شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۲۳

ص ۴۷۹-۴۸۹

مطالعهٔ تأثیر نوسانات دما در طول، وزن و فاکتور وضعیت ماهی خواجو *Schizothorax pelzami* (Kessler, 1870) در دو زیستگاه دریاچه و رودخانه

❖ **مهدی بدری:** کارشناسی‌ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، گروه محیط زیست و انرژی، تهران، ایران
❖ **اصغر عبدلی*:** دانشیارگروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌های پژوهشکدهٔ علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
❖ **بهرام حسن‌زاده کیابی:** دانشیار دانشکدهٔ علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
❖ **محمود کرمی:** دانشیار گروه شیلات و محیط‌زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

چکیده

مطالعهٔ حاضر از دی ۱۳۸۸ تا دی ۱۳۸۹ در دو اکوسیستم رودخانه‌ای و دریاچه‌ای دربارهٔ رژیم دمای سالیانه، روابط بین طول و وزن کل و فاکتور وضعیت به تفکیک زیستگاه و جنسیت در ماهی خواجو با نام علمی *Schizothorax pelzami* انجام پذیرفت. زیستگاه رودخانه‌ای فریزی با میانگین دمای سالانهٔ ۴/۳۲۵±۱۰/۹۹ درجهٔ سانتی‌گراد به‌منزلهٔ زیستگاه گرم و زیستگاه دریاچه‌ای چشمه‌سبز با میانگین دمای سالانه ۱/۰۱۵±۸/۸۵ درجهٔ سانتی‌گراد به‌منزلهٔ زیستگاه سرد مشخص شد. تفاوت معناداری ($P<0/001$) میان مقادیر مربوط به طول کل و وزن کل در جنسیت ماده در هر دو زیستگاه همچنین میان شیب رگرسیون طول و وزن کل در هر دو زیستگاه مشاهده شد، به طوری که جنسیت ماده در زیستگاه رودخانه‌ای و جنسیت نر در زیستگاه دریاچه‌ای رشد آلومتریکی مثبت داشت (۳/۱۰۷ =b و ۳/۱۰۲=b). همچنین، جنسیت نر در زیستگاه رودخانه‌ای و جنسیت ماده در زیستگاه دریاچه‌ای دارای رشد آلومتریکی منفی بود (۲/۸۲۸ =b و ۲/۸۰۷=b). رابطهٔ طول کل با وزن کل در جمعیت ساکن در زیستگاه رودخانه‌ای در جنسیت نر به صورت (۰/۹۳۷۶= r^2) $W=0/21\times10^{-4}\ TL^{2/8}$ و در جنسیت ماده به صورت (r^2=۰/۹۶) $W=0/5\times10^{-5}\ TL3/10$ است. همچنین، مقادیر این رابطه در جمعیت ساکن در زیستگاه دریاچه‌ای در جنسیت نر به صورت (r^2 =۰/۹۳۳) $W=0/5\times10^{-5}\ TL3/10$ و در جنسیت ماده به صورت (r^2=۰/۹۶۶) $W=0/21\times10^{-4}\ TL2/82$ محاسبه شد.

واژگان کلیدی: اکولوژی، پویایی جمعیت، دما، رشد، سازگاری، کپورماهیان.

* نویسندهٔ مسئول تلفن: ۰۲۱-۲۲۴۳۱۹۷۱ فاکس: ۰۲۱-۲۲۴۳۱۹۷۲
Email: asabdoli@yahoo.com

۱. مقدمه

اغلب مطالعات در خصوص اثر زیستگاه در ماهیان با تمرکز بر عوامل غیرزندهٔ اقلیمی انجام گرفته است (Myers, 1998) و یکی از مهم‌ترین این عوامل فاکتور دماست (Shepherd *et al.*, 1984). از آنجا که ماهیان موجودات خونسردی‌اند و دمای بدن آن‌ها تابع دمای آب است، بنابراین بروز تغییرات در دمای آب منجر به تأثیر مستقیم یا غیرمستقیم در رفتار و فیزیولوژی این موجودات خواهد شد (Coutant, 1987). این گروه از موجودات توان آن را دارند که خود را با تغییرات مختلف دمایی سازگار کنند که پیامد این پدیده تغییر در شاخص‌های رشد خواهد بود (ibid). ضرورت این نوع مطالعات از آنجا نمایان‌تر می‌شود که در کشور ما هر ساله گونه‌های جدیدی گزارش می‌شوند، مثلاً در ۲۵ سال گذشته پنج گونهٔ جدید به گونه‌های ماهیان و تنوع زیستی ایران در این دسته از جانداران افزوده شده است و حدود ده گونهٔ دیگر هم بدون شرح، توضیح و شناسایی باقی مانده‌اند که به‌رغم ارزش‌های بالای بوم‌شناسی آن‌ها در زنجیرهٔ حیات هیچ‌گونه فعالیت پژوهشی و حفاظتی دربارهٔ آن‌ها و زیستگاه‌هایشان صورت نمی‌گیرد (Abdoli, 2000). این مسئله در حالی است که تعداد زیادی از گونه‌ها به علت ناشناس‌بودن گونه و زیستگاه و نبود فرایند حفاظت به منظور جلوگیری از تخریب زیستگاه همواره در معرض انقراض قرارمی‌گیرند. این پژوهش به منظور بررسی تفاوت‌های ایجادشده در نوع رشد ماهی خواجو در دو زیستگاه متفاوت به واسطهٔ وجود استرس زیستگاهی دما و پاسخ‌های متفاوت جاندار، به واسطهٔ قانون سازگاری به زیستگاه خود، بررسی شده است.

ماهی خواجو (شکل ۱) متعلق به ردهٔ ماهیان استخوانی Teleostei، راستهٔ کپورماهی شکلان Cypriniformes، ردهٔ شعاع بالگان Actinopterygii، خانوادهٔ کپورماهیان Cyprinidae و جنسیت Schizothorax است؛ از جمله صفات کلیدی ماهی خواجو تعداد زیاد فلس‌ها روی خط جانبی و فلس‌های درشت‌تر در اطراف مخرج و بالهٔ مخرجی است.

شکل ۱. تصویر گونهٔ خواجو
Schizothorax pelzami

تاکنون مطالعات چندانی در خصوص زندگی گونهٔ *Schizothorax pelzami* صورت نگرفته است.

نتایج پژوهش (Abdoli *et al.*, 2007) دربارهٔ رژیم غذایی نمونه‌ها، رابطهٔ طول با وزن و نسبت جنسیتی در رودخانهٔ لایین‌سو نشان داد که رابطهٔ طول و وزن در نمونه‌های ماده با رابطهٔ $W=-۱۲/۱۰۸\times L۳/۱۳۴$ (r=۰/۹۹۹) و در نمونه‌های نر نیز با رابطهٔ $W=-۱۰/۵۹۴\times L۲/۷۹۶$ (r=۰ /۸۴۹) است، همچنین نوع، تعداد و حجم محتویات معدهٔ این جاندار شامل یازده گروه متفاوت از بنتوزهاست که اکثریت غالب بنتوزها در مطالعهٔ ایشان Odonata و لاروهای Chironrmidae و Simulidae تعیین شد. ماهی خواجو *Schizothrax pelzami* درحوضه‌های

رودخانه‌ای بیابان قره‌قوم واقع در ترکمنستان از سمت ایران و افغانستان زیست می‌کند. همچنین، حضور این گونه در غرب رودخانهٔ جرماب و رودخانهٔ هریررود در ایران گزارش شده است (Berg, 1949). Abdoli (۲۰۰۷) حضور این گونه را در رودخانهٔ جام، رودخانهٔ شرک، رودخانهٔ اخلمد در نزدیکی مشهد، رودخانهٔ کشف‌رود در خراسان، قسمت‌های بالادست کال‌شور، رودخانهٔ جاجرم و جوین در دشت کویر گزارش کرده است.

۲. مواد و روش‌ها

حوضهٔ آبریز رودخانهٔ فریزی (شکل ۲) در دامنه‌های شمالی رشته‌کوه‌های بینالود و در ۵۰ کیلومتری شمال غربی مشهد واقع شده است. طول جغرافیایی آن ۵۸ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۵ دقیقه و عرض جغرافیایی آن ۳۶ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۶ درجه و۳۲ دقیقه است.

زیستگاه رودخانه‌ای فریزی دارای نوسانات شدید دبی آب است و تغییرات فصلی و ناپایداری شرایط دمایی در آن به‌وضوح دیده می‌شود (Velayati, 2004). به عبارت دیگر، این زیستگاه رودخانه‌ای را می‌توان زیستگاهی با نوسان و استرس‌های گوناگون معرفی کرد.

شکل ۲. منطقهٔ مورد مطالعه در زیستگاه رودخانه‌ای (رودخانهٔ فریزی و پایه) و نوسانات سطح آب

شکل ۳. منطقهٔ مورد مطالعه در اکوسیستم چشمه و قنات (دریاچهٔ چشمه‌سبز گلمکان)

دریاچهٔ چشمه‌سبز (شکل ۳) به‌منزلهٔ دومین زیستگاه مورد مطالعه در بالادست رودخانهٔ گلمکان (۱۸ کیلومتری جنوب روستای گلمکان) در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۵ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۰ دقیقه قرار گرفته است. این دریاچه تکتونیکی بر حسب مقدار بارندگی سالیانه دارای نوسان‌های مثبت و منفی است، اما زیستگاه در تمامی طول سال میزان قابل قبولی آب دارد به طوری که می‌توان زیستگاه دریاچه‌ای چشمه‌سبز را زیستگاهی با شرایط ثابت در این مطالعه فرض کرد.

نمونه‌برداری‌ها به صورت تصادفی و در فواصل زمانی یک‌ماهه از دی ۱۳۸۸ تا دی ۱۳۸۹ و در اکوسیستم رودخانه در امتداد قسمت‌های بالادست، میانه و پایین‌دست (به طور متوسط ۲۰ قطعه در هر ماه) با استفاده از تور سالیک با فاصلهٔ گره ۰/۵ سانتی‌متر و قطر دهانهٔ ۱۰ متر و در اکوسیستم دریاچه نمونه‌گیری از عمق ۰/۵ تا ۴ متر با استفاده از تور گوشگیر و با اندازهٔ چشمهٔ ۲ سانتی‌متر انجام گرفت. نمونه‌ها پس از صید در فلاسک یخ قرار داده و به سرعت به آزمایشگاه منتقل شد. اندازه‌گیری دمای آب در ایام نمونه‌برداری با استفاده از دماسنج جیوه‌ای و به صورت ماهانه ثبت شد. وزن نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. دقت در اندازه‌گیری طول کل با استفاده از تختهٔ بیومتری (با دقت ۰/۰۱ سانتی‌متر) انجام گرفت. اندازه‌گیری و مقایسهٔ میانگین وزن، طول کل به تفکیک جنسیت نر و ماده و نوع زیستگاه با استفاده از آزمون آماری (T-test) انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SYSTAT9 انجام گرفت.

در این پژوهش فاکتور وضعیت به صورت جداگانه برای جنسیت نر و ماده با استفاده از رابطهٔ $K = (W / L3)\times 100$ (Bagenal and Tesch, 1978) محاسبه شد که در این رابطه:

W= وزن کل (گرم)، L= طول کل (سانتی‌متر).

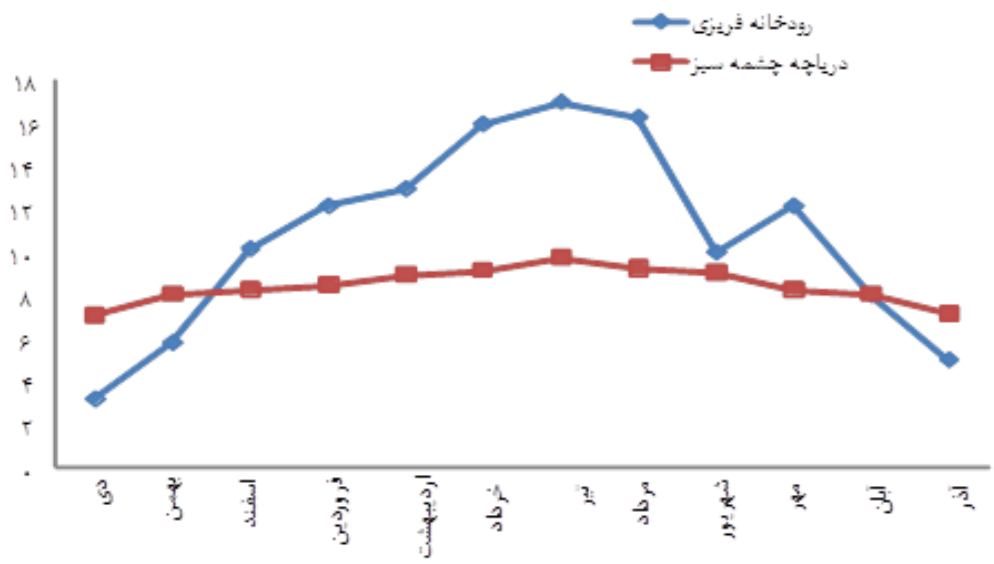
رابطهٔ طول و وزن همهٔ نمونه‌ها به تفکیک جنسیت با استفاده از رابطهٔ $W = a\, L^{b}$ محاسبه شده است (Bagenal, 1978) که در این رابطه:

W= وزن بدن، a= ضریب ثابت، b= شیب خط، L= طول کل به میلی‌متر.

همچنین، الگوی رشد (ایزومتریک یا الومتریک) با استفاده از مقایسهٔ ضریب b با عدد ۳ به‌منزلهٔ شاخص رشد ایزومتریک از طریق آزمون آماری (T-test) مطالعه شد. رشد ماهی در صورتی ایزومتریک (همسان، یکنواخت) است که ضریب b برابر عدد ۳ باشد و در صورتی که این ضریب بیشتر یا کمتر از این میزان باشد از نوع آلومتریکی (غیریکنواخت) خواهد بود (ibid).

۳. نتایج

دامنهٔ نوسانات دما در هر دو زیستگاه در شکل ۴ ارائه شده است که زیستگاه رودخانه‌ای را با نوسانات بیشتری نسبت به زیستگاه دریاچه‌ای نشان می‌دهد. از این‌رو می‌توان زیستگاه دریاچه‌ای را زیستگاهی دارای مقادیر تقریباً ثابت از منظر سیر دما برشمرد. از طرف دیگر، زیستگاه رودخانه ای را زیستگاهی با نوسانات دمای نسبتاً بالا تلقی کرد. تفاوت معناداری (T-test P<۰/۰۰۵) میان میانگین دمای سالانهٔ آب در ایستگاه‌های مورد مطالعه وجود دارد، به طوری که زیستگاه چشمه‌سبز با میانگین دمای سالانه ۱/۰۱۵±۸/۸۵ درجهٔ سانتی‌گراد به‌منزلهٔ زیستگاه سرد و زیستگاه رودخانهٔ فریزی با میانگین دمای سالانه ۴/۳۲۵ ± ۱۰/۹۹ درجهٔ سانتی‌گراد به‌منزلهٔ زیستگاه گرم تعیین شد.



شکل ۴. میانگین ماهانهٔ دما
(درجهٔ سانتی‌گراد) در زیستگاه‌های چشمه‌سبز و رودخانهٔ فریزی در بازهٔ زمانی مورد مطالعه

نتایج در خصوص میانگین طول، میانگین وزن، انحراف استاندارد، دامنهٔ وزن کل و دامنهٔ طول کل تعداد ۸۷۳ قطعه نمونهٔ صیدشده در جدول ۱ بیان شده است. نتایج نشان می‌دهد جنسیت ماده در هر دو زیستگاه به طور معناداری وزن و طول بیشتری نسبت به جنسیت نر دارد. همچنین، اندازه و وزن افراد جمعیت ساکن در زیستگاه دریاچه‌ای به طور معناداری بیشتر از جمعیت ساکن در زیستگاه رودخانه‌ای مشاهده شد (T-test P<۰/۰۰۱).

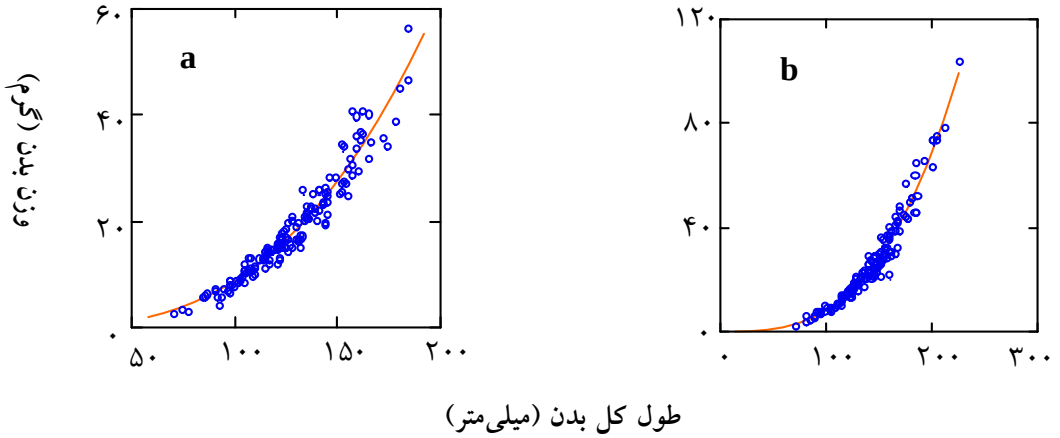
نتایج نشان داد که تفاوت معناداری میان شیب رگرسیون مربوط به رابطهٔ طول و وزن کل در هر دو زیستگاه وجود دارد (جدول ۲). مقادیر رابطهٔ طول حاصل از پارامتر b جمعیت ساکن در هر دو زیستگاه نشان می‌دهد که وزن به صورت آلومتریکی با افزایش اندازهٔ بدن افزایش می‌یابد (جدول ۲). همچنین، نتایج نشان داد (شکل ۵ و ۶) که جنسیت ماده در زیستگاه رودخانه‌ای و جنسیت نر در زیستگاه دریاچه‌ای رشد آلومتریکی مثبت دارد (b= ۳/۱۰۷ و b=۳/۱۰۲). جنسیت نر در زیستگاه رودخانه‌ای و جنسیت ماده در زیستگاه دریاچه‌ای نیز رشد آلومتریکی منفی دارد (b= ۲/۸۲۸ و b=۲/۸۰۷).

رابطهٔ طول کل با وزن کل در جمعیت ساکن در زیستگاه رودخانه‌ای در جنسیت نر به صورت $W=۰/۲۱\times۱۰^{-۴}\ TL^{۲/۸}$ (r^2 =۰/۹۳۷۶) و در جنسیت ماده به صورت $W=۰/۵\times ۱۰^{-۵}\ TL^{۳/۱۰}$ (r^2=۰/۹۶) است.

همچنین، مقادیر این رابطه در جمعیت ساکن در زیستگاه دریاچه‌ای در جنسیت نر به صورت $W=۰/۵\times۱۰^{-۵}\ TL^{۳/۱۰}$ (r^2=۰/۹۳۳) و در جنسیت ماده به صورت $W=۰/۲۱\times ۱۰^{-۴}\ TL^{۲/۸۲}$ (r^2=۰/۹۶۶) محاسبه شد.

مقادیر فاکتور وضعیت در هر دو زیستگاه در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده تفاوت معناداری (T - test P<۰/۰۵) در

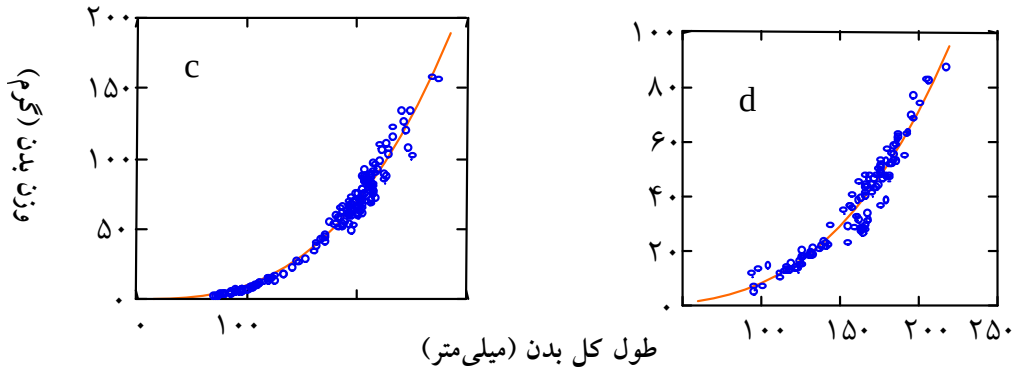
میانگین فاکتور وضعیت در هر دو جمعیت مورد مطالعه مشاهده می‌شود، به طوری که مقادیر این شاخص در جمعیت ساکن در زیستگاه دریاچه‌ای بالاتر از جمعیت ساکن در زیستگاه رودخانه‌ای مشاهده شد و این بدان معناست که جمعیت زیستگاه دریاچه‌ای شرایط زیستی مناسب‌تری نسبت به جمعیت زیستگاه رودخانه‌ای دارد.



شکل ۵. رابطهٔ طول و وزن ماهی خواجو: [log (W= log a + log b (TL)]، جنسیت ماده در زیستگاه رودخانه‌ای (b)، جنسیت نر در زیستگاه رودخانه‌ای (a).

جنسیت نر به صورت $W=۰/۲۱\times۱۰^{-۴}\ TL^{۲/۸}$ $(r^2=۰/۹۳۷۶)$

جنسیت ماده به صورت $W=۰/۵\times۱۰^{-۵}\ TL^{۳/۱۰}$ $(r^2=۰/۹۶)$



شکل ۶. رابطهٔ طول و وزن ماهی خواجو: [log (W= log a + log b (TL)]، (c): جنسیت ماده در زیستگاه دریاچه‌ای، (d) جنسیت نر در زیستگاه دریاچه‌ای.

جنسیت نر به صورت $W=۰/۵\times۱۰^{-۵}\ TL^{۳/۱۰}$ $(r^2=۰/۹۳۳)$

جنسیت ماده به صورت $W=۰/۲۱\times۱۰^{-۴}\ TL^{۲/۸۲}$ $(r^2=۰/۹۶۶)$

جدول ۱. مقایسهٔ میانگین وزن کل و طول کل ماهی خواجو در زیستگاه دریاچه‌ای و رودخانه‌ای

نام ایستگاه	جنسیت	تعداد	دامنهٔ طول کل (میلی‌متر)	میانگین طول کل +SD	اختلاف معنادار(P)	دامنهٔ وزن بدن (گرم)	میانگین وزن بدن +SD	اختلاف معنادار(P)
رودخانهٔ فریزی	نر	۳۴۰	۱۸۵-۷۰	۱۲۷/۷۷۹±۲۳/۲۸۵	<۰/۰۰۱	۲/۲۵-۵۶/۳	۱۹/۰۶۲±۹/۸۹	<۰/۰۰۱
	ماده	۱۴۵	۲۲۷-۷۱	۱۴۱/۵۵۸±۲۹/۱۵۱	<۰/۰۰۱	۲/۱۲-۱۰۳/۳۶	۲۶/۸۶۹±۱۷/۴۸۷	<۰/۰۰۱
دریاچهٔ چشمه‌سبز	نر	۲۱۷	۲۱۷-۹۴	۱۵۷/۷۶۹±۲۸/۰۱۷	<۰/۰۰۱	۵/۳-۸۷/۲۳	۳۷/۰۰۴±۱۸/۶۶۲	<۰/۰۰۱
	ماده	۱۷۱	۲۷۴-۶۹	۱۷۰/۸۶۱±۵۲/۵۲۵	<۰/۰۰۱	۲/۷۶-۱۵۸/۱۴	۵۴/۴۸±۳۶/۶۰۳	<۰/۰۰۱

جدول ۲. مقادیر میانگین طول و وزن و پارامترهای مربوط به روابط میان طول و وزن
[log (W= log a + log b (TL)] و فاکتور وضعیت در هر دو زیستگاه

نام ایستگاه	تعداد	جنسیت	طول کل (میلی‌متر)	وزن بدن (گرم)	a	b	R^2	فاکتور وضعیت
رودخانهٔ فریزی	نر	۳۴۰	۱۲۷/۷۷۹ (۲۳/۲۸۵)۱۸۵-۷۰	۱۹/۰۶۲ (۹/۸۹) ۲/۲۵-۵۶/۳	۰/۰۰۰۰۲۱	۲/۸۰۷۰۹۴	۰/۹۳۷۶۳۳	۰/۷۲۶ (۰/۲۹۸) ۰/۲۹۲-۲/۰۴۰
	ماده	۱۴۵	۱۴۱/۵۵۸ (۲۹/۱۵۱) ۲۲۷-۷۱	۲۶/۸۹۶ ۲/۱۲-۱۰۳/۳۶ (۱۷/۴۸۷)	۰/۰۰۰۰۰۵	۳/۱۰۲۱۱۷	۰/۹۶۴۰۰۸۱	۰/۶۵۹ (۰/۳۰۰)۰/۲۴۰-۱/۹۸۳
دریاچه چشمه‌سبز	نر	۲۱۷	۱۵۷/۷۶۹ (۲۸/۰۱۷)۲۱۷-۹۴	۳۷/۰۰۴ ۵/۳-۸۷/۲۳ (۱۸/۶۶۲)	۰/۰۰۰۰۰۵	۳/۱۰۷۲۱۳	۰/۹۳۳۴۲۸	۰/۹۰۳ (۰/۱۰۷)۰/۶۱۸-۱/۴۰۹
	ماده	۱۷۱	۱۷۰/۸۶۱ (۵۲/۵۲۵)۲۷۴-۶۹	۵۴/۴۸۰ ۲/۷۶-۱۵۸/۱۴ (۳۶/۶۰۳)	۰/۰۰۰۰۲۱	۲/۸۲۸۶۳۹	۰/۹۶۶۱۴۴	۰/۸۲۳ (۰/۰۹۱)۰/۶۲۹-۱/۰۲۸

۴. بحث و نتیجه‌گیری

دمای آب یکی از فاکتورهای محدودکنندهٔ زیست‌محیطی مؤثر در پراکندگی بسیاری از گونه‌های ماهیان است و به طور کلی می‌توان گفت دمای آب در فاکتورهای فیزیولوژیکی مؤثر در رشد تأثیر بسزایی دارد (Allen, 1985)؛ به‌خصوص، در مناطقی که نوسانات دمای سالانهٔ آب در آن بالا باشد (Brown, 1964)، ماهیان به تغییرات دما بسیار حساس‌اند به طوری که، نسبت به تغییرات حتی در حد ۰/۰۳ درجهٔ سانتی‌گراد نیز عکس‌العمل نشان می‌دهند (Bull, 1952). نوع زیستگاه نیز تأثیر تعیین‌کننده‌ای در اندازهٔ ماهیان دارد (Mäki-Petäys *et al.*, 1997)، به طوری که قزل‌آلاهای درشت‌تر در زیستگاه‌های عمیق‌تر یافت می‌شوند. البته، فرضیاتی نیز برای توضیح این مطلب مطرح است؛ از جمله اینکه زیستگاه‌های عمیق‌تر محیط مناسب‌تری برای زیست جاندار فراهم می‌کند (Rahel and Hubert, 1991). مناطق عمیق‌تر همچنین به دلیل متأثرنبودن از

نوسانات دمایی مواد غذایی بیشتری را در خلال فصل سرما و استرس‌های محیطی در زیستگاه‌های فصلی و رودخانه‌ای در اختیار ماهیان قرار می‌دهد (Fausch and Bramblett, 1991).

در خلال نمونه‌برداری در این پژوهش میزان دمای آب در هر دو زیستگاه دارای نوساناتی بود، به طوری که زیستگاه دریاچه‌ای چشمه‌سبز دارای رژیم دمایی نسبتاً پایداری بود و در مقابل رژیم دمایی زیستگاه رودخانه‌ای کاملاً تحت نوسانات شدید مشاهده شد. بر پایهٔ اطلاعات به‌دست‌آمده تفاوت معناداری ($P< ۰/۰۵$) در میانگین فاکتور وضعیت در دو جمعیت مطالعه‌شده مشاهده شد. به نظر می‌رسد که جمعیت ساکن در زیستگاه رودخانه‌ای در معرض چندین تنش شدید محیطی است که از جملهٔ این تنش‌ها می‌توان به نوسانات نسبتاً بالای دما اشاره کرد. دمای آب و اکسیژن محلول در آب رابطه‌ای معکوس دارند، به طوری که اگر دما افزایش یابد، میزان اکسیژن محلول کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، محیط‌های با دمای بالاتر نسبت به زیستگاه‌های با دمای کمتر اکسیژن محلول بسیار کمتری برای تنفس ماهیان در دسترس قرارمی‌دهند. حداکثر نرخ تنفس هوازی در یک گونه تحت تأثیر حداکثر اکسیژن محلولی است که به واسطهٔ دمای آب در آب استفاده می‌شود (Fry, 1971). پایین‌تربودن مقادیر فاکتور وضعیت جمعیت ساکن در زیستگاه رودخانه‌ای نسبت به جمعیت زیستگاه دریاچه‌ای را می‌توان به بالابودن میانگین دمای آب، همچنین وجود چنین نوسانات شدید دما نسبت داد که به طور مستقیم و غیرمستقیم در اکولوژی و پویایی جمعیت ماهیان این زیستگاه تأثیر می‌گذارد. مقادیر اندازه و وزن افراد جمعیت ساکن در زیستگاه دریاچه‌ای به طور معناداری بیشتر از جمعیت ساکن در زیستگاه رودخانه‌ای مشاهده شد که البته این میزان اختلاف بین طول و وزن در دو زیستگاه ممکن است به دلیل شرایط محیطی بهتر و دردسترس‌بودن منابع غذایی در زیستگاه دریاچه‌ای باشد.

در بسیاری از ماهیان رابطهٔ مثبتی میان متابولیسم استاندارد و دما وجود دارد (Brett, 1964). اثر دما در متابولیسم ماهیان از طریق اثر دمای آب در نرخ فعالیت آنزیم‌ها، جابه‌جایی و میزان ماند اکسیژن محلول در آب و تفاوت در میزان اسمزیته صورت می‌گیرد (Brett, 1979). متعاقب آن با تغییر دمای بدن سطح واکنش‌ها نیز تغییر می‌کند و تأثیر مستقیمی در متابولیسم جاندار می‌گذارد (Diana, 2004). با افزایش دما متابولیسم استاندارد افزایش می‌یابد (Diana, 2004). افزایش دما موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های هضم‌کنندهٔ غذا خواهد شد که منجر به تسریع هضم مواد غذایی می‌شود (Shcherbina and Kazlauskene, 1971). در صورتی که زیستگاه دارای رژیم ثابتی از نقطه‌نظر دما باشد و نوسانات چشمگیر نباشد ماهیان قزل‌آلا سیکل رشد مناسبی را از خود نشان می‌دهند که در آن افزایش وزن به همراه افزایش طول اتفاق می‌افتد (Brown, 1957). براون همچنین دریافت که میزان رشد ماهیان در خلال فصل تابستان به‌شدت افت می‌کند که این مطلب از دو دیدگاه قابل بررسی است: نخست به دلیل روی‌دادن فصل تولیدمثل که بیشتر انرژی دریافتی صرف توسعهٔ گنادها خواهد شد. دوم اینکه در خلال فصل گرم، بالاآمدن میزان دما و کم‌شدن میزان اکسیژن محلول موجب کاهش فعالیت آنزیم‌ها و متعاقب آن کاهش رشد خواهد شد.

دربارهٔ سازگاری گونه‌ها در جریان‌های دارای سرعت بالای آب فصلی و با نوسانات زیاد می‌توان گفت به دلیل وجود استمرار در تکاپوی شدید اجباری و وجود استرس‌ها و شرایط جدایی‌ناپذیر در زندگی، این گونه از زیست‌مندان جثهٔ کوچک‌تری دارند (Lamouroux *et al.*, 2002). همچنین، زیستگاه دریاچه‌ای به لحاظ برخورداربودن از مناطق عمیق فضای مناسبی را جهت مقاومت در برابر نوسانات دما فراهم می‌کند (Matthews *et al.*, 1994).

در مجموع، این نظریه‌ها نشان‌دهندهٔ اهمیت بررسی روابط عملکردی انتخاب‌شدهٔ گونه‌ها از طریق اصل انتخاب طبیعی با استرس‌های زیستگاهی است که منجر به ایجاد واکنش سازماندهی‌شدهٔ گونه‌ها در محیط زیست خود می‌شود. نگارندگان بر این باورند که روند سازگاری برای به‌حداقل‌رساندن آثار ناخوشایند دما برای این گونه در هر دو زیستگاه منجر به تفاوت و افتراق جمعیت‌ها در این مطالعه شده است.

تقدیر و تشکر

از همکاری جناب آقای مهدی نوزادی در نمونه‌برداری‌ها و از آقای مهندس تقوی در ادارهٔ کل حفاظت از محیط زیست استان خراسان رضوی سپاسگزاری می‌کنیم.

References

[1]. Abdoli, A., 2000. The Inland Water Fishes of Iran. (In Farsi with English abstract). Tehran: Iranian Museum of Nature and Wildlife, 377 p.

[2]. Abdoli , A., Rasooli, P., Yazdandad bibalan , H., Abdoli , L., 2007 Study on Some Ecological Aspects of Snow Trout(*Schizothorax pelzami*) from Laiinsoo River in Northeastern Iran. ENVIRONMENTAL SCIENCES 4, 69-76.

[3]. Allen, K.R., 1985. Comparison of the growth rate of brown trout *Salmo trutta* in a New Zealand stream with experimental fish in Britain Journal of Animal Ecology 54, 487-495.

[4]. Bagenal, T., 1978. Methods for assessment of fish production in fresh water Blackwell.Scient.Pub.Oxford,london,U.K, 365 p.

[5]. Bagenal, T., Tesch, F., 1978. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Blackwell, Oxford, 101-136 p.

[6]. Berg, L.S., 1949. Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries. Israeli program for scientific translations, Jerusalem, p.

[7]. Brett, J.R., 1964. The respiratory metabolism and swimming performance of young sockeye salmon. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 21, 1183-1226.

[8]. Brett, J.R.a.G., T. D. D, 1979. Physiological energetics. In Fish Physiology. New York: Academic Press, 279-352 p.

[9]. Brown, J.H., 1964. On the relationship between abundance and distribution of species. Am. Nat, 225-279 p.

[10]. Brown, M.E., 1957. Experimental studies on growth. In The Physiology of Fishes. New York: Academic Press., 361-400 p.

[11]. Bull, H., 1952. An evaluation of our knowledge of fish behavior in relation to hydrography. Rapp. P.V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer., 8-23 p.

[12]. Coutant, C.C., 1987. Thermal preference: when does an asset become a liability? Env. Biol.Fish 18, 161-172.

[13]. Diana, J.S., 2004. Biology and ecology of fishes. Cooper Publishing Group, Traverse City, MI, p.

[14]. Fausch, K.D., Bramblett, R.G., 1991. Disturbance and fish communities in intermittent tributaries of a western Great Plains river. Copeia, 659-674.

[15]. Fry, F.E.J., 1971. Effects of environmental factors. In Fish Physiology. Academic Press, New York, 1-98 p.

[16]. Lamouroux, N., Poff, N.L., Angermeier, P.L., 2002. Intercontinental convergence of stream fish community traits along geomorphic and hydraulic gradients. Ecology, 83, 1792-1807.

[17]. Mäki-Petäys, A., Muotka, T., Huusko, A., Tikkanen, P., Kreivi, P., 1997. Seasonal changes in habitat use and preference by juvenile brown trout, *Salmo trutta*, in a northern boreal river. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 54, 520-530.

[18]. Matthews, K.R., N. H. Berg, D. L. Azuma, Lambert., T.R., 1994. Cool water formation and trout habitat use in a deep pool in the Sierra Nevada, California. Transactions of the American Fisheries Society 123, 549-564.

[19]. Myers, R.A., 1998. When do environmentrecruitment correlations work? . Rev. Fish Biol. Fish 8, 285-305.

[20]. Rahel, F.J., Hubert, W.A., 1991. Fish assemblages and habitat gradients in a Rocky Mountain Great Plains stream: biotic zonation and additive patterns of community change. Transactions of the American Fisheries Society 120, 319-332.

[21]. Shcherbina, M.A., Kazlauskene, O.P., 1971. Water temperature and digestibility of nutrient substances by carp. Hydrobiologia 9, 40-44.

[22]. Shepherd, J.G., Pope, J.G., Cousens, R.D., 1984. Variations in fish stocks and hypotheses concerning their links with climate. Rapp. P.-v. reun. Cons, int Mer 185, 255-267.

[23]. Velayati, S., 2004. Study on Hydrological characteristics of FRIZI river and role of them on plain of mashhad. Geography and Development Journal 47-72.