مجلة محيط شناسي ،سال سي و چهارم،شمارة ٤٦ تابستان ٨٧،صفحة١٢٩-١٣٨

بررسی جمعیت ماهی در خطر تهدید شاه کولی در رودخانه‌های هراز و شیرود *Chalcalburnus chalcoides*

حسین رحمانی

استادیار گروه شیلات دانشگاه مازندران.

تاریخ دریافت: ۸۵/۲/۶ تاریخ پذیرش:۸۶/۹/۱۳

چکیده

در این مطالعه، سن و رشد جمعیت‌های ماهی شاه کولی (*Chalcalburnus chalcoides*) در دو رودخانه هراز و شیرود از رودخانه‌های حوزهٔ جنوبی دریای خزر مورد مطالعه قرار گرفت. در مجموع ۷۰۴ نمونه شاه کولی از فروردین تا تیر ماه ۱۳۸۵ به‌وسیلهٔ تور سالیک صید و مورد بررسی قرار گرفت که بزرگترین نمونه صید شده، ماهی ماده‌ای پنجساله از رودخانهٔ هراز به طول ۲۵۱ میلیمتر و وزن ۹۶ گرم بوده‌است. بیشترین فراوانی سنی در دو رودخانه در جنس نر در دو ساله‌ها، و در جنس ماده در سه ساله بوده‌است. میانگین طول و وزن در جنس نر و در سنین پایین در جمعیت شاه کولی‌های رودخانه شیرود تفاوت‌های معنی‌داری نشان داده (ANCOVA, P ≤۰/۰۵) ولی در جنس ماده، میانگین طول و وزن در سنین مختلف اختلاف معنی‌داری نشان نداد (ANCOVA, P≥ ۰/۰۵). الگوی رشد فقط در شاه کولی‌های جنس مادهٔ رودخانهٔ هراز ایزومتریک بودن ولی در بقیه موارد الگوی رشد آلومتریک مثبت است. مشخصه‌های رشد معادله وان برتالانفی برای جمعیت‌های هراز و شیرود به ترتیب زیراست: (جمعیت هراز: جنس نر $L_t = [405.9(1-e^{-0.1(t+1.54)})]$ و جنس ماده $L_t = [442.6(1-e^{-0.1(t+1.43)})]$)، (جمعیت شیرود: جنس نر $L_t = [359.5(1-e^{-0.145(t+1.002)})]$ و جنس ماده $L_t = [446.7(1-e^{-0.1(t+1.6)})]$). در هر دو جمعیت طول بی‌نهایت در جنس ماده بیشتر از جنس نر بوده ولی آهنگ رشد نرها به‌طور نسبی بیشتر است.

کلید واژه

شاه کولی، *Chalcalburnus chalcoides* رودخانهٔ هراز و رودخانه شیرود.

سرآغاز

ماهی شاه‌کولی با نام علمی *Chalcalburnus chalcoides* (Gueldenstadt, 1772) یکی از گونه‌های اقتصادی آبهای شیرین و لب شور نیمکره شمالی است و پراکنش به نسبت وسیعی را در اروپا (از اتریش تا قزاقستان) و آسیا (رودخانه‌های حوزهٔ دریای سیاه، دریای آرال و دریای خزر) دارد (Robins, et al., 1991 و Bogutskaya , 1997) این گونه از گونه‌های رودکوچ رو[1] و بنتوپلاژیک[2] است که جمعیت‌های آن از ماه می (اوایل اردیبهشت) تا اواخر ماه جولای (اواخر تیر) برای تخم‌ریزی به رودخانه‌ها مهاجرت می‌کنند (Berg, 1949 و Slastenenko, 1955). مهاجرت این گونهٔ بومی[3] در دریای خزر از اواخر فروردین شروع و در اواسط اردیبهشت به اوج و تا اوایل تیر ادامه دارد (خوال، ۱۳۷۶ و عبدلی، ۱۳۷۸). گرچه مطالعاتی روی جنبه‌های سیستماتیک و خصوصیات زیست‌شناختی این گونه صورت گرفته (Berg, 1949؛ 1955 Slastenenko, ؛Kokkinakis et al., 1997 ؛Kokkinakis & 2002 Sinis, و Tarkan et al. 2005) ولی اطلاعات کمی درباره خصوصیات زیست شناختی، زیستگاه و بوم‌شناسی این گونه وجود دارد. این گونه بر اساس طبقه بندی IUCN از گونه‌های دارای اطلاعات کم[4] است و برخی محققان معتقدند که در اروپا و دریای خزر به‌دلیل ایجاد موانع بسیار زیاد در مسیر مهاجرت و صید بی‌رویهٔ از گونه‌های آسیب‌پذیر[5] محسوب می‌شود (Lelek, 1987؛ Holcik & Olah, 1992؛ Kiabi et al., 1999 و Dikov & Zivkov, 2004). رودخانه‌های هراز و شیرود از جمله مناطقی است که این گونه هر ساله برای تولید مثل به آنها وارد می‌شود ولی تاکنون فقط یک مطالعه در رودخانهٔ شیرود و مطالعات موردی دیگر در رودخانه‌های حوزهٔ جنوبی دریای خزر انجام شده است.

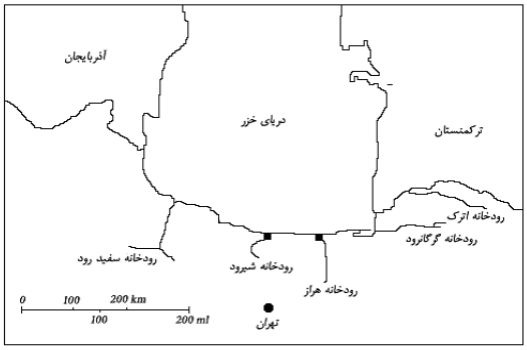
نویسندهٔ مسئول:تلفن: ۰۹۱۱۱۵۶۳۴۲۹

E-mail: shemaya1975@yahoo.com

(کریمپور و همکاران، ۱۳۷۲؛ خوال،۱۳۷۶؛ دارابی، ۱۳۷۸ و محسن زاده و بهادری ۱۳۷۹). هدف از این مطالعه، مقایسهٔ برخی خصوصیات زیست شناسی این گونه در دو زیستگاه است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در زمان مهاجرت تولید مثلی شاه کولی به رودخانه‌های هراز و شیرود در حوزهٔ جنوبی دریای خزر انجام شد (شکل شمارهٔ ۱).



شکل شمارهٔ (۱): موقعیت رودخانه‌های مورد مطالعه در حوزهٔ جنوبی دریای خزر

ماهیان شاه‌کولی با استفاده از تور سالیک (تور پرتابی) با چشمه ۸ میلیمتری در یک کیلومتری مصب این رودخانه‌ها از فروردین تا تیر ماه ۱۳۸۵ صید شدند.

بر اساس روش Bagenal (1978) نمونه‌های صید شده زیست سنجی شده و فاکتورهای طول کل با دقت ۱ میلیمتر و وزن کل ماهی با دقت ۰/۱ گرم اندازه گیری شدند. برای تعیین سن، فلس‌ها از زیر باله پشتی و بالای خط جانبی برداشته شده و با استفاده از لوپ، تعداد حلقه‌های سالانه شمارش شدند.

برای مقایسهٔ میانگین طول و وزن در جنس‌های نر و ماده و در دو رودخانه از تست t استفاده شد و روابط نمایی و خطی بین طول و وزن نیز به‌صورت زیر به‌دست آمد.

$$\ln W = Lna + b\ln L \qquad W = aL^b$$

برای محاسبهٔ فاکتور وضعیت از رابطهٔ زیر استفاده شد(Biswas, 1993).

$$K = \frac{W * 100}{L^b}$$

W: میانگین وزن بدن بر حسب گرم، L: میانگین طول بدن بر حسب سانتیمتر و b: شیب خط رگرسون بین طول و وزن.

ضریب رشد لحظه‌ای به‌وسیلهٔ فرمول زیر محاسبه شد (Biswas, 1993).

$$G = \frac{\ln W_{(t+1)} - \ln W_{(t)}}{\Delta t}$$

که $\ln W_{(t)}$ و $\ln W_{(t+1)}$ به ترتیب لگاریتم طبیعی وزن t ساله و $t+1$ ساله است.

برای تعیین الگوی رشد ماهیان از فرمول پاولی (Pauly) استفاده شد(Froese & Binohlan , 2000).

$$t = \frac{sd\ln L}{sd\ln W} * \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}} * \sqrt{n-2}$$

$sd\ln L$: انحراف معیار لگاریتم طول ماهیان، $sd\ln W$: انحراف معیار لگاریتم وزن ماهیان، r^2: ضریب همبستگی بین طول و وزن، b: شیب خط رگرسیونی بین طول و وزن و n: تعداد نمونه است که t محاسباتی فرمول پاولی با t جدول با درجه آزادی۲ – n مقایسه می‌شود. اگر t محاسباتی بزرگتر از t جدول باشد، الگوی رشد آلومتریک[۶] و درغیر این‌صورت الگوی رشد ایزومتریک[۷] است و در صورت آلومتریک بودن رشد، اگرb به‌دست آمده بزرگتر از ۳ باشد آلومتریک مثبت و اگر کوچکتر از ۳ باشد، الگوی رشد آلومتریک منفی است.

با استفاده از فرمول وان برتالانفی و متد فورد–والفورد، مقادیر طول بی‌نهایت، آهنگ رشد رسیدن به طول بی‌نهایت و سن ماهی در زمان طول صفر محاسبه شد (Sparre & Venema, 1992).

$$L\infty = \frac{a}{1-b} \qquad k = \frac{-\ln b}{\Delta t}$$

$$L_{(t)} = L_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)})$$

L_t: طول ماهی در سن مورد نظر، $L\infty$: طول بی‌نهایت، K: آهنگ رشد رسیدن به طول بی‌نهایت، t: سن مورد نظر، t_0: سن ماهی در زمان طول صفر، a و b: ضرایب به‌دست آمده از رگرسیون بین میانگین طول و افزایش طول در بین سنین و Δt: اختلاف سنین t ساله و $t+1$ ساله که معادل یک است.

یافته‌ها

مقایسه خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب دو رودخانه نشان داد که عواملی مانند میانگین دمای آب، هدایت الکتریکی، میزان یون‌های سولفات، کلر، کلسیم، منیزیم، فسفات‌ها و سختی کل در رودخانهٔ هراز به نسبت بیشتر بوده، در حالی‌که فاکتورهای نظیر دی‌اکسیدکربن، بی‌کربنات، اکسیژن محلول، آمونیوم و pH در رودخانهٔ شیرود نسبت به رودخانه هراز بیشتر است. با توجه به جدول تجزیهٔ واریانس و تست کروسکال- والیس بین تمامی عوامل فیزیکوشیمیایی در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد.

شاه‌کولی‌های صید شده در هر دو رودخانه در جنس نر از چهار گروه سنی یک تا چهارساله و در جنس ماده از چهار گروه سنی دو تا پنج ساله‌اند که بزرگترین ماده، نمونه‌ای پنج ساله دارای طول ۲۵۱ میلیمتر و وزن ۹۶ گرم از رودخانه هراز بوده و بزرگترین شاه کولی نر صید شده نیز نمونه‌ای چهار ساله دارای طول ۲۰۷ میلیمتر و وزن ۷۲ گرم از رودخانه شیرود است.

جدول تجزیه واریانس طول و وزن در دو رودخانه نشان داد که میانگین طول سنین یک تا سه ساله جنس نر در رودخانهٔ شیرود بیشتر از رودخانه هراز بوده ($P\leq$۰/۰۵) ولی در ماهی چهار ساله میانگین طول در رودخانه هراز بیشتر از رودخانه شیرود است ($P \geq$ ۰/۰۵) در این جنس میانگین وزن سنین یک تا سه ساله در رودخانهٔ شیرود بیشتر از رودخانه هراز است. با فرض برابری طول، از نظر آماری فقط در سه سالگی اختلاف معنی داری بین میانگین وزنها وجود دارد.

با فرض یکسان بودن طول، میانگین وزن ماهیان نر چهار ساله رودخانه هراز بیشتر است ($P \geq$ ۰/۰۵) در کل میانگین طول و وزن جنس نر در رودخانه شیرود بیشتر از رودخانه هراز است($P\leq$ ۰/۰۵ ,ANCOVA).

در جنس ماده، میانگین طول ماهیان دو تا چهار ساله در رودخانه شیرود بیشتر از رودخانه هراز بوده که در چهار ساله این اختلاف از نظر آماری معنی دار نیست ($P \geq$ ۰/۰۵) در پنج ساله میانگین طول شاه کولی در رودخانهٔ هراز بیشتر بوده ولی از نظر آماری اختلاف بین آنها معنی دار نیست ($P \geq$ ۰/۰۵) با فرض برابری طول در این جنس در تمامی گروههای سنی میانگین وزن ماهی‌های رودخانهٔ شیرود بیشتر بوده که در دو و سه ساله این اختلاف معنی‌دار است ($P\leq$ ۰/۰۵). در کل، میانگین طول و وزن ماهیان مادهٔ رودخانه شیرود بیشتر است که از نظر آماری بین میانگین طول، اختلاف معنی‌دار بوده ($P\leq$۰/۰۵) ولی در مورد میانگین وزن اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (ANCOVA, $P\geq$۰/۰۵) (جدول شمارهٔ۱).

جدول شمارهٔ(۱): ضرایب رگرسیونی طول و وزن جمعیت‌های ماهی شاه‌کولی به تفکیک جنسیت در دو رودخانه هراز و شیرود.

جمعیت	جنسیت	تعداد	r^2	a	b	مقدار F	P
هراز	نر	۹۴	۰/۸۹۸	۰/۰۰۰۰۰۴	۳/۱۲۶	۸۱۶/۵۳	< ۰/۰۵
	ماده	۵۲	۰/۹۱	۰/۰۰۰۰۱	۲/۹۱۱	۵۰۸/۲۴	< ۰/۰۵
شیرود	نر	۲۳۱	۰/۹۴۸	۰/۰۰۰۰۰۴	۳/۱۱۸	۴۲۱۵/۸	< ۰/۰۵
	ماده	۱۸۱	۰/۹۴۷	۰/۰۰۰۰۰۳	۳/۱۸۶	۳۱۹۶/۶	< ۰/۰۵

فاکتور وضعیت به صورت جداگانه برای جمعیت‌های شاه‌کولی در دو رودخانه هراز و شیرود و برای جنس‌های نر و ماده محاسبه شد. در هر دو رودخانه در سنین پایین (دو ساله) مقدار فاکتور وضعیت در جنس نر بیشتر بوده ولی در سنین بالاتر (سه و چهار ساله) در جنس ماده مقدار ضریب وضعیت بیشتر از جنس نر است مقایسهٔ فاکتور وضعیت در دو رودخانه نشان داد که در تمام سنین به‌غیر از شاه‌کولی‌های ماده پنجساله، اختلاف معنی‌داری بین فاکتور وضعیت جمعیت‌ها وجود دارد($P\leq$ ۰/۰۵ ,ANCOVA)(جدول شمارهٔ ۲).

جدول شمارة(۲): مقایسه فاکتور وضعیت در سنین مختلف و جنس‌های نر و ماده شاه کولی بین دو رودخانه هراز و شیرود.

جنسیت	سن	جمعیت رودخانهٔ هراز	جمعیت‌رودخانهٔشیرود	P
	۱^+	۰/۱۶	۰/۰۲۵	< ۰/۰۵
	۲^+	۰/۸۶	۱/۲۲	< ۰/۰۵
نر	۳^+	۰/۲۴	۰/۴۹	< ۰/۰۵
	۴^+	۰/۵۱	۰/۰۸۳	< ۰/۰۵
	۲^+	۰/۴۹	۰/۸۷	< ۰/۰۵
	۳^+	۰/۳۱	۰/۶۳	< ۰/۰۵
ماده	۴^+	۱/۱۵	۰/۷۵	< ۰/۰۵
	۵^+	۰/۷۷	۰/۰۰۸	> ۰/۰۵

نتایج نرخ رشد لحظه‌ای در جدول شمارهٔ (۳) آمده است که در جنس نر جمعیت رودخانه هراز از سن یکساله به دوساله مقدار نرخ رشد بالا بوده و با افزایش سن مقدار آن کاهش یافته ولی از سن سه تا چهار سالگی میزان رشد لحظه‌ای افزایش یافته است. در جنس مادهٔ این جمعیت، مقدار نرخ رشد لحظه‌ای از دو ساله تا پنج ساله روند نزولی داشته است. در جمعیت رودخانه شیرود، نرخ رشد لحظه‌ای در هر دو جنس نر و ماده در سنین مختلف تغییر چندانی دیده نشده ولی در مجموع با افزایش سن میزان نرخ رشد کاهش یافته است.

جدول شمارهٔ(۳): نرخ رشد لحظه‌ای در سنین مختلف و جنس‌های نر و ماده شاه کولی در دو رودخانه هراز و شیرود.

جمعیت	سن	نرخ رشد لحظه‌ای در جنس نر	نرخ رشد لحظه‌ای در جنس ماده
	۱^+ به ۲^+	۰/۴۵	–
	۲^+ به ۳^+	۰/۳۸	۰/۵۱
رودخانهٔ هراز	۳^+ به ۴^+	۰/۹۳	۰/۴۲
	۴^+ به ۵^+	–	۰/۱
	۱^+ به ۲^+	۰/۴۶	–
	۲^+ به ۳^+	۰/۴۶	۰/۴۲
رودخانهٔ شیرود	۳^+ به ۴^+	۰/۴۳	۰/۴۵
	۴^+ به ۵^+	–	۰/۴۲

الگوی رشد شاه کولی بر اساس فرمول پاولی تعیین شده و برای ماهیان نر در هر دو رودخانه و ماهیان ماده در رودخانهٔ شیرود آلومتریک مثبت و برای نمونه‌های مادهٔ رودخانهٔ هراز، ایزومتریک به‌دست آمد. محاسبهٔ مشخصه‌های معادلهٔ رشد بر تالانفی برای جمعیت‌های مختلف

شاه کولی نشان داده که طول بی‌نهایت در جنس نر در هر دو رودخانه کمتر از جنس ماده بوده با توجه به اینکه مقدار آهنگ رشد شاه کولی‌های نر رودخانه شیرود بیشتر از رودخانه هراز بوده، ولی سن درزمان طول صفر (t_0) در این ماهیان کمترین مقدار است(جدول شمارهٔ ۴).

جدول شمارهٔ(۴): پیراسنجه‌های معادله رشد وان برتالانفی ماهی شاه کولی در جنس‌های نر و ماده در رودخانه‌های هراز و شیرود

رودخانه	جنسیت	$L\infty$	$W\infty$	K	t_0
هراز	نر	۴۰۵/۹	۵۷۰/۱۳	۰/۱	−۱/۵۴۲
	ماده	۴۴۲/۵۷	۵۰۴/۰۳	۰/۱	−۱/۴۳۲
شیرود	نر	۳۵۹/۵	۵۰۱/۱۴	۰/۱۴۵	−۱/۰۰۲
	ماده	۴۴۶/۷	۸۳۱/۹	۰/۱	−۱/۵۹۹

بحث و نتیجه گیری

مقایسهٔ دو رودخانه هراز و شیرود از رودخانه‌های حوضهٔ جنوب دریای خزر نشان داده که با توجه به منبع تأمین آب مشابه در دو رودخانه که دارای رژیم آب، برفی– بارانی به‌همراه چشمه‌های زیر زمینی‌اند ولی از نظر طول، مساحت حوزهٔ آبریز، دبی، شیب بستر رودخانه، جنس بستر و خصوصیات فیزیک و شیمیایی آب کاملاً از هم متمایزند. رودخانهٔ هراز طول، مساحت حوزهٔ آبریز و دبی بیشتری نسبت به رودخانهٔ شیرود داشته ولی میزان شیب در نواحی مختلف رودخانه شیرود بیشتر است (ابو، ۱۳۷۳، روشن طبری، ۱۳۷۳،و معاونت سنجش از دور، ۱۳۸۲). جنس بستر در هر دو رودخانه در نواحی بالا دست تخته سنگی و قلوه سنگی بوده و در نواحی پایین دست و مصب رودخانه هراز بستر گلی– ماسه ای بوده ولی در رودخانهٔ شیرود در این ناحیه رودخانه نیز بستر قلوه سنگی است. با توجه به طول بیشتر رودخانه هراز و استفاده بیش از حد آب برای مصارف کشاورزی، آبزی پروری و صنعتی و ورود آلاینده های کشاورزی، صنعتی و شهری و احداث سد انحرافی، بیشتر از رودخانهٔ شیرود تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار گرفته است. این موضوع منجر به کاهش آب رودخانه در نواحی مصب و قطع ارتباط دریا با رودخانه در اواسط بهار و اوایل تابستان شده که همزمان با مهاجرت ماهیان مهاجر از جمله ماهی شاه کولی است. مقایسهٔ خصوصیات فیزیک وشیمیایی آب در دو رودخانه نشان داد که رودخانهٔ هراز نسبت به رودخانهٔ شیرود دارای میانگین دمای آب بیشتری بوده است و علاوه بر این مقدار بسیاری از یون‌ها شامل فسفات، سولفات، منیزیم، کلسیم و کلر در رودخانهٔ هراز به‌طور چشمگیری بیشتر است ولی یون کربنات در رودخانهٔ شیرود بیشتر از رودخانهٔ هراز بوده که تفاوت میانگین‌های آن بسیار کم است. با توجه به این شرایط و نوع بستر در رودخانهٔ هراز، میزان کل آلودگی آب در رودخانهٔ هراز در طول سال بویژه در زمان مهاجرت گونه‌های ماهیان مهاجر مانند شاه کولی بیشتراست. از نظر گازهای محلول مثل دی اکسید کربن و اکسیژن محلول با توجه به پایین بودن میزان دمای آب، گل آلودگی کمتر و ورود آلاینده‌های کمتر در رودخانهٔ شیرود، میزان گازهای محلول در این رودخانه بیشتر از رودخانهٔ هراز است. مطالعات ماهی شناسان، بخصوص Berg (1949)، Nikolski (1969)، کازانچف (۱۹۸۱) و قلی‌اف (۱۹۹۷) بر روی ماهیان دریای خزر مبین این واقعیت است که بسیاری از ماهیان روند گونه‌زایی را طی کرده و روند تدریجی ایجاد جمعیت‌ها همچنان ادامه دارد، به‌طوری‌که گونه‌های خزری و دریای سیاه–خزری، زیرگونه‌ها و جمعیت‌هایی را در مناطق مختلف دریای خزر تشکیل داده‌اند (قلی‌اف، ۱۹۹۷). تنوع بین جمعیتی قابل اثبات در نواحی مختلف دریای خزر نتیجهٔ نمونه‌گیری‌های کوچک از جمعیت‌های مهاجر به نسبت مشابه است که برای توجیه زیرگونه‌های در نظر گرفته شده برای شاه‌کولی در حوزهٔ جنوبی دریای خزر کافی نیست. تغییرات ایجاد شده در مناطق مختلف ممکن است شیب‌دار[۸] یا وابسته به دمای محیط و یا دیگر شرایط محیطی زیستگاه باشد که نیاز به بررسی تعداد نمونه‌های بیشتر در تمام مناطق دریای خزر دارد (Coad, 1996).

تعداد گروههای سنی در دو جمعیت هراز و شیرود با نتایج کریم‌پور و همکاران (۱۳۷۲)، دارابی (۱۳۷۸)، کازانچف، (۱۹۸۱)؛ and Sari Balik (1994)، Balik و همکاران (1996) و Tarkan و همکاران (2005) یکسان است. درحالی‌که اکثر مطالعات انجام شده در نقاط مختلف دنیا طول عمر ماهی شاه کولی را به‌طور متوسط ۴ تا ۵ سال بیان می‌کنند، Berg (1949) در مورد شاه کولی دریاچهٔ آرال و Kokkinakis و Sinis (2002) در شاه کولی دریاچه‌های ولوی و ویستونیس حداکثر سن این گونه را تا ۹ سال نیز گزارش کردند که دلیل این تنوع، به احتمال به تفاوت زیستگاه دریاچهٔ آرال با سایر مناطق نسبت داده می‌شود و یا در تعیین سن این گونه در این مناطق شک و تردید بوده و سن آنها را بیش از مقدار واقعی برآورد کردند (Tarkan et al., 2005). این حالت ممکن است در مورد مطالعات Kokkinakis و Sinis (2002) در دریاچه‌های ولوی و ویستونیس نیز صادق باشد

Nikolski (1969) و Wootton (1992) معتقدند که، تغییرات رشد ماهی‌ها از نظر طول و وزن را می‌توان به سازگاری با شرایط محیطی مثل درجه حرارت، مواد مغذی، کیفیت غذایی، نوع سیستم آبی (رودخانه‌ای یا دریاچه‌ای) و همچنین تفاوت‌های ژنتیکی تفسیر کرد. مقدار رشد طولی شاه‌کولی در دو رودخانهٔ هراز و شیرود در مقایسه با نتایج دیگر محققان نشان داده که شاه‌کولی‌های رودخانهٔ گرگان‌رود (محسن‌زاده و بهادری، ۱۳۷۹) و دریاچهٔ اومرلی (Tarkan et al., 2005) نسبت به سایر مناطق از رشد بهتری برخوردارند. الگوی رشد در هر دو جنس نر و ماده در رودخانهٔ شیرود و در جنس نر جمعیت رودخانهٔ هراز آلومتریک مثبت بوده، در حالی‌که در نمونه‌های ماده رودخانهٔ هراز، ایزومتریک است که احتمال دارد این تفاوت به‌دلیل خطای حاصل از تعداد نمونه کمتر در رودخانهٔ هراز باشد. محققان دیگر نیز الگوی رشد را آلومتریک ذکر کردند (Kokinakis and Sinis, 2002).

در محاسبهٔ مشخصه‌های معادلهٔ رشد برتالانفی، همانند بسیاری از محققان، طول‌های محاسباتی مطالعات پیشینه‌پردازی استفاده شد (Valoukas & Economidis, 1996؛ Tarkan, et al. 2005 و Naddafi, et al. ,2005). تنوع طول بی‌نهایت در جمعیت‌های یک گونه را می‌توان به تفاوت‌های اندازه بزرگترین نمونه‌ها در هر یک از جمعیت‌ها و تنوع مشخصه‌های جمعیتی یک گونه نسبت داد که در شرایط مختلف محیطی غالب، بویژه در دما و شرایط تغذیه‌ای به‌وجود می‌آید (Turkmen, et al., 2000). در گونهٔ شاه‌کولی همانند سایر گونه‌های خانواده کپورماهیان، ماده‌ها دارای طول بی‌نهایت بزرگتر نسبت به نرها بوده که احتمالاً مربوط به رشد بیشتر این جنس در طول زندگی است (Weatherly, 1987) ولی به همان نسبت مقدار آهنگ رشد کندتری داشته و در واقع، جنس نر سریع‌تر به طول بی‌نهایت خواهد رسید. همچنین میزان سن ماهی در طول صفر (t.) با افزایش طول بی‌نهایت افزایش یافته است. (پاتیمار، ۱۳۸۳؛ Balik et al., 1996 و Tarkan et al., 2005). Beverton و Holt (1957) معتقدند که فاکتورهای محیطی مانند در دسترس بودن مواد غذایی و تراکم جمعیت بر طول بی‌نهایت مؤثر است، در حالی‌که آهنگ رشد رسیدن به این طول تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، و یا فیزیولوژیکی است. در این تحقیق طول بی‌نهایت برای هر دو جنس نر و ماده بیشتر از نتایج به‌دست آمده توسط دیگر محققان است (کریمپور و همکاران، ۱۳۷۲؛ دارابی، ۱۳۷۸؛ Balik & Sari, 1994؛ Balik et al., 1996 و Tarkan et al., 2005).

میزان فاکتور وضعیت در هر دو جنس نر و ماده در زمان تغذیه و تولید مثل، و یا با افزایش سن، افزایش یافته، الگوی افزایش و کاهش آنها معمولا مشابه هم است(Turkmen et al., 2000).

Kasyanov و همکاران (1995) معتقدند که تنوع فاکتور وضعیت می‌تواند به‌دلیل تنوع تولیدات کفزیان، نامتجانس بودن مواد غذایی و فصول مختلف صید باشد. در اکثر ماهیان مقدار فاکتور وضعیت تا سن بلوغ و اولین تخم‌ریزی افزایش یافته و بعد از آن کاهش محسوسی نشان داده که در جمعیت‌های مورد مطالعه در جنس نر تا دو سالگی و در جنس ماده تا سه سالگی افزایش این فاکتور دیده شده و بعد از این سنین نیز مقادیر فاکتور وضعیت، کاهش محسوسی داشته است که دلیل آن، رشد بهتر تا اولین سن بلوغ جنسی است (پاتیمار، ۱۳۸۳). در نمونه‌های بالغ، تغییرات ضریب وضعیت در ارتباط با تغییر مسیر مصرف انرژی بوده که با راهبرد زیستی گونه در ارتباط است که معمولاً با افزایش نرخ رشد همراه است(Oliva- Paterna et al., 2002). مقایسهٔ این فاکتورها در دو جنس نر و ماده نشان داد که در جمعیت‌های هر دو رودخانه ابتدا نرها به حداکثر مقدار فاکتور وضعیت رسیدند و تقریباً در تمامی سنین بین جنس‌های نر و ماده در هر یک از رودخانه‌ها و بین جمعیت‌های دو رودخانه در هر یک از جنس‌های نر و ماده اختلاف معنی‌داری در میانگین فاکتور وضعیت دیده شده است. مقایسهٔ فاکتور وضعیت

جمعیت‌های رودخانهٔ هراز و شیرود با نتایج دیگران نشان داده که در جمعیت‌های دریاچهٔ دمیرکوپرو و دریاچهٔ کاس مقدار این فاکتور تقریباً در تمامی سنین در جنس نر بیشتر از جنس ماده است که نتایج آنها با نتایج تحقیق حاضر کاملاً متفاوت بوده است. در دریاچهٔ دمیرکوپرو در دو جنس نر و ماده در سن دو سالگی و در دریاچهٔ کاس در سن پنج سالگی حداکثر مقدار فاکتور وضعیت را دارا هستند در حالی‌که در این تحقیق در هر دو جمعیت در جنس نر در دو سالگی و در جنس ماده در چهار سالگی حداکثر مقدار فاکتور وضعیت دیده شده است.

تنوع در مقدار رشد لحظه‌ای به‌طور نسبی با تغییرات ضریب وضعیت و ضریب رگرسیونی طول- وزن در بین جمعیت‌ها هماهنگ بوده و این ضریب معمولاً با تغییرات طول چندان متغیر نبوده ولی به شرایط اکولوژی حساس بوده و در صورت نامساعد بودن شرایط رشد، کاهش وزن نسبت به کاهش طول محسوس است(Ricker, 1975). در جمعیت رودخانهٔ هراز در دو جنس نر و ماده، ضریب رشد لحظه‌ای در سنین مختلف، متفاوت بوده، به‌طوری‌که در جنس نر ابتدا کاهش و سپس افزایش در این ضریب دیده شده، ولی در جنس ماده با افزایش سن مقدار رشد لحظه‌ای سیر نزولی دارد. در جمعیت رودخانهٔ شیرود در هر دو جنس نر و ماده تقریباً تفاوت چندانی در سنین مختلف در ضریب رشد لحظه‌ای دیده نشد. در آزاد ماهیان و دیگر ماهیان رود کوچ رو (آنادروموس) در زمان مهاجرت به دریا، تغییرات ناگهانی در ضریب رشد لحظه‌ای به‌وجود آمده که این حالت در سنین صفر تا چهار سالگی و یا بیشتر رخ می‌دهد (Ricker, 1975).

یادداشت‌ها

1-Anadromous
2-Benthopelagic
3-Native
4-Data Deficient
5-Vulnerable
6-Allometric growth
7-Isometricgrowth
8-Clinal

منابع مورد استفاده

ابو، م. ۱۳۷۳. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانهٔ شیرود. طرح مرکز تحقیقات شیلات استان مازندران. ۶۵ صفحه.

پاتیمار، ر. ۱۳۸۳. تعیین تنوع درون جمعیتی و بین جمعیتی ماهی کلمه *Rutilus rutilus caspicus* در چهار آبگیر استان گلستان (گرگان‌رود، تالاب گمیشان و دریاچه‌های آجی گل و آلماگل). رسالهٔ دکترای شیلات، دانشکدهٔ شیلات و محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

خوال، ع. ۱۳۷۶. کوچ‌گری ماهی سفید، سیاه‌کولی و سپیدکولی به رودخانهٔ سفیدرود. مجلهٔ علمی شیلات ایران. شمارهٔ ۴، سال ششم. صفحات ۷۵ تا ۸۶.

دارابی، ا. ۱۳۷۸. بررسی سن، رشد شاه کولی و سیاه کولی در رودخانهٔ شیرود. پروژهٔ کارشناسی رشتهٔ شیلات، دانشکدهٔ شیلات و محیط زیست دانشگاه گرگان.

روشن طبری، م. ۱۳۷۵. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانهٔ هراز. مجلهٔ علمی شیلات ایران.شمارهٔ دوم، سال پنجم. صفحات ۴۳ تا ۶۳.

عبدلی، ا. ۱۳۷۸. ماهیان آب‌های داخلی ایران. موزهٔ طبیعت و حیات وحش ایران. ۳۷۷ صفحه.

قلی اف، د. ب. ا. ۱۹۹۷. کپورماهیان و سوف ماهیان حوضهٔ جنوبی و میانی خزر(ساختار جمعیت‌ها، اکولوژی، پراکنش و تدابیری برای بازسازی ذخایر). ترجمهٔ یونس عادلی، ۱۳۷۷. مرکز تحقیقات شیلات گیلان.

کازانچف، ا.ن. ۱۹۸۱. ماهیان دریای خزر و حوزهٔ آبریز آن. ترجمهٔ: ابوالقاسم شریعتی. انتشارات شرکت سهامی شیلات ایران. ۱۳۷۱. ۱۷۱ صفحه.

کریم‌پور، م. حسین‌پور، س. و حقیقی، د.۱۳۷۲. سپیدکولی‌های کوچگر به تالاب انزلی. مجلهٔ علمی شیلات ایران. شمارهٔ ۴. صفحات ۳۹ تا ۵۲.

محسن زاده، ع. و بهادری، ز. ۱۳۷۹. بررسی سن و رشد شاه کولی در گرگان‌رود. پروژهٔ کارشناسی شیلات. دانشکدهٔ شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی.

معاونت سنجش از دور و جغرافیای سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. ۱۳۸۲. فرهنگ جغرافیای رودهای کشور، حوضهٔ آبریز دریای خزر. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. ۳۴۱ صفحه.

Bagenal, T.B.1978. Methods for assessment of fish production in freshwater. Blackwell Scientific. 365 pp.

Balik, S. and H.M. Sari. 1994. The investigation on the growth and development of *Chalcalburnus chalcoides* Guldenstaedt, 1772 in Demirkopru Dam Lake, Salihli- Manisa/Turkey. XII. National Biology Congress, Hydrobiology Section IV: 113-121, Edirne.

Balik, S., R. Ustaoglu, H.S. Sari and M. Ozbek. 1996. Investigation on biological characteristics of the Danube bleak (*Chalcalburnus chalcoides* Guldenstaedt, 1772) population in Lake Kus (Bandirma). Journal of Fisheries and Aquatic Sciences (Izmir). 13: 171-182.

Berg, L.S.1949. Freshwater fishes of the U.S.S.R. and adjacent countries. Trady institute Acad, U.S.S.R. (Translated to English in 1962). Vol. 2, 469p.

Beverton, R. J. H. and S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish population. Fishery Invest., London. 2: 533pp.

Biswas, S.P. 1993. Manual of Methods in Fish Biology. South Asian Publishers Pvt Ltd., New Delhi. 157pp.

Bogutskaya, N.G.1997. Contribution to the knowledge of leuciscine fishes of Asia Minor. Part 2. An annotated check-list of leuciscine fishes (Leuciscinae, Cyprinidae) of Turkey with descriptions of a new species and two new subspecies. Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst. 94: 161-186.

Coad, B.W. 1996. Systematics of the shah mahi, *Chalcalburnus chalcoides* (Guldenstaedt, 1772) in the Southern Caspian Sea basin (Actinopterygii: Cyprinidae). Journal of Zoology in the Middle East 12: 65-70.

Dikov, T. and Zivkov, M. 2004. Abundance and biomass of fishes in the Veleka River, Bulgaria. Journal of Folia Zoologica. 53: 81-86.

Froese, R. and C. Binohlan. 2000. Empirical relationships 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.

Holcik, J. and J. Olah. 1992. Fish, fisheries and water quality in Anzali Lagoon and its watershed. Report prepared for the project- Anzali Lagoon productivity and fish stock investigations. Food and Agriculture Organization, Rome FI:UNDP/IRA/88/001 Field Document 2: x + 109 pp.

Kasyanov, A.N., Y.G. Izyumov and N.V. Kasyanova. 1995. Growth of roach, *Rutilus rutilus*, in Russia and adjacent countries, J. Ichthyol. Vol. 35, No. 9, 256-272.

Kiabi, B.H., A. Abdoli and M. Naderi. 1999. Status of the fish fauna in the south Caspian basin of Iran. Zoology in the Middle East 18: 57-65.

Kokkinakis, A.K. and A.I., Sinis. 2002. Comparative annual growth analysis of *Chalcalburnus chalcoides macedonicus* Stephanidis, 1971 (Pisces Cyprinidae) in two lakes of Northern Greece, Cercetari Marine, 34: 131-160.

Kokinakis, A.K., A.I. Sinis and P.S. Economidis. 1997. Monthly fluctuations in the growth of the fish *Chalcalburnus chalcoides macedonicus* Stephanidis, 1971 (Pisces Cyprinidae) in lakes Volvi and Vistonis. Proc. 5th Hel. Symp. Oceanogr. & Fish, Kavala. April, 1997. II, 245-248.

Lelek, A. 1987. The Freshwater Fishes of Europe. Vol. 9. Threatened fishes of Europe. Wiesbaden, 343 pp.

Naddafi, R., A. Abdoli, B.H. Kiabi, B.A. Mojazi, and M Karami. 2005. Age, growth and reproduction of the Caspian roach (*Rutilus rutilus caspicus*) in the Anzali and Gomishan wetlands, North Iran. J. Appl. Ichthyol. 21: 492-497.

Nikolski, G.V. 1969. Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources. Oliver and Boyd, Edinburgh. 323pp.

Oliva- Paterna, F.J., M.M., Torralva and C. Fernandez- Delgado. 2002. Age, growth and reproduction of *Cobitis puludica* in a seasonal stream. Journal of Fish Biology. 63: 389- 404.

Ricker. W.E. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Population. Bulletin 191. 382pp.

Robins, C.R., R.M. Bailey, C.E. Bond, J.R. Brooker, E.A. Lachner, R.N. Lea and W.B. Scott. 1991. World fishes important to North Americans. Exclusive of species from the continental waters of the United States and Canada. Am. Fish. Sco. Spec. Publ. 21: 243p.

Slastenenko, E.1955. The Fishes of the Black Sea Basin. The publication of the Meat and Fish Office, Istanbul-Turkey (in Turkish with English summery).

Sparre P. and Venema. 1992. Intrudoction to tropical fish stock assessment. Danida FAO 554pp.

Tarkan, A.S., O. Gaygusuz, H. Acipinar and C. Gursoy. 2005. Characteristics of a Eurasian cyprinid, Shemaya, *Chalcalburnus chalcoides* (Guldenstaedt, 1772), in a mesotrophic water reservoir. Zoology in the Middle East 35:49-60.

Turkmen, M., O. Erdogan, H. I. Haliloglu and A. Yildirim. 2000. Age, growth and reproduction of *Acanthalburnus microlepis*, filipi 1863 from the Yagan Region of the Aras River, Turkey. Turk. J. Zool. 25: 127-133.

Valoukas, V.A. and P.S Economidis. 1996. Growth, population composition and reproduction of bream *Abramis brama* (L.) in Lake Volvi Macedonia, Greece. Ecology of Freshwater Fish. 5: 108-115.

Weatherly, N.S. 1987. The Diet and growth of 0- group dace, *Leuciscus leuciscus* (L.) and roach, *Rutilus rutilus*, in a lowland river. Journal of Fish Biology 30: 237-247.

Wootton, R.J., 1992. Fish Ecology. Printed in Great Britain by Thomson Litho Ltd. Scotland. 203 pp.