

مطالعه ترجیح زیستگاهی سیاه‌ماهی توئینی (*Capoeta damascina*) در رودخانه گردان با استفاده از شاخص مطلوبیت زیستگاه

انسیه دولت‌پور^۱ هادی پورباقر^{۲*} سهیل ایگدري^۲ آرش جوانشیر^۲

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، گروه شیلات

۲. دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، صندوق پستی ۴۱۳۴، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۳/۱۱ تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۹/۳۰

چکیده

زیستگاه به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل در حفاظت از گونه‌ها مطرح می‌باشد. زیرا با تعیین خصوصیات زیستگاهی موردپسند به‌وسیله‌ی گونه‌های در معرض خطر، می‌توان طرح‌های حفاظتی ارائه کرد. براین اساس، مطالعه‌ی حاضر به‌منظور بررسی نیازهای زیستگاهی سیاه‌ماهی توئینی در رودخانه گردان انجام شده است. نمونه‌برداری از سه ایستگاه اصلی در دو فصل تابستان و زمستان صورت گرفت. در طول رودخانه سه ایستگاه نمونه‌برداری (بالادست، منطقه میانی و پایین دست رودخانه) منظور شد. در هر ایستگاه نیز سه تکرار به فاصله ۱۰۰ متر انجام شد. در مجموع نه نقطه به منظور انجام این پژوهش در نظر گرفته شد. در هر ایستگاه در سه نقطه نمونه‌گیری با استفاده از جریان الکتریکی صورت گرفت. پارامترهای محیطی شامل سرعت جریان، عمق آب، دما، pH، عرض رودخانه، دانه‌بندی رسوبات، قطر سنگها و میزان مواد آلی رسوبات در هر ایستگاه، اندازه‌گیری شد. شاخص مطلوبیت با حداکثر امتیاز ۱ برای هر پارامتر تعیین و میانگین آنها به عنوان نمایه شایستگی زیستگاه تعیین شد. تعیین رابطه بین پارامترهای محیطی و شاخص مطلوبیت با استفاده از روش مدل تجمعی تعمیم یافته صورت گرفت. این روش غیرپارامتریک می‌باشد. نتایج نشان داد که برای سیاه‌ماهی با توجه به این متغیرهای محیطی، منطقه پائین‌دست رودخانه (ایستگاه سه) زیستگاه مطلوب‌تری است. این روش برای ارزیابی زیستگاه با استفاده از گونه‌های شاخص می‌تواند به کار رود.

واژگان کلیدی: مطلوبیت زیستگاه، رودخانه گردان، سیاه‌ماهی توئینی (*Capoeta damascina*)

۱. مقدمه

زیست‌شناسان و افرادی که رودخانه‌ها را مطالعه می‌کنند، به خوبی می‌دانند که گونه‌های آبی در ارتباط با پیدا کردن زیستگاه‌های اختصاصی (آشیان^۱)، رفتار مشابهی دارند (Odum, 1971). هرگونه ماهی زیستگاه خاصی را ترجیح می‌دهد و این زیستگاه جایی است که یک ماهی زندگی می‌کند و آن باید دارای ویژگی‌های مطلوب از قبیل اکسیژن کافی، دمای قابل تحمل، غذای کافی و محل پنهان شدن^۲ باشد (Thurow, 1997). نیازمندی‌های زیستگاه، می‌تواند به عنوان ویژگی‌های زیست‌محیطی لازم برای بقا و تداوم افراد یا جمعیت‌ها تعریف شود (Ahmadi- nedushan et al., 2006).

یک مشکل مشترک که عملکرد اکولوژیکی زیستگاه گونه را تهدید می‌کند، تناوب، از دست دادن و تکه‌تکه شدن این زیستگاه‌ها است که ناشی از آلودگی، تغییر کاربری، و دیگر فعالیت‌های انسانی است (Dong et al., 2013). از دست دادن زیستگاه، از لحاظ کمیت و کیفیت، عامل مهم در کاهش موجودات آبی در سراسر دنیا است و به عنوان بزرگترین عامل تهدید تنوع زیستی، به طور جدی سلامت و یکپارچگی آن‌ها را به خطر می‌اندازد. لذا زیستگاه به عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورها در حفاظت از گونه‌ها مطرح است (Rashleigh et al., 2004).

کیفیت زیستگاه‌های مختلف در یک رودخانه، برای یک موجود، با فراوانی نسبی موجودات آن تعریف می‌شود. معمولاً موجودات در جاهایی که کیفیت زیستگاه بهتر است، فراوان ترند، و تعداد کمتری در زیستگاه‌های فقیر مشاهده می‌شوند، و در زیستگاه‌های کاملاً نامطلوب، گونه‌ای حضور ندارد (Jowett et al., 2008; Jowett and Richardson, 2008). شاخص مطلوبیت زیستگاه، رایج‌ترین شاخص مورد استفاده ی زیستگاه، یک ابزار تحلیلی می‌باشد که برای نشان دادن ترجیح گونه‌های مختلف برای ترکیبی از متغیرها استفاده می‌شود. (Armour and Taylor, 1991; Jowett et al., 2008). بدون شک عوامل محیطی در پراکنش گونه‌ها مؤثر می‌باشند و ساختار جوامع ماهی

به مقدار بالایی توسط این عوامل، در هر دو مقیاس مکانی و زمانی متغیر هستند (Hackradt et al., 2011). بیشتر گونه‌هایی که در معرض خطر انقراض هستند، به دلیل از دست دادن^۳ زیستگاه مطلوب آن است. با تمرکز روی حفاظت زیستگاه‌های خاص و تعیین خصوصیات زیستگاهی موردپسند به وسیله‌ی گونه‌های در معرض خطر، چنین گونه‌هایی می‌توانند قبل از اینکه در معرض خطر قرار گیرند، کمک شوند. *Capoeta damascina* (Valenciennes, 1842) نام فارسی سیاه‌ماهی، توتینی قزل‌آلا و گل‌چراغ، یک ماهی بومی فراوان از خانواده Cyprinidae در آب‌های ایران می‌باشد (Asadollah et al., 2011). یکی از فراوان‌ترین ماهیان آب‌های داخلی ایران به لحاظ تعداد بوده و نسبت به سایر گونه‌های سیاه‌ماهی پراکنش وسیع‌تری دارد (Abdoli, 2000). با وجود فراوانی و اهمیت آن در آبهای ایران، روی نیازهای زیستگاهی این ماهی به طور اختصاصی، مطالعه‌ای صورت نگرفته است. از این‌رو تحقیق حاضر با هدف شناخت نیازهای زیستگاهی این گونه در رودخانه‌ی کُردان، انجام شد.

۲. مواد و روشها

۱.۲. محدوده مورد مطالعه

این مطالعه در رودخانه کُردان در عرض‌های جغرافیایی $35^{\circ} 51' 20'' N$ و $50^{\circ} 42' 21'' E$ انجام شد. این رودخانه در حوضه دریاچه نمک واقع است و از ارتفاعات شمال غرب استان البرز سرچشمه می‌گیرد.

۲.۲. روش نمونه برداری

به منظور انجام این پژوهش، در دو فصل تابستان و زمستان ۱۳۹۱ نمونه‌برداری صورت گرفت. در طول رودخانه سه ایستگاه نمونه‌برداری (بالادست، منطقه میانی و پایین دست رودخانه) منظور شد. در هر ایستگاه نیز سه تکرار به فاصله ۱۰۰ متر انجام شد (Lamouroux et al., 1999). در مجموع نه نقطه به منظور انجام این پژوهش در نظر گرفته شده است. نمونه‌های ماهی از هر ایستگاه توسط الکتروشوکر با

^۳Loss^۱ Nich^۲ Cover

قدرت ۱/۷ ولت و جریان مستقیم و ولتاژ ۴۰۰-۳۰۰ ولت صید و ماهیان صید شده به ظرف درپوش‌دار محتوی فرمالین ۱۰ درصد منتقل و فیکس شدند.

۳.۲. داده های محیطی

برای بررسی نیازهای زیستگاهی گونه C. damascina در محل نمونه‌برداری، پارامترهای محیطی شامل سرعت جریان، عمق آب، دما، pH، عرض رودخانه، نوع پوشش گیاهی، دانه‌بندی رسوبات، قطر سنگ‌ها، میزان مواد آلی رسوبات (TOM) ۱ و طول قلوه‌سنگها در هر ایستگاه نمونه‌برداری، اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از این پارامترها اندیکس شایستگی^۲ (SI) بر اساس میزان حضور ماهی، به عنوان متغیر وابسته و هر پارامتر، به عنوان متغیر مستقل، با استفاده از روش هموار سازی هسته ای^۳ تعیین شده و با میانگین گرفتن این اندیکسها، برای هر زیستگاه یک عدد به عنوان شاخص مطلوبیت زیستگاه^۴ (HSI) تعریف شد (Jowett et al., 1991; Bovee et al., 1998).

عرض رودخانه، عمق آب، طول و عرض و قطر سنگ‌ها با استفاده از متر، محاسبه گردید. برای محاسبه دما، pH، کل مواد جامد محلول (TDS)^۵ و هدایت الکتریکی (EC)^۶ نیز از دستگاه TDS، EC، pH متر استفاده شد. برای به‌دست TOM، نمونه‌های رسوب در دستگاه آون خشک و سپس در کوره در دمای °C ۴۵۰-۵۵۰ سوزانده شد و از تفاوت وزن اولیه و ثانویه، میزان مواد آلی رسوبات به دست آمد. به‌منظور تعیین دانه بندی رسوبات نیز، از طبقه‌بندی بر اساس قطر ذرات استفاده گردید (Kerry overton et al., 1997).

۴.۲. تجزیه و تحلیل آماری

پس از استخراج داده‌ها به منظور بدست آوردن اندیکس مطلوبیت برای هر متغیر از نرم افزار تجزیه و تحلیل اطلاعات گزینش زیستگاه^۷، Habsel

معروف‌ترین شاخص انتخاب (یا ترجیح)، با توجه به معیارهای مطلوبیت زیستگاه، forage ratio است که نسبت واحدهای استفاده از زیستگاه در یک دسته (مثلا سرعت بین ۰/۲۵-۰/۲ متر بر ثانیه) تقسیم بر واحدهای موجود در آن دسته در کل نمونه است:

$$w = (u_i / \sum u_i) / (a_i / \sum a_i)$$

که در آن w میزان forage ratio است، u_i تعداد سیاه ماهی در هر دسته i زیستگاه است و $\sum u_i$ تعداد کل ماهی در همه دسته‌های زیستگاه، a_i تعداد نمونه از دسته i و $\sum a_i$ تعداد کل نمونه‌ها است. این فرمول گسسته بستگی به عرض واحد نمونه‌برداری دارد و به ندرت یک تابع هموار^۸ می‌شود. با این حال، forage ratio می‌تواند به‌عنوان یک تابع پیوسته در واحدهای زیستگاهی با تقسیم بر فراوانی نمونه، بیان شود. برای استانداردسازی SI، یعنی به گونه‌ای که دامنه‌ی SI بین صفر و یک باشد، بعد از هموارسازی هسته ای مقادیر SI بر حداکثر SI تقسیم شد. در نهایت برای ادغام SI ها از میانگین حسابی استفاده گردید. نظر به اینکه اهمیت هر یک از SI ها برای سیاه‌ماهی مشخص نشده بود، همگی دارای وزن یکسان بودند (Jowett et al., 2008; Jowett and Richardson, 2008). در نهایت از ANOVA برای یافتن اختلاف معنی‌دار بین میانگین HSI ایستگاه‌های مختلف استفاده شد. آزمون ANOVA (آنالیز واریانس یکطرفه) و شرایط همگنی واریانس و نرمال بودن داده ها در SPSS 15 مورد بررسی قرار گرفت.

۳. نتایج

طی نمونه‌برداری در تابستان و زمستان در

^۵ Total Dissolved Solids

^۶ Electrical Conductivity

^۷ Habitat Selection

^۸ Smooth

^۱ Total Organic Matter

^۲ Suitability Index

^۳ Kernel smoothing

^۴ Habitat Suitability Index

مجموع از تمام ایستگاه‌ها تعداد ۱۳۸ ماهی به دست آمد. میانگین تعداد ماهی در سه تکرار از هر ایستگاه در جدول (۱) ذکر شده است.

جدول ۱. میانگین تعداد ماهی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری

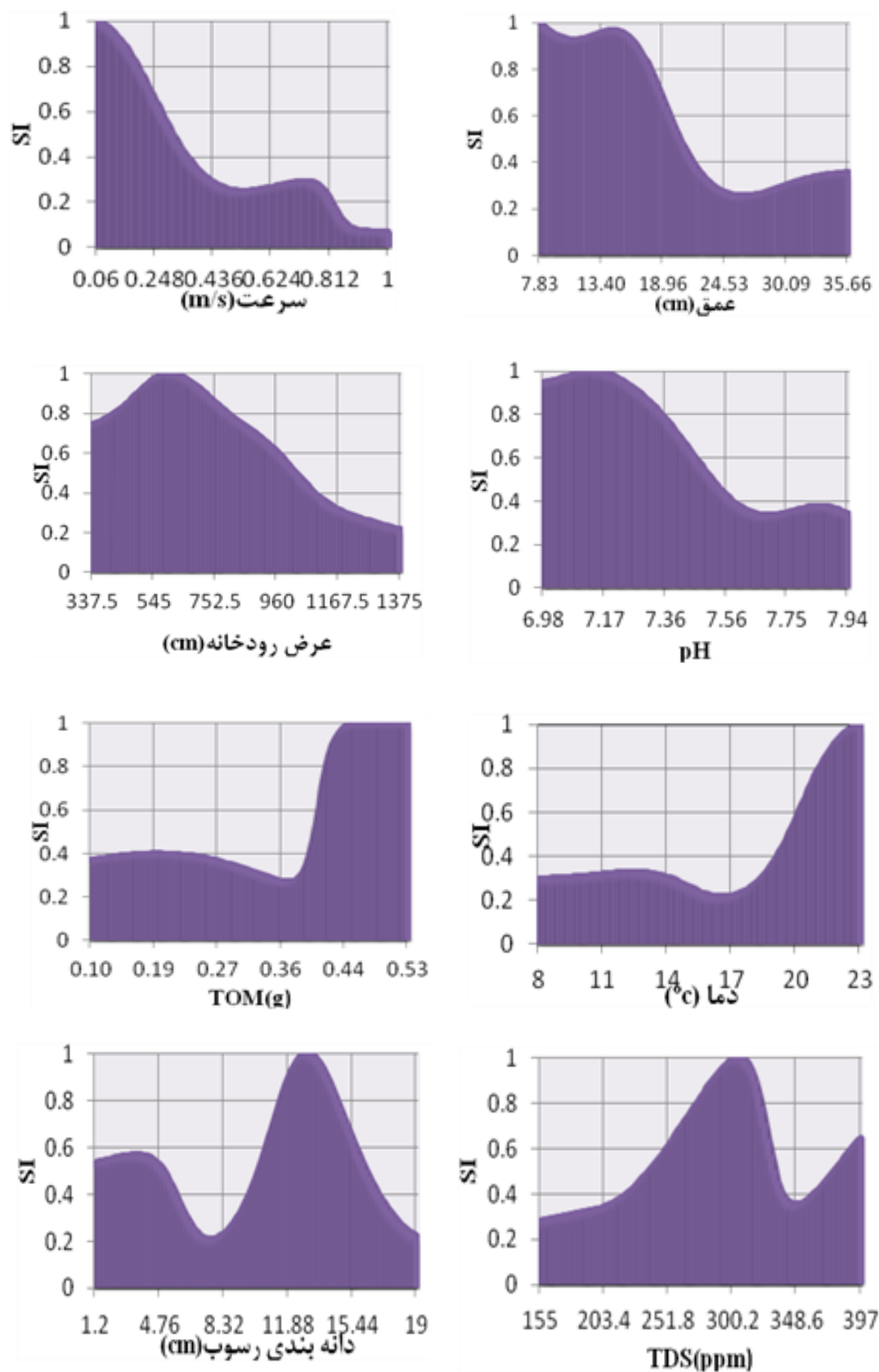
زمستان			تابستان			فصل
۳	۲	۱	۳	۲	۱	ایستگاه
۵	۲	۸	۲۱	۹	۳	میانگین تعداد ماهی
۴۳			۹۵			مجموع

جدول ۲. میانگین متغیرهای محیطی در ایستگاه‌ها در تابستان

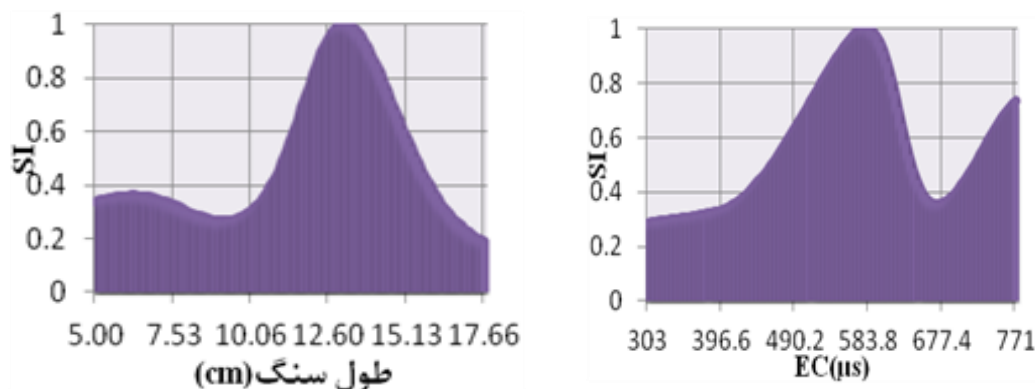
ایستگاه			متغیر محیطی
۳	۲	۱	
۵۲۵/۰۰	۶۳۵/۸۳	۴۸۰/۳۳	EC (μs)
۰/۱۲	۰/۲۷	۰/۳۴	سرعت (m/s)
۱۶/۶۹	۲۴/۷۸	۲۰/۲۲	عمق (cm)
۲۲/۳۳	۱۲/۱۰	۱۸/۳۱	دما (°c)
۵۴۹/۴۹۶	۵۳۶/۰۰	۸۶۶/۶۶	عرض رودخانه (cm)
۷/۳۵	۷/۲۳	۷/۵۲	pH
۲۷۱/۴۱	۳۳۲/۶۶	۲۵۰/۵۰	TDS (ppm)
۰/۲۰	۰/۲۶	۰/۱۷	TOM (g)
۱۳/۳۳	۱۱/۰۰	۱۳/۵۰	دانه‌بندی رسوب (cm)
۱۳/۸۱	۱۳/۶۶	۱۴/۹۹	طول سنگ (cm)

جدول ۳. میانگین متغیرهای محیطی در ایستگاه‌ها در زمستان

ایستگاه			متغیر محیطی
۳	۲	۱	
۳۵۱/۶۶	۳۴۰/۳۳	۳۲۷/۰۰	EC (μs)
۰/۷۲	۰/۵۰	۰/۳۴	سرعت (m/s)
۳۴/۱۶	۲۷/۵۵	۱۶/۱۶	عمق (cm)
۸/۰۸	۹/۶۳	۸/۹۳	دما (°c)
۱۱۹۱/۶۶	۱۰۱۶/۶۶	۱۲۲۸/۳۳	عرض رودخانه (cm)
۷/۶۸	۷/۷۷	۷/۶۷	pH
۱۷۵/۶۶	۱۶۵/۳۳	۱۶۵/۰۰	TDS (ppm)
۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۱۷	TOM (g)
۶/۴۰	۶/۷۵	۶/۹۳	دانه‌بندی رسوب (cm)
۹/۱۶	۷/۱۶	۷/۶۶	طول سنگ (cm)



شکل ۱. منحنی های مطلوبیت برای متغیرهای دما، عمق، سرعت، pH، عرض رودخانه، TOM، TDS، دانه بندی رسوب. مطلوبترین مقدار جایی است که مقدار SI برابر عدد یک است.



شکل ۲. منحنی های مطلوبیت برای متغیرهای طول سنگ و EC. مطلوبترین مقدار برای هر متغیر در جایی می‌باشد که مقدار عددی SI برابر با یک است.

ماهی بوده و مطلوب‌ترین ایستگاه (سه در فصل تابستان) دارای دمای بالاتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها بوده است. مطالعات متعددی در زمینه اثر دما به عنوان عامل زیستگاهی ماهیان موجود می‌باشد. Nukazawa و همکاران (۲۰۱۱) از دمای آب به عنوان شاخص محیطی برای گونه *Plecoglossus altivelis altivel* به عنوان یک گونه مهاجر سالانه، استفاده کردند. همچنین Smith and Sklarew (2012) نشان دادند که دمای آب به صورت منفی در ارتباط با جمعیت‌های قزل‌آلای جویباری (*Salvelinus fontinalis*) بوده است. دمای آب از اهمیت فراوانی در زندگی سیاه‌ماهیان برخوردار می‌باشد و در برخی موارد، تغییرات آن به عنوان عامل مشخصه تحریک طبیعی بوده و بیانگر آغاز برخی فرآیندها مانند تخم‌ریزی، مهاجرت و از این قبیل موارد می‌باشد.

در این مطالعه علت تفاوت دما در ایستگاه‌های مختلف، بدلیل پوشش درختی متفاوت بود. در منطقه میانی رودخانه به علت وجود درختان و سایه اندازی آنها، دمای آب پائین تر از بخش‌های دیگر بود (Armstrong, 2003). معمولاً در محدوده‌های دمای بهینه برای این گونه، افزایش دما منجر به افزایش نرخ هضم می‌گردد. در نتیجه با افزایش نرخ هضم، نرخ مصرف غذا نیز افزایش می‌یابد (Nikolski, 1963)، که شاید بتوان مطلوب بودن دمای بالا برای سیاه‌ماهی را بدین صورت بیان کرد.

در این مطالعه مدل شاخص مطلوبیت عمق در مناطقی با عمق ۷/۸۳ سانتی‌متر بیشترین میزان را نشان داد و افزایش عمق از این میزان، کاهش مطلوبیت

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی پارامترهای محیطی موردنظر توسط ماهیان نشان داد که سیاه‌ماهیان رودخانه‌ی کُردان زیستگاه‌های با ترکیب بستر بزرگ و متنوع و سرعت جریان‌های کم را ترجیح دادند.

ترکیب بستر و سرعت جریان آب به عنوان عامل‌هایی در رشد ماهی، در گونه‌های مختلف، دخیل شده‌اند (Nikolski, 1963). بسیاری از ماهیان مناطق با سرعت‌های کم و پوشش زیاد را می‌پسندند و این مناطق می‌توانند به عنوان پناه‌گاهی درمقابل شکارچیان و یا جریان‌های زیاد بهاره، باشند یا متأثر از سایز ماهی باشد (McCain, 1992; Armstrong, 2003). گونه *Cyprinus carpio* نیز پراکنش بیشتری در مناطق پائین دست رودخانه دارد به‌دلیل این که این گونه سرعت جریان‌های کم را می‌پسندد و به سرعت جریان‌های بالا حساس است (Nukazawa, 2011; Smokorowski and Pratt 2007). چنین می‌توان گفت که ترجیح سرعت‌های مختلف آب در موجودات زنده توسط اندازه موجود، رفتار و فیزیولوژی و مورفولوژی آن تعیین می‌شود و از نظر مورفولوژیک، سیاه‌ماهیان امکان آن را دارند که در بستر رودخانه، بین درزها و شکاف‌ها یا در پناه سنگ‌ها زندگی نمایند، جایی که سرعت جریان آب شدت کمتری دارد. در مطالعه حاضر، شکل مطلوبیت سرعت نیز این موضوع را تصدیق می‌کند و نشان می‌دهد که سیاه‌ماهیان سرعت‌های کم را بیشتر می‌پسندند. همانطور که مشاهده شد در این مطالعه نیز دما عامل مهمی برای

را در برداشت. عمق از جمله فاکتورهای پیش‌بینی کننده در مطالعات مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه است. Vadas و Orth (۲۰۰۱) یافتند که عمق مهمترین عامل در انتخاب زیستگاه برای هفت گروه ماهی در Virginia بود. Smokorowski و Pratt (2007) نشان دادند که سالمونیدها به‌طور کلی واحدهای عمیق‌تر و شاخه‌های سردتر را ترجیح می‌دهند. Jowett و همکاران (۲۰۰۸) منحنی‌های مطلوبیت عمق را برای ماهی brown trout در رودخانه‌های Mataura و Teraver رسم کردند و نشان دادند که هر زیستگاه با عمق بیشتر از ۰/۶ متر، زیستگاه مطلوبی برای این گونه است. باتوجه به این‌که بسیاری از پارامترهای محیطی مانند شدت نور، دما، تراکم مواد غذایی، تولید اولیه و ثانویه وابسته به عمق هستند (Damalas et al., 2010)، شاید بتوان افزایش مطلوبیت با کاهش عمق را برای سیاه‌ماهی رودخانه کردن، به این امر مرتبط دانست. در این مطالعه با حرکت از بالادست به سمت پائین‌دست، هدایت الکتریکی و TDS افزایش یافته است که با نتایج An و همکاران (۲۰۰۲) هم‌سو است. هدایت الکتریکی، توانایی یک محلول برای حمل جریان الکتریکی است و به مقدار زیادی با کل مواد جامد محلول (TDS)، و غلظت بسیاری از مواد در ارتباط است (Simonson et al., 1993). می‌توان علت این موضوع را تفاوت در دبی جریان در طول رودخانه دانست. نتایج مربوط به شاخص مطلوبیت زیستگاه نشان داد که مطلوب‌ترین زیستگاه برای سیاه‌ماهی، ایستگاه سه (۰/۸۱) در پایین دست رودخانه‌ی کردن بوده است. اگرچه اندیکس مطلوبیت زیستگاه برای بسیاری از ماهیان توسعه یافته و استفاده شده است (Wanat, 2002; Vinager et al., 2006; Leaky et al., 2008; Smith and

را در برداشت. عمق از جمله فاکتورهای پیش‌بینی کننده در مطالعات مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه است. Vadas و Orth (۲۰۰۱) یافتند که عمق مهمترین عامل در انتخاب زیستگاه برای هفت گروه ماهی در Virginia بود. Smokorowski و Pratt (2007) نشان دادند که سالمونیدها به‌طور کلی واحدهای عمیق‌تر و شاخه‌های سردتر را ترجیح می‌دهند. Jowett و همکاران (۲۰۰۸) منحنی‌های مطلوبیت عمق را برای ماهی brown trout در رودخانه‌های Mataura و Teraver رسم کردند و نشان دادند که هر زیستگاه با عمق بیشتر از ۰/۶ متر، زیستگاه مطلوبی برای این گونه است. باتوجه به این‌که بسیاری از پارامترهای محیطی مانند شدت نور، دما، تراکم مواد غذایی، تولید اولیه و ثانویه وابسته به عمق هستند (Damalas et al., 2010)، شاید بتوان افزایش مطلوبیت با کاهش عمق را برای سیاه‌ماهی رودخانه کردن، به این امر مرتبط دانست. در این مطالعه با حرکت از بالادست به سمت پائین‌دست، هدایت الکتریکی و TDS افزایش یافته است که با نتایج An و همکاران (۲۰۰۲) هم‌سو است. هدایت الکتریکی، توانایی یک محلول برای حمل جریان الکتریکی است و به مقدار زیادی با کل مواد جامد محلول (TDS)، و غلظت بسیاری از مواد در ارتباط است (Simonson et al., 1993). می‌توان علت این موضوع را تفاوت در دبی جریان در طول رودخانه دانست. نتایج مربوط به شاخص مطلوبیت زیستگاه نشان داد که مطلوب‌ترین زیستگاه برای سیاه‌ماهی، ایستگاه سه (۰/۸۱) در پایین دست رودخانه‌ی کردن بوده است. اگرچه اندیکس مطلوبیت زیستگاه برای بسیاری از ماهیان توسعه یافته و استفاده شده است (Wanat, 2002; Vinager et al., 2006; Leaky et al., 2008; Smith and

در تحقیق حاضر، مطلوبیت زیستگاه تنها برای ماهیان بالغ تعریف شد، در حالیکه لازم است دامنه مطلوبیت برای هر پارامتر و در کل مطلوبیت زیستگاه برای مراحل مختلف زندگی^۱ سیاه‌ماهی‌ها نیز تعریف شود، چرا که بین مطلوبیت زیستگاه در رودخانه‌های مختلف و در مراحل مختلف زندگی، تفاوت وجود دارد (Armstrong et al., 2003). متغیرهای زیستگاهی در این بررسی نیز، به صورت مستقل در نظر گرفته شدند، این در حالی است که ماهی در واقع به ترکیبی از متغیرها پاسخ می‌دهد. برای مثال سیاه‌ماهی، بجای انتخاب موقعیتی با مقدارهای مورد نظر از عمق و سرعت به تنهایی، موقعیتی را با ترکیب بهینه از هر دو عامل انتخاب می‌کند. این بررسی همچنین بر روی استفاده از زیستگاه متمرکز شده است. اما این موضوع نمی‌تواند جدای از جنبه‌های رفتاری سیاه‌ماهی در نظر گرفته شود و درک خوب از حرکات و مهاجرت‌های ماهی، طبقه سنی، سطح شکار و رقابت بین گونه‌ها، فصل و منطقه جغرافیایی (Schlosser, 1991; Rosenfeld, 2000; Smokorowski and pratt, 2007) به منظور ارائه بهتر مدل مطلوبیت، لازم است.

References

- Abdoli, A., 2000. The inland water fishes of Iran. Iranian Museum of Nature and Wildlife, Tehran, 378p.
- Ahmadi-Nedushan, B., St-Hilaire, A., Bérubé, M., Robichaud, É., Thiémondge, N. and Bobée, B., 2006. A review of statistical methods for the evaluation of aquatic habitat suitability for in stream flow assessment. *River Research and*

Application 22, 503-523.

- An, K. G., Park, S. S., Shin, J. Y., 2002. An evaluation of a river health using the index of biological integrity along with relations to chemical and habitat conditions. *Environment International* 28, 411- 420.
- Armour, C.L., Taylor, J.G., 1991. Evaluation of the instream flow incremental methodology by United-States fish and wildlife service field users. *Fisheries* 16, 36-43.
- Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A.,

^۱ Life stage

- Ladle, M., Milner, N.J., 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in river and streams. *Fisheries Research* 62, 143-170.
- Asadollah, S., Soofiani, N. M., Keivany, Y., Shadkhast, M., 2011. Reproduction of *Capoeta damascina* (Valenciennes, 1842), a cyprinid fish, in Zayandeh-Roud River, Iran. *Journal of Applied Ichthyology* 27, 1061-1066.
- Bovee, K.D., Lamb, B.L., Bartholow, J.M., Stalnaker, C.B., Taylor, J.G., Henriksen, J., 1998. Stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology: Biological Resources Discipline Information and Technology. Report USGS/BRD-1998-0004. 131 p.
- Damalas, D., Maravelias, C. D., Katsanevakis, S., Karageorgis, A. P., Papaconstantinou, C., 2010. Seasonal abundance of non-commercial demersal fish in the eastern Mediterranean Sea in relation to hydrographic and sediment characteristics. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 89, 107-118.
- Dong, Z., Wang, Z., Liu, D., Li, L., Ren, C., Tang, X., Jia, M., Liu, C., 2013. Assessment of habitat suitability for waterbirds in the West Songnen Plain, China, using remote sensing and GIS. *Ecological Engineering* 55, 94-100.
- Hackradt, C.W., Felix-Hackradt, F.C., Garcia-Charton, J.A., 2011. Influence of habitat structure on fish assemblage of an artificial reef in southern Brazil. *Marine Environmental Research* 72, 235-247.
- Jowett, I.G., Richardson, J. 2008. Habitat use by New Zealand fish and habitat suitability models. *NIWA Science and Technology Series* No. 55, 148 p.
- Jowett, I.G., Hayes, J.W., Duncan, M.J., 2008. A guide to instream habitat survey methods and analysis. *NIWA Science and Technology Series* No. 54, 121 p.
- Jowett, I.G., Richardson, J., Biggs, B.J.F., Hickey, C.W., Quinn, J.M., 1991. Microhabitat preferences of benthic invertebrates and the development of generalised *Deleatidium* spp. Habitat suitability curves, applied to four New Zealand Rivers. *New Zealand journal of Marine and Freshwater Research* 25, 187-199.
- Kerry overton, C., Wollrab, S.P., Roberts, B.C., Radko, M.A., 1997. Fish and Fish Habitat Standard Inventory Procedures Handbook. Gen. Tech. Rep. INT-GTR-346. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station 73 p.
- Lamouroux, N., Capra, H., Pouilly, M., Souchon, Y., 1999. Fish Habitat Preferences in large streams of southern France. *Freshwater Biology*, 42, 673-87.
- Leakey, A., Haupt, L., Hendershot, J., Bransky, J., 2008. Habitat Suitability Index. WFS 310-Wildlife & Fisheries Measurements 71p.
- McCain, M.E., 1992. Comparison of Habitat Use and Availability for Juvenile Fall Chinook salmon in A Tributary of the Smith River, CA. *Fish Habitat Relationship Technical Bulletin* 7, 1-9.
- Nikolsky, G. V., 1963. Ecology of fishes. Academic press London 353, pp. 1-30.
- Nukazawa, K., Shiraiwa, J., Kazama, S., 2011. Evaluations of seasonal habitat variations of freshwater fishes, fireflies, and frogs using a habitat suitability index model. *Ecological Modelling* 222, 3718-3726.
- Odum, E.P., 1971. Fundamentals of Ecology. 3rd ed. Saunders Co. 234p.
- Rashleigh, B., Barber, M.C., Cyterski, M., Johnston, J., Pamar, R., Mohamoud, Y., 2004. Population models for stream fish response to habitat and hydrologic alteration: The Cvi Watershed Tool, Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Athens, GA, USA. EPA/600/R-04/190.
- Rosenfeld, J., Porter, M., Parkinson, E., 2000. Habitat factors affecting the abundance and distribution of juvenile cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki*) and coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57, 766-774.
- Schlosser, I.J., 1991. Stream Fish Ecology: A Landscape Perspective. *BioScience*, Vol. 41, No. 10, 704-712.
- Simonson, T.D., Lyons, J., Kanehl, P.D., 1993. Guidelines for evaluating fish habitat in Wisconsin streams. Gen. Tech. Rep. NC-164. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station. 36 p.
- Smith, A.K., Sklarew, D., 2012. A stream suitability index for brook trout (*Salvelinus fontinalis*) in the Mid-Atlantic United States of America. *Ecological Indicators* 23, 242-249.
- Smokorowski, K.E., Pratt, T.C., 2007. Effect of change in physical structure and cover on fish and fish habitat in freshwater ecosystems- a review and meta-analysis. *Environmental Reviews* 15, 15-41.
- Thurrow, R.F., 1997. Habitat utilization and diel behavior of juvenile bull trout (*Salvelinus confluentus*) at the onset of winter. *Ecology of Freshwater Fish* 6, 1-7.
- Vadas, R.L., Orth, D., 2001. Formulation of habitat suitability models for stream fish guilds: Do the standard methods work? *Transactions of the American Fisheries Society* 130(2), 217-235.
- Vinagre, C., Fonseca, V., Cabral, H., Jose Costa, M., 2006. Habitat suitability index models for the juvenile soles, *Solea solea* and *Solea senegalensis*, in the Tagus estuary: Defining variables for species management. *Fisheries Research* 82, 140-149.
- Wanat, J., 2002. Using habitat suitability models to identify essential fish habitat for the winter flounder pseudopleurone. MSc Thesis. University of New Hampshire, 142p

