گلستان

طول بلوغ ۵۰ درصد میگوهای ماده در محدوده گروه‌های طولی یک ساله‌ها قرا گرفته و طول اپتیمم درمحدوده میانی دامنه طولی دوساله قرار گرفته است (شکل ۱۲).

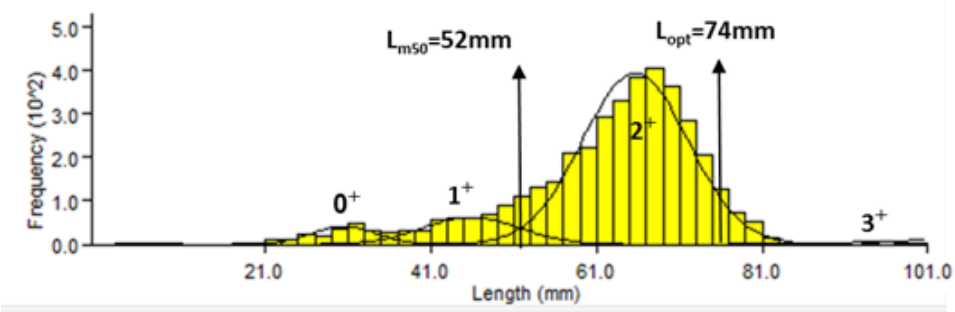
طول بلوغ ۵۰ درصد میگوهای نر در محدوده گروه‌های طولی دو ســـاله‌ها قرار گرفته و طول اپتیمم که بیشـــترین زیتوده نیز در این محدوده طولی می‌باشـــد که درمحدوده انتهایی دامنه طولی دوساله قرار گرفته است (شکل ۱۳).

در تمامی شاخص‌های پیرا سنجه، دو جنس نر و ماده میگوی مورد مطالعه تفاوت بارزی را نشـــان دادند (جدول ۱ و ۲). میگوهای نر و ماده در ســـن بالای یک ســـال بالغ بوده وتولید مثل می‌کنند. ضـــریب مرگ‌ومیر طبیعی در جنس ماده کمی بیشتر از جنس نر بود.

تجزیه و تحلیل روند تغییرات فراوانی طولی میگوهای نر و ماده نشـــان داد که میگوهای ماده میانگین طولی کوچکتری نســـبت به میگوهای نر دارند. همچنین اولین میگوهای جوان (0^+) ساله در مرداد ماه در نمونه‌های صید شده م شاهده شدند. در پایان سال بی شترین فراوانی‌ها مربوط به میگوهای (1^+ و 2^+)ساله بودند.



شکل ۱۲- نمودار موقعیت گروه‌های سنی، فراوانی طولی و شاخص‌های طولی میگوی (*M. nipponense*) جنس ماده درتالاب‌های آلاگل،آلماگل وآجی گل استان گلستان



شکل ۱۳- نمودار موقعیت گروه‌های سنی ،فراوانی طولی وشاخص‌های طولی میگوی (*M. nipponense*) جنس نر در تالاب‌های آلاگل،آلماگل وآجی گل استان گلستان

جدول ۱- وضعیت پیراسنجه‌های سن و مرگ‌ومیر در میگوی (*M. nipponense*) در در تالاب‌های آلاگل،آلماگل وآجی گل استان گلستان

پارامتر	$tmax(year)$	$t_{0\ (year)}$	$tg\ (year)$	t_{m50} (year)	K	Z	M	F	E
میگوی نر	۳/۲۴	۰/۱۲۲	۱/۲۰	۰/۸۰	۰/۹۶	۲/۲۳	۱/۱۷	۱/۰۶	۰/۴
میگوی ماده	۳/۱۸	۰/۱۱۹	۱/۱۲	۰/۹۲	۰/۹۸	۱/۵۸	۱/۲۴	۰/۳۴	۰/۲

* سن بیشترین تولید مثل = tg، حداکثر طول میگو = $Lmax$ ، ضریب رشد = K سن بلوغ ۵۰ درصد=tm_{50}، سن بیشترین تولید مثل=tg ، سنی که طول میگو صفر است= t_0 ،مرگ ومیر = M و مرگ ومیر = F

جدول ۲- وضعیت پیراسنجه‌های رشد طولی در میگوی (*M. nipponense*) در در تالاب‌های آلاگل،آلماگل وآجی گل استان گلستان

پارامتر	$L_\infty\ (mm)$	$Lmax(mm)$	$Lopt(mm)$	$Lm50(mm)$	$Lm100(mm)$	$\emptyset'$
میگوی نر	۱۰۸	۱۰۰	۷۶/۸	۵۲	۶۶	۴
میگوی ماده	۹۱	۹۰	۶۴/۰	۴۹/۴	۵۹/۹۵	۳/۹

* بیشتری طولی که ممکن است میگو در طول زندگی به آن برسد = $L\infty$، حداکثر طول میگو = $Lmax$ ، K طولی که بیشترین زی توده را دارد$Lopt$ = ، طول بلوغ ۵۰درصد=$Lm50$ ، طولی که تمام میگوها بالغ هستند=$Lm100$

۴. بحث ونتجه گیری

پویایی جمعیت در آبزیان با میزان تولید مثل، رشد و مرگ‌ومیر سروکار دارد (Wotton, 1990). میگوی رودخانه‌ای شرقی (*Macrobrachium nipponense*) یک گونه آبزی‌پروری تجاری مهم است که به طور گسترده ای در مناطق رودخانه‌ای با آب شیرین و شوری پایین چین و سایر کشورهای شرق آسیا پراکنش دارد. مانند بسیاری دیگر از گونه‌های ماکروبراکیوم، میگوهای نر *M. nipponense* سریع‌تر از میگوهای ماده رشد می‌کنند (Jin *et al.*, 2017). آگاهی در مورد تاریخچه زندگی یک گونه شامل درک جنبه‌هایی از جمله رشد بلوغ جنسی، تغییر در رشد آلومتریک و سنی است. در سخت پوستان، بلوغ مورفولوژیکی اغلب همراه با تغییرات آلومتریک رشد مشاهده می‌شود (Fernández Vergaz *et al.*, 2000).

درمطالعه حاضر فراوانی جنس‌های نر و ماده میگوی (*M. nipponense*) نشان داد که میانگین طولی میگوهای ماده کوچکتر از میانگین طولی میگوهای نر است. در روند تغییرات در صد فراوانی طولی دو جنس نر و ماده در طول

سال حضور یک ریکرویت (حضور توده ای میگوهای جوان) مشاهده می‌شود که پایداری جمعیت را در پی دارد. با توجه به اینکه تخمریزی در طی چهار ماه اول سال (حضور ماده‌های واجد تخم دراین دوره زمانی موید این موضوع است) صورت می‌گیرد، لذا اولین گروه متولدین فروردین ماه، میگوهای جوانی هستند که در مرداد ماه در صید مشاهده می شوند. میگوها بعد از تولد با گذشت حدود یک ماه به پست‌لارو ۵ میلی‌متری می‌رسند و پس از حدود ۵ ماه، به میگوهای جوانی با طول حدود ۲۸ میلی‌متر تبدیل می‌شوند (جوانترین میگوهای جمعیت)، میگوهای یک ساله حدود ۵۲ میلی‌متر طول خواهند دا شت که باگذ شت زمان تا پایان سال متولدین هر سال به این طول خواهند رسید.

رابطه طول و وزن میگوهای نر و ماده در سه منطقه تالابی مورد بررسی از الگوی رشد آلومتر یک مثبت برخوردار بودند. بنابراین، نسب افزایش وزن میگو در مقابل افزایش طول بیشتر است مطالعات Mashikio (۱۹۸۱) در ژاپن نشان داد الگوی رشد این میگو در این ناحیه جغرافیایی نیز آلومتر یک بوده و میانگین اندازه طولی ماده‌ها کوچکتر از نرها است.

تخمین دقیق سن و طول مولدین ماده در زمان بلوغ برای حفظ ذخایر آبزیان تحت بهره‌برداری بسیار مهم است. سن بلوغ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا به شدت بر میزان برداشت پایدار تأثیر می‌گذارد (Clark, 1991). در بررسی حاضر طول کاراپاس دراولین بلوغ جنسی برای جنس نر L_{m50}= ۱۲/۱ میلی‌متر و برای جنس ماده L_{m50}= ۱۳/۲ میلی‌متر برآورد گردید. هر چند میانگین طولی میگوهای ماده کوچکتر از نرها است ولی نرها در اندازه طولی کوچکتر بالغ می‌شوند. این موضوع احتمالاً مربوط به نقش حمایتی جنس نر در زمان جفت‌گیری باشد که با چنگال‌های خود از ماده‌هایی که در زمان تخم ریزی پوست اندازی می‌کنند در مقابل دشمن حفاظت می‌کنند (Ismael and New, 2000). در مطالعه Zoughi Shelmani (۲۰۱۶) در تالاب انزلی براساس رابطه بین طول کل و نسبت ماده‌های تخمدار، مقدار اندازه طول کل میگو را در اولین بلوغ جنسی برای مجموع جنس‌های نر و ماده معادل L_{m50}= ۳۸/۴ میلی‌مترگزارش کردند و نشان دادند که در طول کوچکتری بالغ می‌شوند. در مطالعات Mashiko (1981) در کشور ژاپن اندازه طول کل میگوی *(M. nipponense)* در اولین بلوغ جنسی برای جنس ماده L_{m50}= ۲۶۱/۹ میلی‌متر و برای جنس نر L_{m50}= ۴۰ میلی‌مترگزارش شده است. درمطالعه بیولوژی جمعیت یک گونه دیگر از جنس ماکروبراکیوم بنام میگوی *M. alfersii* در رودخانه Urbanدر منطقه جنوب‌شرقی کشور برزیل اندازه طول کاراپاس و طول کل این گونه در اولین بلوغ جنسی برای جنس ماده به‌ترتیب ۶/۷ میلی‌متر و۲۸/۳ گزارش شده است (Pescinelli *et al*., 2016). مقایسه نتایج تحقیق حاضر با گزارشهای فوق نشان می‌دهد میگوی رودخانه‌ای شرق در میان گونه‌های جنس ماکروبرکیوم در اندازه‌های بزرگتری به بلوغ جنسی می‌رسد. اگرچه انتظار می‌رود اندازه بلوغ در اولین بلوغ جنسی در طول و عرض جغرافیایی مختلف و بین جمعیتها در هر مکان معین نیز متفاوت باشد، احتمالاً دمای آب عامل موثرتری در این امر باشد (Ammar *et al*., 2001). بنظر می‌رسد برای هر فرد اندازه منا سب بدن هنگام ورود به بلوغ وجود دارد. بیشتر گونه‌های آبزیان هنگام رسیدن به ۶۵-۸۰ درصد حداکثر اندازه طول نهایی، از نظر جنسی بالغ می‌شوند (Beverton , 1963). براساس نتایج مطالعات Zoughi Shal,ani (۲۰۱۶) در تالاب انزلی نسبت به تالاب‌های مورد تحقیق حاضر، دو جنس نر و ماده در طول کوچکتری بالغ می‌شوند. احتمالاًدمای محیطی در این خصوص موثر بوده زیرا متوسط درجه حرات در فصول بهار و تابستان در گلستان با ۲۵،۵ درجه سلسیوس بالاتر از انزلی با ۲۴ درجه سلسیوس بوده البته ترکیب داده‌های نر و ماده در انزلی درمقایسه به استان گلستان که طول بلوغ جنسی به تفکیک جنسیت برآورد شده نیز تاثیر گذار بوده است. نتایج مطالعات برآورد اولین بلوغ جنسی میگوی (*M. nipponense*) در ژاپن برای جنس ماده L_{m50} =۲۱/۱۹ میلی‌مترو برای جنس نر L_{m50} =۴۰

میلی‌متر گزارش شده که نسبت به نتایج ما طول کل در اولین بلوغ جنسی برای هردو جنس نر و ماده کوچکتر بودند این تفاوت احتمالاً به تفاوت منطقه جغرافیایی و بویژه محیط زندگی مربوط می‌شود. نمونه‌های بررسی شده در ژاپن در محیط رودخانه‌ای بوده که طبیعتاً دمای پایین‌تری نسبت منطقه مطالعه حاضر (دریاچه‌های تالابی آلماگل، آلاگل و آجی‌گل) داشتند. در حقیقت رشد اکثر گونه‌های سخت‌پوستان و بسیاری دیگر گونه‌های بی‌مهرگان، به شدت فصلی است و به دما، نور و تأمین غذا بستگی دارد (Böhlenius *et al.*, 2006).

بالا بودن میانگین وزنی میگوهای ماده دو و سه ساله به دلیل بلوغ و تولید تخم است، به طوریکه علی‌رغم طول کوچکتر، اندازه وزن بزرگتری داشتند. رشد طولی و وزنی افراد درون یک جمعیت اغلب متغیراست، این تغییرات می‌تواند درارتباط با عوامل ژنتیکی و فاکتورهای محیطی باشد. اندازه بدن، اغلب بر تولید مثل و بقاء تاثیر می‌گذارد و اختلاف رشد یک جزء مهمی از تناسب فردی است (Ra'anan and Sagi, 1991).

درروند تغییرات رشد نسبی طولی میگوهای نر و ماده، شدت کاهش رشد نسبی درمیگوهای نر با افزایش سن بیشتر از میگوهای ماده بود. میگوهای نر بویژه در سن کمتر از ۱/۵ سالگی سرعت رشد بیشتری دارند. هر چند در ادامه تا پایان سه سالگی روند رشد نسبی طولی نر و ماده تقریباً یکسان بود. در این دوره زمانی دو اتفاق مهم صورت گرفت، اولا در سن زیر یک سال که رشد وزنی میگوی نر افزایش بیشتری نسبت به میگوی ماده دارد مربوط به رشد بیشتر چنگال‌های آنها نسبت به میگوهای ماده است. دوم اینکه رشد وزنی بیشتر میگوهای ماده در یک سالگی مربوط به بالغ شدن و رشد گنادها بود که افزایش وزن را سبب گردید. این رشد گنادها هرسال با فصل تخمریزی اتفاق می‌افتد. در ارتباط با این موضوع مطالعات گوناگونی صورت گرفته است از جمله مطالعات صورت گرفته در خصوص گونه *M. nipponense* در کشور ژاپن بزرگ بودن بازوهای چنگالی میگوی نر در ارتباط با دو دلیل، اولاً برای محافظت از میگوی ماده که درموقع تخمریزی که تازه پوست‌اندازی کرده‌اند و ثانیاً برای محافظت از ماده‌ها درموقع جفت‌گیری از دیگر رقبای نر است (Mashiko, 1981). براساس مطالعات Suzuki و Tetsuroh (1999) قسمت‌های مختلف بازوهای منتهی به چنگال در جنس های نر و ماده میگو های شرقی (*M. nipponense*) متفاوت است. میگو های جوان یا جوونایل برای رسیدن به بلوغ جنسی و توانایی تولیدمثل، رشد ایزومتریک را طی می‌کنند، در حالی که بزرگسالان بیشتر ساختارهای مربوط به موفقیت تولید مثل نیاز دارند. به عنوان مثال، نرها باید با کمک بازوهای چنگالی بزرگتر برای کسب ماده‌ها رقابت کنند (Correa and Thiel, 2003). مطالعات صورت گرفته در این خصوص با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد.

حداکثرطولی که میگوی رودخانه‌ای شرق در طول زندگی به آن می‌رسد (L_∞) و ضریب رشد (K) در مناطق مختلف متفاوت است. در مطالعه Zoughi Shalmani (۲۰۱۶) در تالاب انزلی مقادیر L_∞ و K برای جنس‌های نر و ماده بترتیب ۸۴/۵ میلی‌متر، ۱/۲ در سال و ۷۴/۴ میلی‌متر، ۰/۹ در سال برآورد شده است. پیراسنجه‌های رشد مذکور در منطقه سد بوستان در جنوب شرق دریای خزر برای نرها L_∞= ۸۶/۶۳ میلی‌متر، K= ۰/۷۹ در سال و ماده‌ها L_∞ =۷۶ میلی‌متر، K= ۱ در سال برآورد شد (رییسی و همکاران، ۱۳۹۷). شاخص‌های رشد مذکور در منطقه سد گلستان در جنوب شرق دریای خزر برای جنس نر L_∞=۸۷/۵ میلی‌متر، K= ۰/۹ در سال و برای جنس ماده L_∞ =۸۷/۵ میلی‌متر، K= ۰/۸۵ در سال برآورد گردید (دانایی وهمکاران، ۱۳۹۸). شاخص وضعیت عملکرد رشد ($\emptyset'$) نشان داد که تنوع وسیعی در مقادیر این شاخص بین جمعیت های این گونه وجود ندارد. بنابراین، اشتباه فاحشی در برآورد طول بینهایت و ضریب رشد معادله رشد فان برتالانفی وجود ندارد و تفاوت‌های مشاهده شده در این شاخص‌ها بین جمعیت‌های این گونه را می‌توان به تنوع رشد بین جمعیتی نسبت داد.

مرگ‌ومیر یکی از مهمترین شاخص‌های حیاتی است که جمعیتها را تنظیم می‌کند (Rockwood, 2006).

اگرچه مرگ‌ومیر طبیعی تحت تأثیر بسیاری از متغیرها قرار دارد (به عنوان مثال، مرحله تاریخچه زندگی، اندازه، جنس، زیستگاه)، بیشتر مدل‌های جمعیتی آبزیان، نرخ مرگ‌ومیر طبیعی را ثابت فرض می‌کنند (Vetter, 1988). در این بررسی مرگ‌ومیر طبیعی برای جنس نر و ماده در سنین مختلف نشان داد که میزان مرگ‌ومیر طبیعی از تولد تا سن یک سالگی به شدت کاهش یافته و بعد از ۱/۱ سالگی نرخ مرگ‌ومیر طبیعی روند افزایشی دارد. کاهش نرخ مرگ‌ومیر جمعیت بعد از تولد به دلیل افزایش مقاومت و افزایش توانمندی در مقابله با تنش‌های اکولوژی است. اما بعد از یک سالگی بویژه درمورد جنس ماده بلوغ و پوست‌اندازی آسیب‌پذیری را افزایش داده و طبیعتاً مرگ‌ومیر افزایش پیدا می‌کند. میزان مرگ و میر طبیعی بالاتر برای میگوهای ماده ممکن است نشان دهد که نسبت بالاتری از ماده‌ها به دلایل طبیعی می‌میرند. پیدا کردن شواهد اکولوژیکی برای این امر دشوار است، اما با توجه به اینکه ماده‌ها حداکثر اندازه کوچکتری نسبت به نرها دارند، آنها ممکن است در معرض یک مجموعه بزرگتر از نرهای بزرگتر باشند. از طرف دیگر، مرگ‌ومیر طبیعی بالای جنس ماده مربوط به این واقعیت است که در حین تخمریزی ماده‌ها، تخمها را روی شکم خود حمل می‌کنند و این امر ممکن است باعث کاهش چابکی آنها در مقایسه با نرها شود و در نتیجه راحت‌تر توسط شکارچیان شکار می‌شوند (Nwosu *et al.*, 2007). بنابراین، اطلاعات، تاکید بر این موضوع دارد که بررسی و محاسبه فصلی رشد برای درک اکولوژی، تکامل و مدیریت آبزیان ضروری است (Berthou *et al.*, 2012). البته میگوهای نر مقاومت بیشتری در برابر شوک گرمایی نیز نشان داده‌اند. این پدیده به احتمال زیاد به این دلیل رخ می‌دهد که پوسته نرها نسبت به ماده‌ها سخت‌تر است که مقاومت بیشتری دارند (Wan-Yu *et al.*, 2004). این موضوع در پایین بودن ضریب مرگ‌ومیر طبیعی میگوهای نر موثر است.

Somers (1988) نشان داد که تغییرات رشد مدلی را تولید می‌کند که تعریف سن در طول صفر ($L(t_0)$) را در یک شرایط سخت تحقق می‌بخشد و فرمول اصلاح مدل سازی رشد فصلی را پیشنهاد کرد. در این فرمول متغیر C دامنه نوسانات رشد را تعدیل می‌کند و مربوط به نسبت کاهش رشد در نوسان است (به عنوان مثال، "زمستان"). اگر $C = 0$ باشد، هیچ نوسانی فصلی وجود ندارد و مدل به مدل رشد فان برتالانفی تقلیل می‌یابد. اگر $C = 1$ باشد، رشد کاملاً یک بار در سال در "نقطه زمستان" متوقف می‌شود، درحالیکه زمانی که $0 < C < 1$ کاهش رشد در زمستان وجود دارد ولی رشد متوقف نمی شود. در منطقه مورد مطالعه این پدیده به واقعیت نزدیکتر بود. بطورکلی تغییرات منحنی رشد در کوتاه مدت، تأمین غذا، دما یا سایر عوامل محیطی را منعکس می‌کند. زیرا آبزیانی که در یک محیط فصلی زندگی می‌کنند، دارای دوره‌های رشد سریع و کند (یا صفر) اند. رشد وزنی همچنین می‌تواند منعکس کننده یک چرخه تولید مثل سالانه باشد. اندازه گناد معمولاً با وزن ماهی با کاهش وزن پی‌درپی نسبت به تکمیل تخم‌ریزی افزایش می‌یابد. در گونه‌های آبهای معتدل و سرد، شرایط تغذیه ای گونه، به طور معمول عامل اصلی محیطی در تغییر رشد آبزی محسوب می‌شود. به طور خاص، اعتقاد بر این است که در دسترس بودن غذا، که تابعی از فراوانی نسبی و پراکندگی طعمه است، مهمترین عامل است. در حالی که فراوانی نسبی طعمه به مقدار مطلق طعمه در اکوسیستم بستگی دارد (Laurel *et al.*, 2001).

طول اپتیمم که کمی بزرگتر از طول بلوغ ۵۰ درصد جمعیت است، شاخص بهتری در بهره‌برداری خواهد بود. زیرا، در این اندازه طولی، صید بهترین عملکرد را از نظر زی‌توده برداشت شده دارد (Froese and Binohlan, 2000). اندازه طول بهینه برای میگوهای ماده مربوط به کوچکترین میگوهای دوساله و برای میگوهای نر مربوط به بزرگترین میگوهای دوساله بود. لذا، در بهره برداری پایدار و اقتصادی بایستی چشمه ابزار طور به گونه‌ای طراحی شود که نمونه‌هایی کوچتر ازاین اندازه طولی صید شوند.

References ۵. منابع

Ammar, D., Muller, Y.M.R., Nazari, E.M., 2001. Biologia reprodutivade *Macrobrachium olfersii* (Wiegman) (Crustacea, Decapoda,Palaemonidae) coletados na Ilha de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 18(2), 529–537.

Berthou, E.G., Carmona-Catot, G., Merciai, R., Ogle, D.H., 2012. A technical note on seasonal growth models. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 22, 635–640.

Beverton, R.J.H., 1963. Maturation, growth and mortality of Clupeid and Engraulid stocks in relation to fishing. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions du Conseil Permanent International pour l'exploration de la Mer* 154, 44-67.

Böhlenius, H., Huang, T., Charbonnel-Campaa, L., Brunner, A.M., Jansson, S., Strauss, S.H., Nilsson, O., 2006. CO/FT regulatory module controls timing of flowering and seasonal growth cessation in trees. *Science* 312(5776), 1040–1043.

Chen, S., Watanabe, S., 1989. Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics. *Nippon Suisan Gakkaishi* 55(2), 205–208.

Clark, W. G., 1991. Groundfish exploitation rates based on life history parameters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48(5), 734-750.

Correa, C., Thiel, M. 2003. Mating systems in caridean shrimp (Decapoda:Caridea) and their evolutionary consequences for sexual dimorphism and reproductive biology. *Revista Chilena de Historia Natural* 76(2), 187‑203.

Danaei, A., Patimar, R., Raeisi, H. 2019. Population dynamic of the oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) from Golestan Dam Lake – Golestan Province. *Journal of Aquatic Ecology* 9(3), 14-30.

De Grave, S., Ghane, A. 2006. The establishment of the Oriental River Prawn, *Macrobrachium nipponense* (de Haan, 1849) in Anzali Lagoon, Iran. *Aquatic Invasions* 1(4), 204-208.

Dimmock, A.,Williamson, I., Mather, P. 2004. The influence of environment on the morphology of *Macrobrachium australiense* (Decapoda:palaemonidae). *Aquaculture International* 12, 435–456.

Fernández-Vergaz, V., López Abellán, L.J., Balguerías, E. 2000. Morphometric, functional and sexual maturity of the deep-sea red crab *Chaceon affinis* inhabiting Canary Island waters: Chronology of maturation. *Marine Ecology Progress Series* 204, 169-178.

Froese, R., 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* 56(4), 758-772.

Gayanilo, F.C.Jr., Pauly D. 1997. FAO-ICLARM stock assessment tools (FiSAT). Reference manual, FAO Computerized Information Series (Fisheries) No. 8, FAO, Rome, 262 p.

Humason, G. 1967. Animal Tissue Techniques, 2nd edition, WH Freeman and Company, 465p.

Ismael, D., New, M.B. 2000. Biology. In: New, M.B., Valenti, W.C. (Eds.), Freshwater Prawn Culture:the Farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell, Oxford, pp. 18– 40.

Jin, S., Fu, H., Sun, S., Jiang, S., Xiong, Y., Gong, Y., ui Qiao, H., Zhang,W., Wu, Y. 2017. Integrated analysis of microRNA and mRNA expression profles during the sex-differentiation sensitive period in oriental river prawn, *Macrobrachium nipponense*. *Scientific Reports* 7(12011): 1-12.

Kiabi, B., Abdoli, A., Ghaemi, R.A. 1999. Wetland and Riverian Ecosystem of Golestan Provinces. Department of Environment of Golestan Province, 182p.

Khanipour, A.A., Amini, M., Noori, A., Kamrani, E., Ghane, A. 2018. Assessment of three types of traps on Length-weight relationships and condition factors of *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) shrimp from western part of Anzali lagoon. *Journal of Aquatic Ecology* 8(2), 41-50.

Laurel, B.J., Brown, J.A., Anderson, R. 2001. Behaviour, growth and survival of redfish larvae in relation to prey availability. *Journal of Fish Biology* 59, 884-901.

Lucas, R.P., Fernando, J.Z. 2017. First record of intersexuality in the Amazon River shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Caridea: Palaemonidae). *Journal of Crustacean Biology* 37(4), 507–511.

Mashiko, K. 1981. Sexual dimorphism of the chelipeds in the prawn *Macrobrachium nipponense* (De Haan) and its significance in reproductive behavior. *Zoologisches Magazine* 90, 1-9.

Mossolin, E.C., Bueno, S.L.S. 2002. Reproductive biology of *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae) in Sa˜o Sebastia˜o, Brazil. *Journal of Crustacean Biology* 22, 367–376.

Nguyen, A.Q., Phan, P.D., Phan, A.T.L., Nguyen, T.T., Ly, T.N., Le Phuoc, B. 2002. Biological characteristics of fresh water prawn *Macrobrachium nipponense* in Lac Lake and Ea Nhai Reservoir. In: Proceedings of the 5th Technical Symposium on Mekong Fisheries. A. Poulsen, ed. Mekong River Commission, Phnom Penh, pp. 251 – 268.

Nwosu, F., Holzlohner, M., Enin, U. 2007. The exploited population of the brackish river prawn (*Macrobrachium macrobrachion* Herklots 1851) in the Cross River estuary, Nigeria. *Scientia Marina* 71(1), 115-121

Pauly, D., Munro, J.L. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates, Fishbyte, The WorldFish Center, vol. 2(1), pages 1-21.

Pescinelli, R.A., Carosia, M.F., Pantaleão, J.A.F., Simões, M.S., Costa, R. C. 2016. Population biology and size at the onset of sexual maturity of the amphidromous prawn *Macrobrachium olfersii* (Decapoda, Palaemonidae) in an urban river in southeastern Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development* 60(4), 254-262.

Ra'anan, Z., Sagi, A. 1991. Growth, Size Rank, and Maturation of the Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*: Analysis of Marked Prawns in an Experimental Population. *Biological Bulletin* 181, 379-386.

Raeisi, H., Danayi, A., Patimar, R. 2018. Growth and Mortality of the oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) from Boustan Dam Lake-Southeast Caspian Sea. *Journal of Animal Environment* 10(4), 451-460.

Rockwood, L.L. 2006. Introduction to population ecology. Malden, MA: Blackwell Publishing, 359p.

Somers, I.F. 1988. On a seasonally oscillating growth function. *Fishbyte* 6(1), 8–11.

Sparre, P., Venema, S.C. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1, Manual. FAO Fisheries Technical Paper 306.1, Rev. 1, Rome, FAO, 376 p.

Suzuki, H., Tetsuroh K. 1999. Reexamination of the diagnostic characters of two freshwater Palaemonid prawns, *Macbrachium nipponense* (DE HAAN, 1849) and *M. formosense* Bate, 1868 (Decapoda, Caridea) from Japan. *Crustaceana* 70(7), 831-839.

Vetter, E.F. 1988. Estimation of natural mortality in fish stocks: A review. *Fishery Bulletin* 86, 25–43.

Wan-Yu, L., Kuan-Fu, L.I., Chiu, L., Yen-Ling, S. 2004.Cloning and molecular characterization of heat shock cognate 70 from tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Cell Stress Chaperon* 9, 332-343.

Williner, V., Torres, M.V., Carvalho, D. A., König, N. 2014. Relative growth and morphological sexual maturity size of the freshwater crab *Trichodactylus rellianus* (Crustacea, Decapoda, Trichodactylidae) in the Middle Paraná River, Argentina. *ZooKeys* 457, 159–170.

Wotton, R.J., 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall, England, 392 p.

Zoughi Shelmani, A., 2016. Dispersal, population dynamics and reproductive biology of *Macrobrachium nipponense* shrimp in Anzali lagoon of Iran. Ph.D. Thesis. Gonbad Kavous University. 109 p. (in Persian)