تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۱۲
نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۶، شماره ٤، زمستان ۱۳۹۲

تعیین پارامترهای رشد، ساختار سنی و نسبت جنسی اردک‌ماهی (*Esox lucius* Linnaeus, 1758) در تالاب انزلی

❖ **امیرعلی مرادی نسب***: گروه شیلات، دانشکدهٔ علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
❖ **رسول قربانی:** گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
❖ **سید یوسف پیغمبری:** گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
❖ **هاشم نوفرستی:** گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
❖ **نیکتا مهدی‌پور:** گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

چکیده

در این تحقیق پارامترهای رشد، ساختار سنی و نسبت جنسی اردک‌ماهی (*Esox lucius*) در تالاب انزلی مطالعه شده است. برای این منظور تعداد ۳۳۷ نمونه اردک‌ماهی به مدت ۸ ماه از آبان ۱۳۸۹ تا خرداد ۱۳۹۰ با تور گوشگیر ثابت با اندازهٔ چشمه کشیدهٔ ۸۴-۳۲ میلی‌متر و تلهٔ مخروطی با اندازهٔ چشمه کشیدهٔ ۶۴-۴۸ میلی‌متر صید شدند. دامنهٔ سنی ماهیان نر بین $^{+}$۲ تا $^{+}$۶ و ماهیان ماده بین $^{+}$۳ تا $^{+}$۷ بود که ۸۱/۵۹ درصد از ترکیب سنی به ماهیان $^{+}$۳ و $^{+}$۴ ساله تعلق داشت. نسبت بین نر و ماده برابر با ۱/۱۲:۱ بود که اختلاف معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵). کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین طول ماهیان صیدشده به ترتیب ۲۸/۴ و ۶۲/۸ سانتی‌متر همچنین، حداقل و حداکثر وزن آنها به ترتیب ۱۰۰ و ۱۹۰۰ گرم بود. میزان *b* در جنس نر و ماده به ترتیب ۲/۹۴۵ و ۳/۱۴۴ تعیین شد و الگوی رشد در ماهیان نر، ایزومتریک (P>۰/۰۵) و در ماهیان ماده، آلومتریک مثبت بود (P<۰/۰۵). همچنین، میانگین وزن نسبی (W_r) در جنس‌های نر و ماده به ترتیب ۰/۰۰۹±۰/۹۲۳ و ۰/۰۱۱±۰/۹۹۶ محاسبه شد که از اختلاف معنی‌داری برخوردار بودند (P<۰/۰۵). ضریب رشد لحظه‌ای (G) در جنس‌های نر و ماده به ترتیب ۰/۴۴ و ۰/۵۲ به دست آمد. شاخص عملکرد رشد پائولی و مونرو (ϕ) برای جنس نر و ماده به ترتیب ۳/۱۰ و ۳/۰۴ محاسبه شد. فاکتورهای رشد برتالانفی در ماهیان نر L_∞= ۷۷/۳۴ سانتی‌متر، k=۰/۲۱ در سال و t_0= -۰/۲۷ سال و در ماهیان ماده L_∞= ۹۱/۹۵ سانتی‌متر، k=۰/۱۳ در سال و t_0= -۰/۸۲ سال به دست آمد. همچنین، وزن بی‌نهایت (W_∞) برای جنس‌های نر و ماده به ترتیب ۲۶۱۰/۰۳ و ۴۱۰۲/۶۸ گرم محاسبه شد. نتایج نشان داد که شرایط زیست در تالاب انزلی برای اردک‌ماهی مطلوب نیست.

واژگان کلیدی: اردک‌ماهی، تالاب انزلی، رشد، سن، *Esox lucius* .

* نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۹۱۱۷۰۹۸۵۰۰ فکس: ۰۷۶۱۶۶۷۰۷۱۴ Email: moradinasab88@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

خانوادهٔ اردک‌ماهیان (Esocidae) دارای ۵ گونه است که یکی از این گونه‌ها، اردک‌ماهی *Esox lucius* (Linnaeus, 1758) است که در تالاب انزلی زیست می‌کند (Sattari *et al.*, 2004). این ماهی در دمای ۱۰ تا ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد و حداکثر تا عمق ۳۰ متر پراکنش دارد (Eaton *et al.*, 1995). از نظر پراکنش جغرافیایی اردک‌ماهی در آب‌های شیرین و لب شور دارای پوشش گیاهی، آبگیرهای ساکن، تالاب‌ها و بخش‌های پایین‌دست رودخانه‌ها، که جریان کمتری دارد، زندگی می‌کند (Page and Burr, 1991) و در سراسر اروپا، آسیا و امریکای شمالی گسترش دارد (Lelek, 1987). این ماهی از گونه‌های با ارزش اقتصادی تالاب انزلی محسوب می‌شود (Karimpour and Haghighy, 1993)، تا جایی که حتی زندگی و معیشت بعضی افراد بدان وابسته است. علاوه بر آن، در تالاب امیرکلایهٔ لاهیجان، تالاب بوجاق کیاشهر، رودخانهٔ سفیدرود، آب‌بندان‌های مازندران، مصب رودخانهٔ تجن ساری و حوضهٔ دریاچهٔ نمک نیز زیست می‌کند. اردک ماهی از جمله ماهیان پرطرفدار در صید با قلاب و از گونه‌های بسیار جذاب در صید ورزشی است. در سطح جهان در ردهٔ حفاظتی کمترین نگرانی (LC) است، ولی در ایران نیازمند حفاظت (CD) است (IUCN, 2011). در تالاب انزلی ماهیان نر در ۳–۲ و ماده‌ها در ۵–۳ سالگی به بلوغ جنسی می‌رسند و تخم‌ریزی آنها از بهمن تا فروردین و در دمای ۱۴–۸ درجهٔ سانتی‌گراد و در نقاط پوشیده از گیاهان آبزی در اعماق ۱–۰/۴ متری صورت می‌گیرد (Abasi *et al.*, 1999 ; Abdoli, 1999 ; Khodaparast *et al.*, 1999 ; Valipour and Haghighy, 2000 ; Naderi Jolodar and Abdoli, 2004 ; Abdoli and Naderi, 2008;).

اردک ماهی در مدیریت منابع آبی اهمیت بسزایی دارد و به‌منزلهٔ عامل موازنه‌کنندهٔ اکولوژیکی در گستره‌های آبی و از جمله تالاب انزلی در کنترل فراوانی سایر ماهیان و ایجاد تعادل جمعیتی در بین آنها نقش اساسی دارد، زیرا در نهایت موجب پایداری تنوع جمعیتی در اکوسیستم می‌شود و بهره‌برداری و صرفهٔ اقتصادی بیشتری را به همراه خواهد داشت. بنابراین، در بهبود زیستی گستره‌های آبی نقش اساسی دارد (Huet, 1986; Valipour, 1996).

مطالعهٔ زیست‌شناسی و بوم‌شناسی گونه‌های مختلف ماهیان در یک اکوسیستم آبی از ضروریات اولیهٔ حفظ و بازسازی ذخایر آنهاست و منجر به شناخت و تحلیل اکولوژیکی زنجیرهٔ غذایی اکوسیستم می‌شود، که این امر در اعمال مدیریت صحیح شیلاتی کاربرد فراوان دارد (Kazancheev, 1981). بررسی الگوهای رشد، عمر بیشینه و سن در اولین بلوغ در مدیریت حفاظتی ذخایر و بوم‌شناسی کاربردی گونه و جمعیت اهمیت ویژه دارد. پارامترهای مهم رشد، علاوه بر بیان تفاوت‌های جمعیتی در ویژگی‌های زیستی، ویژگی‌های زیستگاه را نیز بیان می‌کنند. بنابراین، آگاهی از فاکتورهای ساختار جمعیتی، سن و رشد ضروری است (Mann, 1991 ; Froese and Binohlan, 2002 ; Copp and Kovac, 1996 ; Vilizzi, 1998).

محققان گزارش‌های زیادی را راجع به فراوانی طولی، نسبت جنسی و فاکتورهای رشد اردک‌ماهی در دنیا ارائه داده‌اند (Abdoli and Naderi, 2008 ; Nezami Balochy *et al.*, 2005 ; Kazancheev, 1981; Vosoghi and Mostajir, 2002 ; Lorenzoni *et al.*, 2002 ; Willis, 1989)، اما با توجه به اینکه اردک‌ماهی از ارزش شیلاتی، بوم‌شناسی و زیست‌شناسی بالایی در تالاب انزلی برخوردار است (Nezami Balochy *et al.*, 2005) و در حال حاضر اکثر فعالیت‌های صیادی در این تالاب روی صید این گونه متمرکز است (Karimpour

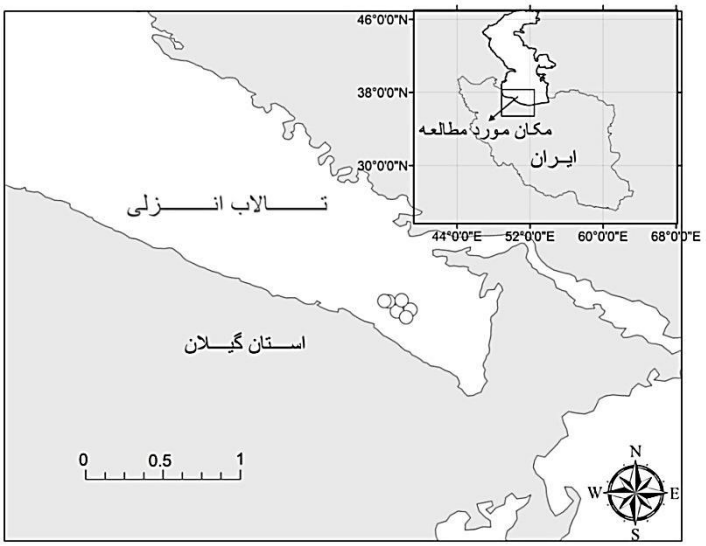
Archive of SID

www.SID.ir

and Haghighy, 1993) و تاکنون گزارش‌های پراکنده‌ای در مورد فاکتورهای رشد آن انجام شده، بنابراین، در این تحقیق سن، رشد و نسبت جنسی آن در تالاب انزلی بررسی شده است.

۲. مواد و روش‌ها

تالاب انزلی به‌منزلهٔ بزرگ‌ترین تالاب کشور با مساحت حدود ۱۰۰ کیلومتر مربع در موقعیت جغرافیایی ″۳۶ ′۲۵ °۳۷ تا ″۴۹ ′۳۰ °۳۷ عرض شمالی و ″۷ ′۱۶ °۴۹ تا ″۱۰ ′۲۶ °۴۹ طول شرقی در جنوب غربی دریای خزر واقع شده است (JICA, DOE, MOJA, 2004 ; Monavari, 1990). این تحقیق در غرب تالاب انزلی در موقعیت جغرافیایی ′۲۴ °۴۹ طول شرقی و ′۲۷ °۳۷ عرض شمالی به مدت ۸ ماه از آبان ۱۳۸۹ تا خرداد ۱۳۹۰ با تور گوشگیر ثابت و تلهٔ مخروطی انجام شد (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی مکان نمونه‌برداری در تالاب انزلی (محل‌های نمونه‌برداری با دایره‌های سفید مشخص شده است)

در این بررسی، ۳۳۷ اردک‌ماهی با تور گوشگیر ثابت با اندازهٔ چشمه‌های کشیدهٔ ۸۴–۳۲ میلی‌متر و تلهٔ مخروطی با اندازهٔ چشمه‌های کشیدهٔ ۶۴–۴۸ میلی‌متر صید شدند. بعد از هر بار صید، طول کل با تختهٔ زیست‌سنجی و دور بدن با متر نواری با دقت ۱ میلی‌متر و وزن کل ماهیان با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شد (Baegnal and Tesch, 1978). سپس، جنسیت نمونه‌ها تعیین شد. به منظور تعیین سن، نمونه‌هایی از فلس ماهیان از قسمت بین بالهٔ پشتی و خط جانبی تهیه و با بینوکولار با بزرگنمایی ۴۰ بررسی شدند و حلقه‌های سالیانه شمارش شدند (Chugunova, 1959). ارتباط بین طول کل و وزن جنس‌های نر و ماده از رابطهٔ زیر تعیین شد (Wootton, 1990 ; Froese, 2006).

$$W = a\,L^{b}$$

که در آن W= وزن ماهی بر حسب گرم، L= طول کل بر حسب سانتی‌متر، a= ضریب ثابت و *b*= شیب منحنی است. به منظور تعیین الگوی رشد در ماهیان نر و ماده و محاسبهٔ وجود اختلاف معنی‌داری بین t محاسباتی و t جدول از رابطهٔ زیر استفاده شد (Sokal and Rohlf, 1987).

www.SID.ir

$$t_s = \frac{(b-3)}{S_b}$$

که در آن t_s = t محاسباتی، S_b= خطای استاندارد و b= شیب منحنی است.

برای مقایسهٔ دو شیب خط رگرسیون بین جنس‌های نر و ماده از آزمون زیر استفاده شد (Zar, 1999).

$$t_s = \frac{b_1 - b_2}{S_{(b_1-b_2)}}$$

b_1= شیب خط رگرسیونی جنس ماده، b_2= شیب خط رگرسیونی جنس نر، $S_{(b_1-b_2)}$= خطای استاندارد است.

وزن نسبی (W_r) و فاکتور وضعیت نسبی (K_{rel}) برای تعیین شرایط و چاقی ماهی از رابطهٔ زیر برآورد شد (Froese, 2006; Le cren, 1951).

$$W_r = 100\frac{W}{a_m L^{b_m}}$$

$$K_{rel} = \frac{W}{aL^b}$$

که در آن W= وزن (گرم)، L= طول کل (سانتی‌متر)، a_m= میانگین هندسی a و b_m= میانگین b است.aLb

مشخصه‌های رشد برتالانفی با استفاده از داده‌های طول و سن ماهیان نر و ماده به صورت جداگانه با استفاده از روش فورد و والفورد محاسبه شدند (Bertalanffy, 1934).

$$L_t = L_\infty\left[1-e^{-k(t-t_0)}\right] , W_t = W_\infty\left[1-e^{-k(t-t_0)}\right]^b$$

که در آن t= سن ماهی، L_t= طول ماهی در سن t، t_0= سن فرضی ماهی در طول صفر، L_∞= حداکثر طول ماهی، k= آهنگ رشد، W_t= وزن ماهی در سن t، W_∞= وزن بی‌نهایت است.

شاخص عملکرد رشد (ϕ) نیز از معادلهٔ زیر محاسبه شد (Pauly and Munro, 1984).

$$\phi = \log k + 2\log L_\infty$$

نرخ رشد لحظه‌ای از رابطهٔ زیر به دست آمد (Ricker, 1979):

$$G = \frac{(\ln\overline{W}_2 - \ln\overline{W}_1)}{\Delta t}$$

برای سنجش اختلاف معنی‌دار بین نسبت نر و ماده از آزمون chi-square (χ^2)، برای سنجش توزیع فراوانی طولی از آزمون کولموگرف اسمیرنوف دو نمونه‌ای (Kolmogorov Smirnov z)، برای مقایسهٔ شیب خط (b) بین جنس‌های نر و ماده از آزمون t، و برای تعیین وزن نسبی (W_r) و فاکتور وضعیت نسبی (K_{rel}) در جنس‌های نر و ماده نیز از آزمون t استفاده شد. برای تعیین طبقات طولی ماهیان صیدشده نیز از معادلهٔ استورجس استفاده شد (Sturges, 1926). برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel و برای تجزیه و تحلیل داده‌های توزیع فراوانی طولی بین نر و ماده، وزن نسبی (W_r) بین جنس‌های نر و ماده، نسبت جنسی، تعیین الگوی رشد و مقایسهٔ شیب خط (b) بین جنس‌های نر و ماده از نرم‌افزار SPSS 19.0 استفاده شد.

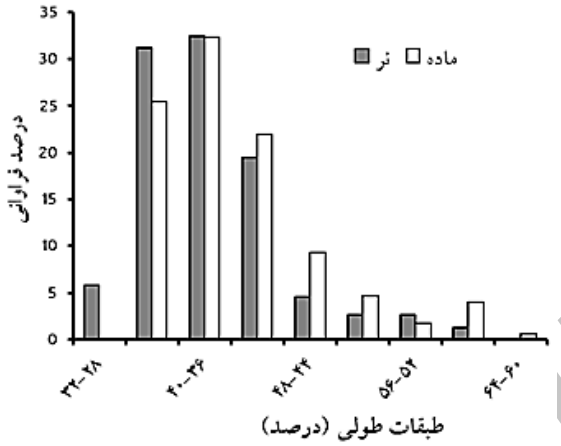
۳. نتایج

از ۳۳۷ عدد اردک‌ماهی صیدشده از تالاب انزلی، ۴۵/۶۹ درصد نر، ۵۱/۳۴ درصد ماده و ۲/۹۷ درصد نابالغ بودند (جدول ۱). نسبت بین نر و ماده (۱/۱۲:۱) از توزیع یکنواختی برخوردار بود و تفاوت معنی‌داری نداشت (P=۰/۲۹). در بررسی طبقات طولی، بیشترین فراوانی طولی هر دو جنس نر و ماده در دامنهٔ طولی ۴۰-۳۶ سانتی‌متر و کمترین آن برای جنس نر در دامنه‌های طولی ۶۰-۵۶ سانتی‌متر و برای جنس ماده در دامنهٔ طولی ۶۴-۶۰ سانتی‌متر بود. توزیع فراوانی طولی بین دو جنس نر و ماده دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ نبود (D_{Ks}=۰/۲۶۷, P= ۰/۹۶) (شکل ۲).

Archive of SID

نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، دورهٔ ۶۶، شمارهٔ ٤، زمستان ۱۳۹۲، صفحه ٤٧٩ تا ٤٩٠

نتایج بررسی زیست‌سنجی اردک‌ماهی تـالاب انزلـی در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. رابطهٔ نمایی طول کل- وزن به تفکیک جنس‌های نر و مادهٔ اردک‌مـاهی در تالاب انزلی در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۲. درصد توزیع فراوانی طولی اردک‌ماهیان صیدشده در تالاب انزلی

میزان *b* نر ۲/۹۴۵ تعیـین شـد و بـا توجـه بـه اینکه t به‌دست‌آمده (t= ۰/۷۷۵) از t جدول (df=۱۷۲ , t =۱/۹۶) کوچک‌تر است، تفاوت معنـی‌دار نیسـت و در نتیجه، الگوی رشد برای جنس نر ایزومتریک است (P>۰/۰۵). همچنین، میزان *b* برای جنس ماده ۳/۱۴۴ به دست آمد و بـا توجـه بـه اینکـه t بـه‌دسـت‌آمـده (t= ۲/۳۲۳) از t جدول (t =۱/۹۶, df = ۱۵۴) بزرگ‌تر است بنـابراین، تفـاوت معنـی‌دار اسـت و در نتیجـه، الگوی رشد برای جنس ماده آلومتریـک مثبـت اسـت (P<۰/۰۵). همچنـین، در مقایسـهٔ شـیب دو خـط رگرسـیونی، بـر اسـاس آزمـون t، اخـتلاف معنـی‌دار مشـاهده شـد (P<۰/۰۵). بررسـی‌هـا نشـان داد کـه میانگین طول و وزن ماهیان ماده بیشـتر از ماهیـان نـر بود (جدول ۱).

جدول ۱. میانگین، انحراف معیار و دامنهٔ طول و وزن به تفکیک جنس‌های نر و ماده برای اردک‌ماهی در تالاب انزلی

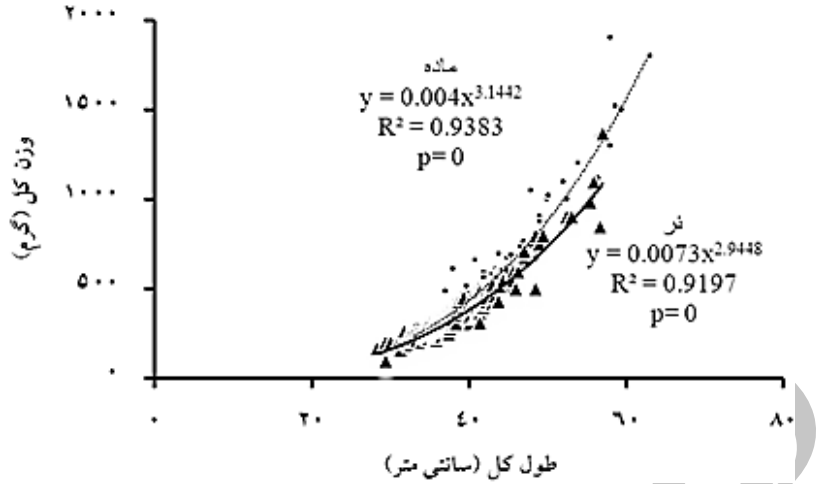
جنسیت	تعداد	طول کل (سانتی‌متر)			وزن کل (گرم)		
		حداقل	حداکثر	میانگین±انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین±انحراف معیار
ماده	۱۵۴	۳۲/۹	۶۲/۸	۴۲/۷۱±۶/۱۱	۲۰۰	۱۹۰۰	۵۴۶/۹۱±۲۹۵/۲۳
نر	۱۷۳	۲۸/۴	۵۷/۳	۳۸/۵۸±۵/۳۳	۱۰۰	۱۳۷۰	۳۹۲/۸۸±۱۸۲/۹۲

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار طول کل، دور بدن و وزن کل بدن در سنین مختلف اردک‌ماهی در تالاب انزلی

سن (سال)	۱+	۲+	۳+	۴+	۵+	۶+	۷+
طول کل (سانتی‌متر)	۱۹/۱±۱/۱۴	۳۰/۵±۱/۱۷	۳۸/۷±۱/۱۹	۴۵/۴±۲/۳۶	۵۱/۲±۲/۲۱	۵۶/۶۳±۱/۸۳	۶۰/۲۵±۲/۴۷
دور بدن (سانتی‌متر)	۱۱/۵±۰/۵۳	۱۳/۲۲±۰/۷۸	۱۴/۴۱±۱/۲۸	۱۷/۱۸±۱/۷۱	۲۲/۱۸±۳/۳۲	۲۵/۴۶±۳/۱۴	۲۸/۶۳±۳/۸۳
وزن کل (گرم)	۱۲۴/۱۸±۱۵/۰۷	۱۸۷/۸۹±۴۴/۲۵	۲۷۴/۱۲±۳۳/۹۶	۴۲۸/۸۴±۹۴/۷۳	۷۶۹/۱۲±۱۷۲/۶۹	۱۲۵۸/۲۶±۲۹۸/۱۹	۱۶۵۰/۳۷±۲۱۲/۱۳

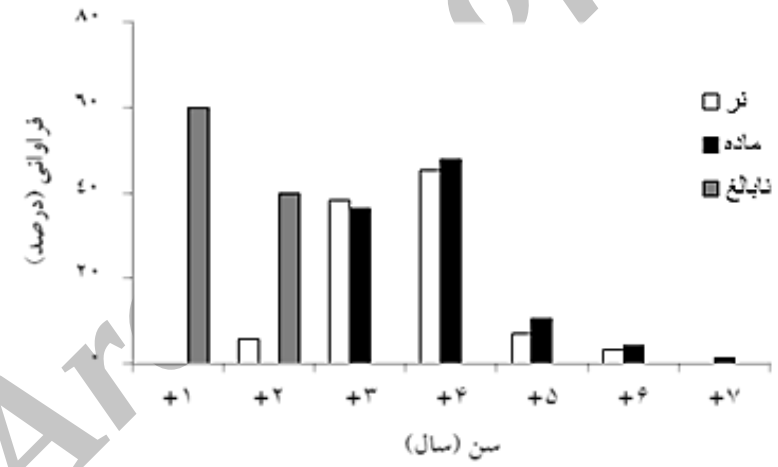
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳. رابطهٔ طول کل- وزن جنس‌های نر و مادهٔ اردک‌ماهی در تالاب انزلی

دامنهٔ سنی ماهیان نر بین $^{+}$۲ تا $^{+}$۶ و ماهیان ماده بین $^{+}$۳ تا $^{+}$۷ بود که بیشترین فراوانی سن برای جنس نر و ماده $^{+}$۴ و همین طور کمترین فراوانی سن برای جنس نر و ماده به ترتیب $^{+}$۶ و $^{+}$۷ به دست آمد. ماهیان $^{+}$۳ و $^{+}$۴ ساله ۸۱/۵۹ درصد از ترکیب سنی را دارا بودند (شکل ۴).

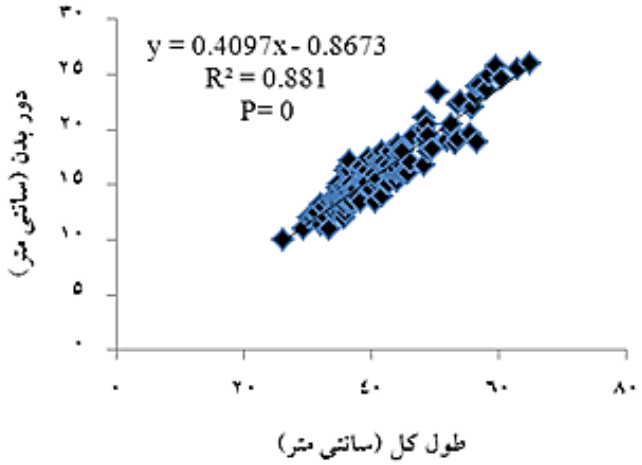


شکل ۴. ترکیب سنی و درصد فراوانی طولی هر یک از گروه‌های سنی اردک‌ماهیان صیدشده در تالاب انزلی

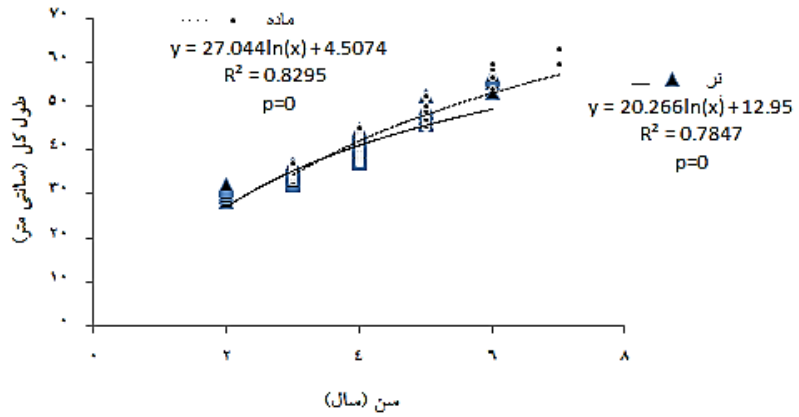
مطابق شکل ۵، رابطهٔ بین طول کل و دور بدن اردک‌ماهیان صیدشده در تالاب انزلی به صورت خطی و دارای هم‌بستگی مثبت، بالا و معنی‌داری بود.

بررسی رابطهٔ لگاریتمی طول کل و سن اردک‌ماهی در تالاب انزلی نشان می‌دهد که در سنین بالا تقریباً شیب خط ثابت است و این نشان‌دهندهٔ کاهش سرعت رشد با افزایش سن است (شکل ۶).

www.SID.ir



شکل ۵. رابطهٔ طول کل- دور بدن اردک‌ماهیان صیدشده در تالاب انزلی



شکل ۶. رابطهٔ لگاریتمی طول کل- سن اردک‌ماهیان صیدشده در تالاب انزلی

وزن نسبی (W_r) در جنس‌های نر و ماده به ترتیب ۰/۰۰۹±۰/۹۲۳ و ۰/۰۱۱±۰/۹۹۶ محاسبه شد که از اختلاف معنی‌داری برخوردار بود ($P<0/05$). فاکتور وضعیت نسبی (K_{rel}) هم در ماهیان نر و ماده به ترتیب ۰/۰۰۹±۱/۰۵ و ۰/۰۱۴±۱/۰۸ محاسبه شد.

همچنین، ضریب رشد لحظه‌ای (G) در جنس‌های نر و ماده به ترتیب ۰/۴۴ و ۰/۵۲ به دست آمد.

معادلهٔ برتالانفی به شرح زیر به دست آمد که در جنس ماده بیشتر است.

معادلهٔ برتالانفی در ماهیان نر

$L_t= ۷۷/۳۴ [۱ - e^{-۰/۲۱(t+۰/۲۷)}]$، ($L_\infty= ۷۷/۳۴$ سانتی‌متر و $k=۰/۲۱$ در سال و $t_0= -۰/۲۷$ سال)

معادلهٔ برتالانفی در ماهیان ماده

$L_t= ۹۱/۹۵ [۱ - e^{-۰/۱۳(t+۰/۸۲)}]$، ($L_\infty= ۹۱/۹۵$ سانتی‌متر و $k=۰/۱۳$ در سال و $t_0= -۰/۸۲$ سال)

به دست آمد که در جنس ماده بیشتر است.

Archive of SID
www.SID.ir

شاخص عملکرد رشد پائولی و مونرو (ϕ) برای جنس نر و ماده به ترتیب ۳/۱۰ و ۳/۰۴ برآورد شد. همچنین، وزن بی‌نهایت (W_∞) برای جنس‌های نر و ماده به ترتیب ۲۶۱۰/۰۳ و ۴۱۰۲/۶۸ گرم محاسبه شد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعهٔ حاضر طول کل و وزن کل اردک‌ماهیان صیدشده به ترتیب بین ۶۲/۸-۲۸/۴ سانتی‌متر و ۱۹۰۰-۱۰۰ گرم و بیشترین فراوانی طولی هر دو جنس نر و ماده در دامنهٔ طولی ۴۰-۳۶ سانتی‌متر بود (جدول ۱ و شکل ۲). در تحقیقی که Abdoli and Naderi (2008) در سال‌های ۷۲-۱۳۶۸ در تالاب انزلی انجام دادند، دامنهٔ طولی اردک‌ماهیان ۶۹/۵-۱۶/۳ سانتی‌متر و فراوان‌ترین آن مربوط به گروه طولی ۴۰-۳۶ سانتی‌متر تعیین شد (میانگین طول ۳۷/۹ سانتی‌متر و وزن ۶۱۰ گرم). همچنین، در سال ۱۳۷۰ در آب‌بندان‌ها و تالاب‌های استان مازندران، مخصوصاً تالاب لپوی زاغمرز، تعداد بسیاری از این گونه با طول متوسط ۳۵/۳ سانتی‌متر (۵۷/۳-۱۴/۳ سانتی‌متر) و وزن متوسط ۵۵۲ گرم صید شدند (Abdoli and Naderi, 2008) که با مطالعهٔ ما همخوانی دارد. حداکثر طول و وزن آن در آب‌های اروپا ۱۵۰ سانتی‌متر و ۳۵ کیلوگرم گزارش شده است.

اولین سن بلوغ این ماهی در مطالعهٔ حاضر برای جنس نر $^{+}۲$ و برای جنس ماده $^{+}۳$ تشخیص داده شد؛ بنابراین، در سنین بالا، ماده‌ها به اندازه‌های بزرگ‌تر می‌رسند (شکل ۶) که با گزارش Kazancheev (1981) همخوانی دارد. به‌علاوه، Vosoghi and Mostajir (2002) گزارش کردند که اردک‌ماهیان ماده از ماهیان نر بزرگ‌ترند. ماهی نر در اواخر ۳-۲ سالگی و جنس ماده در ۵-۳ سالگی به بلوغ جنسی می‌رسند. همچنین، در مطالعهٔ Nezami Balochy *et al*. (2005) ماهیان ماده در مجموع طویل‌تر و دارای وزن و رشد بیشتری نسبت به ماهیان نر بودند که همهٔ این موارد نتایج تحقیق حاضر را تأیید می‌کند.

براساس مطالعهٔ حاضر، سن و رشد اردک‌ماهی بین $^{+}۱$ ساله‌ها با طول کل ۱/۱۴±۱۹/۱ سانتی‌متر تا $^{+}۷$ ساله‌ها با طول کل ۲/۴۷±۶۰/۲۵ سانتی‌متر تعیین شد (جدول ۲) که نتایج مطالعات Abdoli and Naderi (2008) در تالاب انزلی مؤید این یافته است (جدول ۳).

جدول ۳. ارتباط میان طول کل در سن اردک‌ماهی در سیستم‌های آبی مختلف (طول به سانتی‌متر)

منبع	مکان	$^{+}۱$	$^{+}۲$	$^{+}۳$	$^{+}۴$	$^{+}۵$	$^{+}۶$	$^{+}۷$	$^{+}۸$
Kazancheev, 1981	حوضهٔ ولگا	–	۳۷/۷	۴۶/۹	۵۶	۶۵/۳	۶۹/۷	۷۳/۵	۸۳
Nezami Balochy *et al*., 2005	تالاب امیرکلایه	۱۶/۷	۳۲/۹	۴۲	۴۴/۲	۵۲	۵۹/۲	–	–
Abdoli and Naderi, 2008	تالاب انزلی	۲۰/۹	۲۷/۱	۳۴/۳	۴۰	۴۸/۸	۵۶/۲	۶۳/۹	–
مطالعهٔ حاضر	تالاب انزلی	۱۹/۱	۳۰/۵	۳۸/۷	۴۵/۴	۵۱/۲	۵۶/۶۳	۶۰/۲۵	–

Archive of SID

www.SID.ir

تحقیق حاضر به همراه جدول ۳ نشان می‌دهد که رشد ماهیان تالاب انزلی نسبت به سایر مناطق حوضهٔ دریای خزر کمتر است که دلیل احتمالی آن فشار زیاد صید در تالاب انزلی است.

درصد ترکیب سنی اردک‌ماهی نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی صید مربوط به گروه سنی $^{+}۴$ ساله‌ها بود (شکل ۴). در مجموع گروه‌های سنی $^{+}۳$ تا $^{+}۴$ سال بیشترین جمعیت مورد بهره‌برداری را به خود اختصاص دادند. حداکثر سن مشاهده‌شده در جمعیت $^{+}۷$ ساله بودند که آن هم فقط برای جنسیت ماده و به مقدار کم (۲ عدد) بود. همچنین، Kazancheev (1981) بیشتر صید این گونه را در رودخانهٔ ولگا $^{+}۴$، $^{+}۵$ و $^{+}۶$ سال و حداکثر آن را $^{+}۱۰$–$^{+}۹$ سال گزارش کرد. بررسی‌ها نشان می‌دهند که در اکوسیستم‌های مختلف حداکثر سن جمعیت متنوع است. در جمعیت‌های مختلف، رسیدن به حداکثر سن، علاوه بر فاکتورهای ژنتیکی و تاکسونومیکی، به فشار صیادی و شرایط متفاوت اکولوژی زیستگاه‌ها وابسته است که به صورت تغییرات پارامترهای بیولوژیکی جمعیتی منعکس می‌شود (Patimar, 2004) که در این تحقیق نیز صادق است. همچنین، در این تحقیق نسبت جنسی بین نر و ماده از نظر فراوانی و تعداد به نفع نرها بود، ولی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که با گزارش Lorenzoni *et al.* (2002) در دریاچهٔ تراسیمنو ایتالیا همخوانی دارد.

در زمان رشد ماهی، تغییرات وزن بدن وابستگی زیادی به تغییرات طول دارد که منجر به رشد نمایی طول و وزن در ماهی می‌شود (Erdogan, 2002). در این مطالعه میزان *b* به‌دست‌آمده با یافتهٔ Lorenzoni *et al.* (2002) در دریاچهٔ تراسیمنو ایتالیا به میزان ۳/۰۳۷، Willis (1989) در دریاچهٔ کانساس امریکا به میزان ۳/۱۴۴ و میانگین ثبت‌شدهٔ آن به مقدار ۳/۰۶۵ (Froese and Pauly, 2012) همخوانی دارد که علت بالابودن میزان *b* را می‌توان به نوع زیستگاه، نوع رفتار غذایی و میزان رقابت اردک‌ماهیان با سایر گونه‌های موجود مرتبط دانست.

تغییرات وزن نسبی (W_r) تابع شرایط اکولوژیکی، محیط و شرایط تغذیه‌ای جمعیت است (Baegnal and Tesch, 1978). در این مطالعه وزن نسبی (W_r) اردک‌ماهی برای جنس‌های نر و ماده به ترتیب ۰/۹۲۳±۰/۰۰۹ و ۰/۹۹۶±۰/۰۱۱ محاسبه شد که این نسبت به خصوص در نرها از مقدار مورد انتظار (۱) (Froese, 2006) پایین‌تر بود. افزایش این ضریب برای جنس ماده احتمالاً، به علت افزایش وزن گنادهای جنسی ماهیان ماده است که، در مقایسه با جنس نر، از وزن بالاتری برخوردار است.

در این مطالعه پارامترهای معادلهٔ رشد برتالانفی، L_∞، k و t_0 برای جنس نر L_∞=۷۷/۳۴ سانتی‌متر و k= ۰/۲۱ در سال و t_0= −۰/۲۷ سال و برای جنس ماده L_∞= ۹۱/۹۵ سانتی‌متر و k= ۰/۱۳ در سال و t_0= −۰/۸۲ سال به دست آمد؛ در حالی که، در تحقیق Lorenzoni *et al.* (2002) در دریاچهٔ تراسیمنو ایتالیا به صورت L_∞= ۱۶۲/۷۶ سانتی‌متر و K= ۰/۰۸۹ در سال و t_0= +۰/۲۹ سال به دست آمده بود. فاکتورهای محیطی مانند در دسترس‌بودن مواد غذایی و تراکم جمعیت می‌توانند در طول بی‌نهایت مؤثر باشند. تنوع طول بی‌نهایت در جمعیت‌های یک گونه را می‌توان به تفاوت‌های اندازهٔ بزرگ‌ترین نمونه‌ها در هر یک از جمعیت‌ها و تنوع پارامترهای جمعیتی یک گونه نسبت داد که در شرایط مختلف محیطی غالب، به ویژه در درجهٔ حرارت و شرایط تغذیه‌ای، به وجود می‌آید (Turkmen *et al.*, 2002). در حالی که، آهنگ

Archive of SID

www.SID.ir

رشد رسیدن به این طول تحت تأثیر عوامل ژنتیکی یا فیزیولوژیکی است. میانگین شاخص عملکرد رشد پائولی و مونرو (ϕ) ثبت‌شده برای اردک‌ماهی برابر ۳/۱۲ است (Froese and Pauly, 2012) و در این تحقیق میانگین ϕ در اردک‌ماهی (بدون درنظرگرفتن جنس) ۳/۰۷ محاسبه شد و مؤید این موضوع است که گونه‌های یکسان که در جاهای مختلف زندگی می‌کنند از ϕ یکسانی برخوردارند (Sparre and Venema, 1992). نزدیک‌بودن این مقادیر به یکدیگر بیانگر صحت انجام‌دادن عملیات به‌دست‌آوردن شاخص‌های رشد است (Beverton and Holt, 1956). همچنین، ضریب رشد (k) در جنس نر بیشتر از ماده به دست آمد که این مسئله با شروع زودتر سن بلوغ در نرها مطابقت می‌کند؛ بنابراین، میانگین طول بی‌نهایت نرها نسبت به ماده‌ها نیز کمتر خواهد بود که این امر در سایر مطالعات به تأیید رسیده است (Biswas, 1993). حداکثر طول در دسترس برای جمعیت‌های یک گونه به شرایط اکولوژیکی زیستگاه آن بستگی دارد (Beverton and Holt, 1956). هر چه شرایط اکولوژیکی برای جمعیت‌های ماهیان سخت‌تر باشد، مشاهدهٔ طول‌های بیشینه در جمعیت کاهش نشان می‌دهد (Patimar and Abdoli, 2009). بنابراین، به نظر می‌رسد شرایط اکولوژیکی تالاب انزلی برای زیست اردک‌ماهی نامناسب باشد.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از ادارهٔ کل محیط زیست و شیلات استان گیلان، مسئول محترم آب‌بندان ناصر بکنده ۱ تالاب انزلی و مسئول محترم آزمایشگاه هیدروبیولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان برای همکاری و از مهندس مسعود ملایی برای تعیین سن ماهیان تشکر می‌کنیم.

References

[1]. Abbasi, K., Valipour, A., Talebi Haghighi, D., Sarpanah, A. Nezami, Sh., 1999. Atlas of Iranian fishes (Gilan inland waters). Guilan Fishery Research Center, 113 p. (in Persian).

[2]. Abdoli, A., 1999. The inland water fishes of Iran. Iranian nature museum and wild life publication, 377 p. (in Persian).

[3]. Abdoli, A., Naderi, M., 2008. Fish biodiversity in the southern Caspian Sea. Abziyan scientific press, 242 p. (in Persian).

[4]. Bagenal, T.B., Tesch, F.W., 1978. Methods for assessment of fish production in freshwater, Third edition, Blackwell Scientific Publication, London, 165-201.

[5]. Bertalanffy, L. von., 1934. Untersuchungen über die Gesetzlichkeit des Wachstums. I. Allgemeine Grundlagen der Theorie. Mathematisch-physiologische Gesetzlichkeiten des Wachstums bei Wassertieren, Roux Arch. Entwicklungsmech, 131, 613-652.

[6]. Beverton, R.J.H., Holt, S.J., 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish population, with special reference to sources of basin catch sampling. Rapp. P. V. Reun. CIEM. 140, 67-83.

[7]. Biswas, S.P., 1993. Manual of methods in fish biology. South Asian Publishers Ltd. 36 Nejati subhosh mary. Daryagam , New Delhi, 110002, India, 157 p.

[8]. Chugunova, N.I., 1959. Age and growth study in fish, Translated by, D. Yasski, 1963. Washington D. C., National Science Foundations, 131 p.

Archive of SID

www.SID.ir

[9]. Copp, G.H., Kovac. V., 1996. Ontogenic patterns of relative growth in young roach *Rutilus rutilus*: whihin-river basin comparisons. Ecography, 19, 153-161.

[10]. Eaton, J.G., J.H. McCormick, B.E. Goodno, D.G.O. Brien, H.G. Stefany, M. Hondzo and R.M. Scheller., 1995. A field information-based system for estimating fish temperature tolerances. Fisheries 20, 10-18.

[11]. Erdogan, O., 2002. Studies on the age, growth and reproduction characteristics of the chub, *Leuciscus cephalus orientalis* (Nodman. 1840) in Karasu River, Turkey, Turk Journal of Vet Animal Science, 26, 983-991.

[12]. Froese, R., 2006. Cube law, condition factor and Length-Weight relationships: history, meta-analysis and recommendations. Journal of Applied Ichthyology, 22, 241-253.

[13]. Froese, R., Binohlan. C., 2002. Epirical relationship to estimate asymptotic length, length at first and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method evaluate length frequency data. Journal of fish biology, 56, 758-773.

[14]. Froese, R., Pauly, D., 2012. Fish Base. World Wide Web Electronic Publication. Available at http://www.fishbase.org. (accessed on 14 May 2012).

[15]. JICA DOE MOJA., 2004. The Study on Integrated Management for Ecosystem Conservation of the Anzali Wetland in the Islamic Republic of Iran, Draft final report Vol. II: Maim report, Nippon Koei Co.721 p.

[16]. Huet., M. 1986. Textbook of fish culture, breeding, cultivation of fish. 2nd edition, Fishing News Books, Farnham, 438 p.

[17] IUCN, 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Downloaded in November 2011.

[18]. Karimpour, M., Haghighy, D., 1993. Catch composition, fishing effort and some biological characteristics of family Esocidae in Anzali Wetland, Biennial report (1992-1993). Guilan Fishery Research Center, 58 p. (in Persian).

[19]. Kazancheev, E.N., 1981. Ryby Kaspiiskogo Morya [Fishes of the Caspian Sea]. Legkaya i Pischchevaya Promyshlennost, Moskva, 167 p.

[20]. Khodaparast, H., Nezami, Sh., Valipour, A., Haghighi, D., Ghane, A., Falahi, M., 1999. Hydrology and hydrobiology project report in Anzali Wetland (1992-1996). Guilan Fishery Research Center, Bandare- Anzali, 204 p. (in Persian).

[21]. Le cren, E.D., 1951. The length-weight relationships and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). Journal of Animal Ecology, 20, 201-219.

[22]. Lelek, A., 1987. The Freshwater fishes of Europe. Vol. 9, Threatened fishes of Europe. Aula Verlag, Wiesbaden.

[23]. Lorenzoni, M., Corboli, M., Martin Dorr, A.J., Mearelli, M., Giovinazzo, G., 2002. The growth of Pike (*Esox lucius* Linnaeus, 1758) in Lake Trasimeno (Umbria, Italy). Fisheries Research, 59, 239-246.

[24]. Mann, R.H.K., 1991. Growth and production. In I.J. Winfield and J.S. Nelson (eds), Cyprinid fishes. Systematic, Biology and exploitation.

[25]. Monavari, M., 1990. Anzali Wetland. Gilakan publication, 227 p. (in Persian).

[26]. Naderi Jolodar, M., Abdoli, A., 2004. Fish species atlas of south Caspian Sea basin (Iranian waters), Iranian Fisheries Research Organization Press, 80 p. (in Persian).

[27]. Nezami Balochy, S.A., Khara, H., Bakhtazma, N., Furozan, M., 2005. Diet study of pike (*Esox lucius*) in Lahijan Amirkelayeh Lagoon. Pajouhesh and Sazandegi, 68, 46-55. (in Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

[28]. Nezami Balochy, S.A., Khara, H., Nikokerdar, L., Mirmosavy, M. 2005. The diet survey Zibakenar-Kiashar Bojagh lagoon pike (*Esox lucius*). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resource, 11, 175-186. (in Persian).

[29]. Page, L.M., Burr, B.M., 1991. A field guide to freshwater fishes of North America north of Mexico. Houghton Mifflin Company Press, Boston, 432 p.

[30]. Patimar, R. 2004. Determination of intrapopulation and interpopulation variation in the roach *Rutilus rutilus caspicus* in four waterbodies of Golestan province. Gorgan University, Ph.D. Thesis, 149 p. (in Persian).

[31]. Patimar, R., and Abdoli, A., 2009. Fish species diversity of the Zaringol River (East Alborz Mountain- Golestan province). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 16, 72-81. (in Persian).

[32] Pauly, D., Munro, J.L., 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. ICLARM Fishbyte, 1, 21-22.

[33]. Ricker, W.E. 1979. Methods of estimating and interpreting biological indicators of fish population. Translate From English. Moscow, Pishch, Prom-st.

[34]. Sattari, M., Shahsavani, D., and Shafii, Sh., 2004. Ichthyology (2) (systematics). Haghshenass Press, 502 p. (in Persian).

[35]. Sokal, R.R., and Rolf, F.J., 1987. Introduction to Biostatistics. 2nd Edition, Freeman, New York, 363 p.

[36]. Sparre, P., Venema, S.C., 1992. Introduction to tropical fish stock assessment , part 1, manual, FAO Fisheries Technical Paper No. 306/1, Rev. 2, Rome, FAO, 433 p.

[37]. Sturges, H.A., 1926. The Choice of a Class Interval. Journal of the American Statistical Association, 21, 65- 66.

[38]. Turkmen, M., Erdogan, O., Yildirim, A., Akyut, I., 2002. Reproduction tactics. Age and growth of *Capoeta capoeta umbla* Heckle1843 from the Askale Region of the Karasu River, Turkey, Fisheries Research, 54, 317-328.

[39]. Valipour, A., 1996. The diet surrey pike (*Esox lucius*) and its role in biological control with nuncommercial fishes in Anzali Wetland. M.Sc. thesis, Islamic Azad University, Lahijan, Iran, 117 p. (in Persian)

[40]. Valipour, A., Haghighy, D., 2000. Study on changes in fishing in Anzali Lagoon (1992-1996). Iranian Journal of Fisheries Sciences, 8, 73-88. (in Persian).

[41]. Vilizzi, L., 1998. Growth and Cohort composition of 0^+ Carp in the River Murray, Australia, Journal of fish Biology, 52, 997-1010.

[42]. Vosoghi, gh., Mostajir, B., 2002. Fresh water fishes. Tehran University press, 317 p. (in Persian).

[43]. Willis, D.W., 1989. Proposed standard length- weight equation for northern pike. North American Journal of Fisheries Management, 9, 203-208.

[44]. Wootton, R.J., 1990. Ecology of Teleost fishes. Chapman and Hall Ltd, 404 p.

[45]. Zar, J.H., 1999. Biostatistical Analysis. 4th edition, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 929 p.

Archive of SID

www.SID.ir