

بررسی فاکتورهای محیطی مؤثر در پراکنش سگ‌ماهی جویباری (*Oxyneomacheilus bergianus*)

در رودخانه کردان

- ❖ سیده نرجس طباطبائی؛ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
- ❖ سهیل ایکدری؛ استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
- ❖ محمد کابلی؛ استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
- ❖ آرش جوانشیر؛ دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
- ❖ ایرج هاشم‌زاده سقرلو؛ دانشیار دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد
- ❖ مظاهر زمانی؛ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

چکیده

به منظور بهره‌برداری پایدار و حفظ تنوع زیستی اکوسیستم‌های رودخانه‌ای، که در اثر فعالیت‌های انسانی دستخوش تغییرات درخور توجهی شده‌اند، شناخت نیازهای زیستگاهی گونه‌های ساکن آنها ضروری است. رودخانه کردان، یکی از رودخانه‌های حوضه دریاچه نمک، از ارتفاعات استان البرز سرچشمه می‌گیرد و یکی از محیط‌های پراکنش ماهی بومی *Oxyneomacheilus bergianus* است. این رودخانه تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی از قبیل کشاورزی، سدسازی و طبیعت‌گردی قرار گرفته است. نیازهای زیستگاهی این ماهی و تأثیرات فعالیت‌های انسانی، با پایش کل رودخانه کردان، در ۶۸ ایستگاه بررسی شد. بر پایه بهترین مدل انتخاب‌شده، با توجه به معیار اطلاعاتی آکایکه (AIC)، متغیرهای ارتفاع، عرض رودخانه، سرعت جریان آب و اندازه ذرات بستر عوامل تعیین‌کننده‌ای در حضور ماهی *O. bergianus* بودند. همچنین، سایر مدل‌هایی که بر پایه معیار اطلاعاتی آکایکه، به‌مزنله مدل‌های مناسب، تعیین شدند، نشان دادند که دو متغیر ارتفاع و عرض رودخانه مهم‌ترین متغیرهای مستقل مؤثر در حضور این گونه‌اند. بنابراین، با توجه به نتایج تحقیق حاضر، فعالیت‌های انسانی که در رودخانه کردان در حال انجام است، و سبب تغییر در ویژگی‌های محیطی مانند عرض، عمق، بستر و سرعت جریان رودخانه می‌شود، احتمالاً می‌تواند حضور و پراکنش سگ‌ماهی جویباری را در این رودخانه تحت تأثیر قرار دهد.

واژگان کلیدی: حضور و عدم حضور، رودخانه کردان، سگ‌ماهی (*Oxyneomacheilus bergianus*)، نیازهای زیستگاهی.

۱. مقدمه

به علت استفاده روزافزون انسان از منابع آب شیرین و تغییرات حاصل از آن در محیط زیست و در معرض خطر قرارگرفتن بسیاری از ماهیان رودخانه‌ای، شناخت نیازهای زیستگاهی گونه‌ها برای بقا و تکمیل چرخه‌های زندگی و تبعات تغییرات ایجادشده انسانی، در یک مدیریت کارآمد در بهره‌برداری پایدار، ضروری است (Rosenfeld, 2003; Ahmadi-Nedushan et al., 2006).

اگرچه ویژگی‌های زیستگاهی برخی گونه‌های در معرض خطر یا تحت مدیریت توصیف شده است، اما داده‌های این اطلاعات اغلب تصادفی است و پیچیدگی میان «ویژگی‌های زیستگاهی» با «نیازهای زیستگاهی» ممکن است تفسیر غلطی را برای یک گونه به همراه داشته باشد. برخی ویژگی‌های محیطی (بسته به گونه) کمتر حیاتی‌اند و تغییر یا حذف آنها کمترین تأثیرات را در فراوانی افراد یا پایداری جمعیت خواهد داشت، اما منظور از «نیازهای زیستگاهی» ماهیان ویژگی‌های فیزیکی از محیط است که برای پایداری افراد و جمعیت یک گونه ضروری است (Rosenfeld, 2003). فاکتورهای فیزیکی مانند عمق آب، سرعت جریان آب، پوشش و ترکیب بستر تأثیرات مهم‌تری در مقایسه با فاکتورهای شیمیایی از قبیل pH، اکسیژن محلول، مواد مغذی و آلاینده‌های آلی و غیرآلی در تعیین حضور و ترکیب گونه‌های ماهیان رودخانه‌زی دارند (Ahmadi-Nedushan et al., 2006).

حفاظت از تنوع زیستی ماهیان و برنامه‌ریزی‌های کاربری اراضی نیازمند اطلاعات درخور اتکا در مورد پراکنش و الگوی استفاده از زیستگاه برای گونه‌های خاص است؛ به‌ویژه در مورد گونه‌های در معرض خطر، نادر، بومی یا دارای پراکنش منقطع و گونه‌هایی که به تأثیرات تجمعی کشاورزی، شهری‌شدن یا جنگل‌داری حساس‌اند (Porter et al., 1999). امروزه سیاست به‌کار گرفته‌شده در اکوسیستم‌های آبی فقط به مبحث حفاظت خلاصه نمی‌شود، بلکه بازسازی و احیای

شرایط زیستی نیز مهم است. از این‌رو، توسعه ابزارهای عملی بیولوژیکی برای پایش محیط‌های آبی اهمیت می‌یابد. اجتماع ماهیان و حضور آنها در یک پیکره آبی می‌تواند شرایط آن زیستگاه را به لحاظ زیستی توضیح دهد (Oberdorff et al., 2001).

مدل‌های آماری پراکنش گونه‌ها در برنامه‌های مدیریتی و حفاظتی، مطالعه رابطه میان متغیرهای زیستی و حضور گونه، تشخیص زیستگاه‌های ضروری گونه و پیشگویی نحوه اثرگذاری فعالیت‌های انسانی و تغییرات آب و هوا بر توزیع گونه‌ها کاربرد دارند (Ahmadi-Nedushan et al., 2006; Palialexis et al., 2011). مدل‌های زیستگاهی تجربی بر پایه توصیف متغیرهای غیرزیستی، که بر توزیع و پراکنش گونه‌ها اثرگذارند، استوارند. در برخی موارد، با آنالیزهای تک‌متغیره تأثیر هر عامل به صورت منفرد و در بسیاری موارد، با آنالیزهای چندمتغیره تأثیر تجمعی چندین متغیر اثرگذار بررسی و واکنش گونه مورد نظر به آنها در نظر گرفته می‌شود (Ahmadi-Nedushan et al., 2006).

سگ‌ماهی جویباری یا سگ‌ماهی سفیدرود (*Oxynoemacheilus bergianus*) (که در برخی موارد *Oxynemacheilus angorae* نیز نامیده می‌شود)، متعلق به خانواده *Nemacheilidae*، در حوزه دریاچه خزر، نمک و ارومیه پراکنش دارد. از جمله مشخصات ظاهری این ماهی اندازه کوچک، باله دمی صاف و کمی فرورفته، وجود چندین لکه خاکستری تیره تا قهوه‌ای بر روی پهلوها و قاعده باله دمی و رنگ تقریباً سفید در زیر سر و ناحیه شکمی است. اطلاعات محدودی در مورد زیستگاه و نیازهای اکولوژیکی این گونه در دسترس است (Coad, 2013).

رودخانه کردان، یکی از محیط‌های پراکنش این ماهی بومی در حوزه دریاچه نمک، دستخوش فعالیت‌های انسانی از قبیل کشاورزی، سدسازی و گردشگری قرار گرفته است؛ این روند به خصوص در سال‌های اخیر در حال افزایش است، چنان‌که برای ساکنان محلی کاهش فراوانی ماهیان در این رودخانه محسوس بوده است.

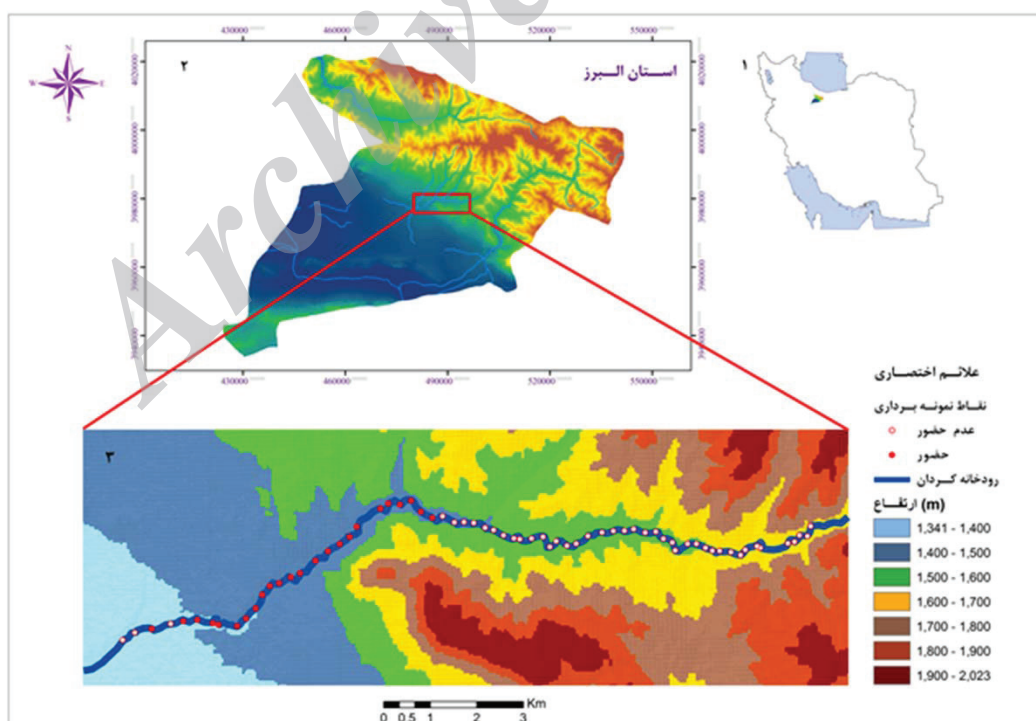
است، داشته باشد؟ پاسخ به این سؤال نیازمند شناخت نیازهای زیستگاهی این گونه است؛ از این رو، تحقیق حاضر با هدف شناخت نیازهای زیستگاهی و پاسخ به سؤال مذکور انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. موقعیت رودخانه مورد مطالعه

رودخانه کردان واقع در حوضه دریاچه نمک، از ارتفاعات شمال غرب استان البرز سرچشمه می‌گیرد و پس از مشروب‌ساختن آبادی‌های صومعه‌کردان، بانو صحرا، سیف‌آباد، پل‌کردان، سرخاب، احمدآباد، حسن‌آباد، کمال مسعود و علی‌سید، در ۸ کیلومتری غرب نجم‌آباد، در مواقع پرآبی به رودخانه شور می‌ریزد. منبع تغذیه رودخانه نزولات جوی و چشمه است و در جهت شمال شرق به جنوب غرب در جریان است. طول تقریبی این رودخانه ۴۸ کیلومتر و شیب متوسط بستر آن ۰/۸ درصد است (National geographical organization, 2005).

کمبود اطلاعات کافی در مورد زیست‌شناسی و اکولوژی این ماهی از یک سو و دستکاری رو به افزایش رودخانه کردان از سوی دیگر، لزوم شناخت هر چه بیشتر نیازها و خصوصیات زیستگاهی این ماهی بومی را دوچندان می‌کند. دستکاری‌ها در رودخانه کردان، علاوه بر احداث سد، شامل کاهش عمق و سرعت جریان آب رودخانه به علت انحراف آب برای مصارف کشاورزی، ایجاد موانع برای افزایش عمق و کاهش جریان رودخانه برای فراهم‌آوردن محیطی دلنشین و مناسب تفریح و سرگرمی، ساخت‌وساز بناها و پیشروی در حریم رودخانه به دست صاحبان رستوران‌ها و مالکان خصوصی (تغییرات در عرض رودخانه) و برداشت شن و ماسه و به هم زدن بستر رودخانه، به خصوص در نواحی پایین‌دست، است. بنابراین، این سؤال مطرح می‌شود که آیا تغییرات صورت‌گرفته در عمق، سرعت جریان، عرض و بستر رودخانه تأثیری در پایداری و بقای ماهی *O. bergianus* که یکی از گونه ماهیان مشاهده‌شده در رودخانه کردان



شکل ۱. موقعیت استان البرز (۱)، رودخانه کردان (۲) و نقاط نمونه‌برداری (۳)

۲.۲. روش نمونه‌برداری

نمونه‌برداری، از مهر تا آبان ۱۳۹۱، در ۶۸ ایستگاه در مسیر رودخانه، از بالاترین محل در دسترس تا پایین‌دست رودخانه انجام شد؛ ایستگاه‌ها به نحوی انتخاب شدند که، علاوه بر هم‌پوشانی‌نداشتن با یکدیگر، متأثر از فعالیت‌های انسانی زیاد نبودند (Oberdorff *et al.*, 2001) و بیشترین تعداد ممکن برای پایش کل رودخانه بودند (Palialexis *et al.*, 2011). با توجه به فقدان اطلاعات در مورد رفتار قلمروطلبی گونه مورد بررسی، از محل ایستگاه اول، هر ۲۰۰ - ۲۵۰ متر، در یک ترانسکت، به طول ۱۰ - ۱۵ متر در مسیر و به عرض کل رودخانه نمونه‌برداری صورت پذیرفت. در هر ایستگاه، نخست، با استفاده از دستگاه الکتروشوک (Samus Mp۷۵۰)، ماهیان موجود تا حد امکان صید شدند (به همراه یک تور پشتیبان برای صید حداکثر نمونه‌ها). بلافاصله پس از صید ماهیان، متغیرهای محیطی اندازه‌گیری و ثبت شدند (Yu and Lee, 2002). نمونه‌های صیدشده در محلول گل میخک بیهوش و شناسایی شدند. نمونه‌ها پس از قرارگرفتن در آب تازه رودخانه و بازیابی قدرت شنای مجدد، به رودخانه بازگردانده شدند. پس از شناسایی ماهیان، محلی که ماهی *O. bergianus* دیده شد به‌منزله محل حضور و محلی که این گونه در میان ماهیان صیدشده مشاهده نشد، به‌منزله محل عدم حضور ثبت شد.

۳.۲. متغیرهای محیطی

نظر به اینکه متغیرهای زمین‌ریختی بزرگ‌مقیاس مثل ارتفاع از سطح دریا، شیب کانال و اندازه رودخانه به‌منزله فاکتورهای درخور اعتمادی برای پیش‌بینی وجود گونه‌های ماهیان رودخانه‌زی‌اند (Porter *et al.*, 1999) و با توجه به متغیرهایی که در مطالعات روابط گونه‌های ماهیان و زیستگاه آنها به کار گرفته می‌شود (Peres-Neto, 2004 ; Ahmadi-Nedushan *et al.*, 2006; Chuang *et al.*, 2006; De Kerckhove *et al.*, 2008)، ضمن در نظر داشتن فاکتورهای مؤثر در

زیست گونه‌های بستری (Vélez-Espino, 2006)، برای بررسی نیازهای زیستگاهی گونه *O. bergianus* در مجموع ۸ متغیر عمق رودخانه، عرض رودخانه، شیب رودخانه، ارتفاع از سطح دریا، سرعت جریان آب، ساختار بستر (میانگین قطر سنگ‌های بستر)، اثر پوشش‌های گیاهی حریم رودخانه و میزان روشنایی (سایه یا روشن) در نظر گرفته شد. از این میان، ۶ متغیر اول به صورت کمی و ۲ متغیر دیگر به صورت کیفی و طبقه‌ای در آنالیزها وارد شدند.

۴.۲. تجزیه و تحلیل‌های آماری

در بررسی استفاده یک گونه از یک زیستگاه، ساده‌ترین روش روش حضور-عدم حضور برای آن گونه است (Ahmadi-Nedushan *et al.*, 2006). با اطلاعات حاصل از نمونه‌برداری محیط، مدل‌های ریاضی می‌توانند اکوسیستم‌های پیچیده آبی و نتایج فعالیت‌های مدیریتی را در قالب معیارهای سنجش‌پذیر و درخور فهم بیان کنند (Pont *et al.*, 2005; De Kerckhove *et al.*, 2008). در این بین، برای آنالیز زیستگاه ماهیان روش‌های آماری چندمتغیره مناسب‌ترند که ارتباط درونی و هم‌بستگی موجود میان متغیرهای محیطی را در نظر می‌گیرند (Ahmadi-Nedushan *et al.*, 2006). مدل‌های رگرسیونی به طور گسترده در پیش‌بینی پراکنش گونه‌ها، فراوانی و ترجیحات زیستگاهی استفاده می‌شوند. آنالیز رگرسیون چندگانه خطی (MLR) یکی از معمول‌ترین روش‌هاست که در توصیف رابطه میان یک متغیر وابسته (مثل فراوانی گونه) و متغیرهای مستقل (مثل پیش‌بینی‌کننده‌های غیرزیستی)، در مدل‌های مطلوبیت زیستگاه برای ماهیان در رودخانه‌ها همچنین، ارتباط گونه-زیستگاه در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، استفاده می‌شود (ibid). برای تحلیل رابطه میان یک متغیر وابسته دوتایی (مانند حضور و عدم حضور، مناسب یا نامناسب) با فاکتورهای محیطی، که کیفیت زیستگاه را توصیف می‌کنند (مانند عمق، سرعت و بستر)، این

1. Multiple Linear Regression (MLR)

بستر و پوشش) با متغیرهای پیوسته (مثل عمق و سرعت جریان) را می‌دهد (Rosenfeld, 2003; Palialexis et al., 2011). در مدل رگرسیون منطقی (Pont et al., 2005; Ahmadi-Nedushan et al., 2006):

$$\log \left[\frac{P_i}{1 - P_i} \right] = g(x) = \beta_0 + X^T \beta + \varepsilon = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_m x_m + \varepsilon$$

$$\leftrightarrow$$

$$p(x) = \frac{e^{g(x)}}{1 + e^{g(x)}}$$

آزمون نیکویی برازش^۴: از این آزمون با روش‌های پیرسون^۵، دویانس^۶ و هاسمر-لمنشو^۷، به منظور ارزیابی توصیف داده‌های مدل، استفاده شد؛ این آزمون‌ها میزان تناسب بین داده‌ها و مدل را با مقایسه توالی داده‌های مشاهده‌شده و داده‌های پیش‌بینی‌شده مدل ارزیابی می‌کنند (Bahadori et al., 2011).

مدل‌های رگرسیونی ممکن به‌دست‌آمده از مدل خطی کلی‌شده (GLM) با معیار آکایکه طبقه‌بندی شدند. این معیار چارچوب کمی برای انتخاب مدل ایجاد می‌کند. برای هر مدل Δ آکایکه نیز محاسبه شد؛ هر چه Δ آکایکه بیشتر باشد، تناسب مدل با داده‌ها کمتر می‌شود (Anderson et al., 2000, Palialexis et al., 2011). بهترین مدل کمترین مقدار آکایکه را دارد (García et al., 2010). بنابراین، مدل‌های با Δ آکایکه^۲ یا کمتر به علت اینکه تناسب بهتری با داده‌ها دارند، انتخاب شدند (Bahadori, et al., 2011). همچنین برای هر مدل، وزن آکایکه (ω_i) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Anderson et al., 2000):

$$\omega_i = \frac{\exp\left(-\frac{1}{2} \Delta_i\right)}{\sum_{r=1}^R \exp\left(-\frac{1}{2} \Delta_r\right)}$$

روش مناسب نیست و جانشین آن روش رگرسیون منطقی (LR)^۱ است که به طور گسترده‌ای در مطالعات زیستگاه موجودات آبی به کار می‌رود (ibid). این روش امکان تحلیل هم‌زمان متغیرهای طبقه‌ای (مثل

$g(x)$: متغیر وابسته، $X=(x_1, \dots, x_m)$: متغیر پیش‌بینی‌کننده، β_0 : ضریب ثابت معادله، $\beta=(\beta_1, \dots, \beta_m)$: ضریب رگرسیون برای هر متغیر پیش‌بینی‌کننده و $P(x)$: احتمال حضور است.

به علت خاصیت داده‌های طبیعی اکولوژیکی (نرمال نبودن خطاها)، از روش‌های جدید رگرسیون، که انعطاف پذیرترند، مثل مدل خطی کلی‌شده (GLM)^۲ استفاده شد (Ahmadi-Nedushan et al., 2006, Palialexis et al., 2011). برای برآورد ضرایب رگرسیون منطقی نیز از روش احتمال بیشینه (MLM)^۳ (Ahmadi-Nedushan et al., 2006) استفاده شد.

۵.۲. آزمون‌های سنجش مدل

آزمون آماره^۳ G: برای سنجش دقت مدل رگرسیون منطقی از آزمون G استفاده شد؛ در این آزمون انحراف بین مدل اصلی از مدلی که همه ضرایب آن صفر فرض شده است محاسبه می‌شود. مناسب‌ترین مدل دارای بیشترین انحراف است. آزمون G دارای توزیع مربع کای با درجه آزادی $1-P$ است (P = تعداد متغیرها در مدل). فرضیه صفر این آزمون شیب رگرسیون منطقی را برابر صفر در نظر می‌گیرد (Bahadori et al., 2010).

1. Logistic Regression

3. Maximum Likelihood Method

5. Pearson

7. Hosmer-Lemeshow

2. Generalized Linear Models

4. Goodness of fit

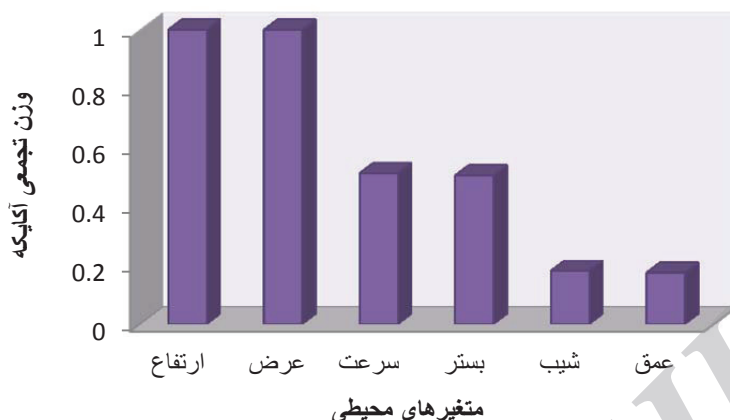
6. Deviance

جدول ۱. نتایج معیار آکایکه برای پیش‌بینی بهترین مدل (ΔAIC اختلاف آکایکه، ω_i وزن آکایکه)

شماره مدل	درجه آزادی	AIC	ΔAIC	P	ω_i
۱	۴	۲۴/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۲۲۲
۲	۲	۲۴/۲۹	۰/۲۷	۰/۰۰	۰/۱۹۴
۳	۳	۲۵/۳۴	۱/۳۲	۰/۰۰	۰/۱۱۵
۴	۳	۲۵/۴۶	۱/۴۴	۰/۰۰	۰/۱۰۸
۵	۳	۲۵/۷۴	۱/۷۲	۰/۰۰	۰/۰۹۴
۶	۵	۲۵/۷۶	۱/۷۴	۰/۰۰	۰/۰۹۳
۷	۳	۲۵/۸۴	۱/۸۲	۰/۰۰	۰/۰۸۹
۸	۵	۲۶/۰۱	۱/۹۹	۰/۰۰	۰/۰۸۲

جدول ۲. متغیرهای پیش‌بینی کننده در هر مدل و ضرایب رگرسیونی آنها

متغیرهای پیش‌بینی کننده						
شماره مدل	ارتفاع	عرض	سرعت	بستر	عمق	شیب
۱	-۰/۲۱	-۱/۴۵	-۹/۲۳	۰/۳۳		
۲	-۰/۱۲	-۱/۱۰				
۳	-۰/۱۳	-۱/۱۴	-۳/۵۳			
۴	-۰/۱۴	-۱/۱۳		۰/۱۴		
۵	-۰/۱۳	-۱/۵۳			۰/۰۸	
۶	-۰/۲۳	-۱/۶۳	-۱۱/۱۹	۰/۳۸		-۰/۶۹
۷	-۰/۱۲	-۱/۱۲				۰/۷۳
۸	-۰/۲۱	-۱/۴۴	-۹/۰۹	۰/۳۳	۰/۰۱	



شکل ۲. مقایسه وزن تجمعی آکایکه ($\sum \omega$) برای هر متغیر در مناسب‌ترین مدل‌ها

متغیر و ارتفاع (۰/۷۱)، متغیر ارتفاع انتخاب و دو متغیر مذکور حذف شدند. از میان ۶ متغیر باقی‌مانده، برای انتخاب متغیرهای اثرگذار در حضور و عدم حضور گونه، متغیرها وارد رابطه رگرسیون منطقی دوتایی شدند و مقدار P آنها محاسبه شد. متغیرهای ارتفاع و عرض رودخانه در این رابطه معنی‌دار شدند ($P < 0,05$).

به منظور انتخاب مناسب‌ترین مدل رگرسیونی ممکن به‌دست‌آمده از مدل خطی کلی شده (GLM)، از روش نمایه آکایکه استفاده شد. سری متغیرهای پیش‌بینی‌کننده با اختلاف آکایکه کمتر از ۲ به‌منزله مناسب‌ترین مدل‌ها انتخاب شدند. جدول ۱ مقادیر مربوط به معیار آکایکه را نشان می‌دهد؛ از میان ۸ مدل مناسب انتخاب‌شده، مدل اول به علت اختلاف آکایکه کمتر و وزن آکایکه بالاتر (ω_1) در میان مدل‌های مناسب به‌منزله بهترین مدل است (García et al., 2010). جدول ۲ نوع متغیرها در هر مدل و نتایج مربوط به ضرایب رگرسیونی هر یک از متغیرها را در ۸ مدل نهایی نشان می‌دهد. وزن تجمعی برای هر متغیر در شکل ۲ نشان داده شده که نشان‌دهنده اهمیت نسبی هر متغیر است.

وزن آکایکه در مجموعه‌ای از مدل‌ها می‌تواند احتمالی تقریبی باشد که کدام مدل بهترین است. اهمیت نسبی هر متغیر پیش‌بینی‌کننده در مدل‌ها می‌تواند با مجموع وزن‌های آکایکه مدل‌هایی محاسبه شود که آن متغیر در آن وجود دارد (وزن تجمعی $\sum \omega$) (Hermoso et al., 2011).

تمامی آنالیزها در نرم‌افزارهای Minitab نسخه ۱۴ و STATISTICA نسخه ۸ انجام شد.

۳. نتایج

در مجموع ۶۸ واحد نمونه‌برداری بررسی شد که از این میان ۲۵ ناحیه حضور و ۴۳ ناحیه عدم حضور برای گونه مورد نظر ثبت شد. به منظور بررسی هم‌کنش بین متغیرها، ماتریس هم‌بستگی تشکیل شد و از هر دو متغیری که هم‌بستگی بالای ۰/۷ داشتند، یک متغیر انتخاب شد؛ بدین ترتیب که هر یک از متغیرها، به صورت جداگانه، وارد رابطه رگرسیون منطقی دوتایی شدند و متغیری که P کمتر و G و Z بالاتری داشت، به‌منزله متغیر اثرگذارتر انتخاب شد. در مجموع به علت هم‌بستگی میان متغیرهای میزان روشنایی و اثر پوشش گیاهی اطراف (۰/۷۲)، میزان روشنایی انتخاب سپس، با هم‌بستگی میان این

به منظور ارزیابی نحوه توصیف داده‌های مدل به کار رفتند (جدول ۴). نتایج نشان داد که داده‌ها و مدل با یکدیگر تناسب شایسته دارند (زمانی که ارزش $P = 0,003$ یاد شده معنی‌دار باشد ($P < 0,05$)). نتیجه می‌شود که داده‌های حاصل از نمونه‌برداری در عرصه با پیش‌بینی‌های مدل هم‌خوانی ندارند و مدل به دست آمده مناسب نیست (Bahadori et al., 2010).

سنجش دقت مدل رگرسیون منطقی با استفاده از آزمون G انجام شد. مقدار P آزمون G در مدل‌ها برابر با صفر بود (جدول ۳). مقدار $P = 0,003$ آزمون G نشان‌دهنده آن است که وارد کردن متغیرهای محیطی مربوطه قدرت پیش‌بینی حضور و عدم حضور سگ‌ماهی جویباری را افزایش می‌دهد.

آزمون‌های پیرسون، دویانس و هاسمر- لمنشو

جدول ۳. نتایج آزمون G و درصد هم‌خوانی (حالات پیش‌بینی شده مدل با داده‌های حاصل از نمونه‌برداری)

مدل	بیشینه احتمالی	آزمون آماره G	درجه آزادی	مقدار P مدل	درصد هم‌خوانی (%)
مدل ۱	-۷/۰۱	۷۵/۴۲	۴	۰.۰۰	۹۸/۹
مدل ۲	-۹/۱۵	۷۱/۱۵	۲	۰.۰۰	۹۸/۹
مدل ۳	-۸/۶۷	۷۲/۱۰	۳	۰.۰۰	۹۸/۷
مدل ۴	-۸/۷۳	۷۱/۹۹	۳	۰.۰۰	۹۸/۹
مدل ۵	-۸/۸۷	۷۱/۷۱	۳	۰.۰۰	۹۸/۸
مدل ۶	-۶/۸۸	۷۵/۶۸	۵	۰.۰۰	۹۹
مدل ۷	-۸/۹۲	۷۱/۶۱	۳	۰.۰۰	۹۸/۸
مدل ۸	-۷/۰۰	۷۵/۴۳	۵	۰.۰۰	۹۸/۹

جدول ۴. نتایج آزمون‌های پیرسون، انحراف و هاسمر- لمنشو

شماره مدل	روش	مربع کای	درجه آزادی	P
۱	پیرسون	۶۴/۹۷	۶۳	۰/۴۱
	انحراف	۱۴/۰۲	۶۳	۱/۰۰
۲	هاسمر- لمنشو	۱۶/۶۶	۸	۰/۰۳
	پیرسون	۱۰۹/۱۸	۶۵	۰/۰۰
۳	انحراف	۱۸/۲۹	۶۵	۱/۰۰
	هاسمر- لمنشو	۳۵/۷۸	۸	۰/۰۰
۴	پیرسون	۱۱۳/۹۴	۶۴	۰/۰۰
	انحراف	۱۷/۳۴	۶۴	۱/۰۰
۵	هاسمر- لمنشو	۱۷/۶۹	۸	۰/۰۲
	پیرسون	۶۴/۴۵	۶۴	۰/۴۶
۶	انحراف	۱۷/۴۶	۶۴	۱/۰۰
	هاسمر- لمنشو	۱/۹۲	۸	۰/۹۸
۷	پیرسون	۹۵/۱۱	۶۴	۰/۰۰۷
	انحراف	۱۷/۷۴	۶۴	۱/۰۰
۸	هاسمر- لمنشو	۲۳/۰۲	۸	۰/۰۰۳
	پیرسون	۵۲/۸۴	۶۲	۰/۷۹
۹	انحراف	۱۳/۷۶	۶۲	۱/۰۰
	هاسمر- لمنشو	۱/۷۳	۸	۰/۹۹
۱۰	پیرسون	۱۴۵/۷۰	۶۴	۰/۰۰
	انحراف	۱۷/۸۴	۶۴	۱/۰۰
۱۱	هاسمر- لمنشو	۴۲/۸۹	۸	۰/۰۰
	پیرسون	۶۳/۹۹	۶۲	۰/۴۱
۱۲	انحراف	۱۴/۰۱	۶۲	۱/۰۰
	هاسمر- لمنشو	۱۶/۷۴	۸	۰/۰۳

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در اکولوژی کاربردی، مدل‌های زیستگاهی در توصیف ویژگی‌های جمعیت‌های ماهیان (حضور و تراکم) به طور گسترده‌ای کاربرد دارند (Oberdorff *et al.*, 2001). مدل‌های بر مبنای حضور و عدم حضور گونه‌های ماهیان، نسبت به مدل‌های فراوانی افراد یا صرف حضور، در بیان وضعیت رودخانه‌ها شاخص بهتری اند و، با احتمال و کارایی بیشتری، پراکنش طبیعی گونه‌ها را پیش‌بینی می‌کنند، زیرا این روش با داده‌های حاصل از مناطق نامناسب برای زیست گونه تلفیق شده و پتانسیل حضور یک گونه در یک محیط را مشخص می‌کند (Palialexis *et al.*, 2011; Oberdorff *et al.*, 2001). در مطالعه حاضر، در بررسی نیازهای زیستگاهی سگ‌ماهی جویباری (*O. bergianus*)، متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، سرعت جریان آب، عرض، عمق، شیب، میانگین قطر ذرات بستر رودخانه، اثر پوشش‌های گیاهی حریم رودخانه و میزان روشنایی طبق سایر مطالعات انجام‌شده (Peres-Neto, 2004; Ahmadi-Nedushan *et al.*, 2006; Chuang *et al.*, 2008; De Kerckhove *et al.*, 2008)، بررسی شد و ۶ متغیر غیرهم‌بسته، در آنالیزها در نظر گرفته شد. از میان ۸ مدل مناسب انتخاب‌شده، بر پایه معیار آکایکه، مدل اول به علت اختلاف آکایکه کمتر و وزن آکایکه بالاتر (w_1) به‌منزله بهترین مدل در میان مدل‌های مناسب است (García *et al.*, 2010). بر اساس این مدل، متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، عرض رودخانه، سرعت جریان و قطر ذرات بستر رودخانه فاکتورهای مهمی در حضور گونه مورد نظرند. اساساً، در جوامع ماهیان رودخانه‌زی، اندازه رودخانه، ارتفاع، پیچیدگی زیستگاه، سرعت جریان و عمق از جمله مهم‌ترین متغیرهای اثرگذارند (Jaramillo-Villa *et al.*, 2010).

از مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار در کاهش غنای گونه‌ای با افزایش ارتفاع دمای آب است، که به طور مستقیم بر متابولیسم، تولید مثل، رشد و رفتار ماهیان تأثیر می‌گذارد، در واقع، عامل ارتفاع از سطح دریا به

طور غیر مستقیم بر همه موارد مذکور اثرگذار است. با افزایش ارتفاع در اکوسیستم‌های آبی، کاهش درجه حرارت، شرایط هیدرولیکی، فیزیکی و شیمیایی توزیع گونه‌های ماهیان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب پیدایش سازگاری‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مانند کاهش نرخ متابولیک و اشکال هیدرودینامیکی بدن می‌شود (Jaramillo-Villa *et al.*, 2010). بنابراین، هر گونه در ارتفاع مشخصی قادر به تکمیل چرخه زیستی خود است؛ که ارتفاع پراکنش برای گونه مورد مطالعه ما در رودخانه کردان، بین ۱۳۷۸ - ۱۴۷۰ متر بود. در مناطق بالادست رودخانه کردان و در ارتفاعات بالاتر از ۱۴۸۰ متر این ماهی حضور نداشت، بلکه در مناطق میانه به سمت پایین دست رودخانه بود. آنچه روند افزایشی ترکیب جوامع ماهیان را از بالادست به پایین دست رودخانه تعیین می‌کند، افزایش اندازه و تنوع زیستگاه از قبیل تغییرات در عرض، عمق، سرعت جریان و ترکیب بستر در رودخانه است (Tejerina-Garro *et al.*, 2005).

عرض رودخانه در واقع هم معرف اندازه رودخانه و هم بیان‌کننده تنوع زیستگاهی در مقیاس محلی است (Pont *et al.*, 2005). این فاکتور مهم، در حضور گونه *O. bergianus* مؤثر بود و طبق نتایج، با حضور گونه رابطه عکس داشت؛ به عبارت دیگر، با افزایش عرض رودخانه، احتمال حضور این گونه نیز کمتر خواهد بود. البته شایان ذکر است که میانگین عرض رودخانه کردان ۸/۰۶ (بین ۳/۵ - ۲۳/۵) متر بود و اثر منفی افزایش عرض رودخانه بر حضور سگ‌ماهی جویباری در مقادیر بیش از ۱۵ متر ثبت شد. در مطالعه‌ای روی دو گونه قزل‌آلای گلوبریده (*Oncorhynchus clarki*) و آزادماهی کوهو (*Oncorhynchus kisutch*)، که در بریتیش کلمبیا انجام شد (Rosenfeld *et al.*, 2000)، مشخص شد هر دو گونه بیشترین تراکم را در رودخانه‌های با عرض کمتر از ۵ متر دارند. این مطالعه اهمیت حمایت از رودخانه‌های کوچک در برنامه‌های حفاظتی طولانی‌مدت را تأکید می‌کند. رودخانه‌های کوچک‌تر سطح کناره‌ای بیشتری

متغیرهای ارتفاع و عرض رودخانه در میان تمامی ۸ مدل مناسبی که طبق معیار آکایکه انتخاب شدند، حضور داشتند و وزن تجمعی بالاتری نیز نسبت به متغیرهای دیگر دارند، بنابراین، دو فاکتور ارتفاع از سطح دریا و عرض رودخانه دو فاکتور بسیار مهم برای گونه *O. bergianus* به شمار می‌روند. مطالعات دیگر نیز اندازه رودخانه و ارتفاع آن را به‌منزله عوامل مؤثر در تغییر جوامع ماهیان ذکر کرده‌اند (Humpl and Pivnička, 2006). اهمیت ۲ فاکتور سرعت جریان و بستر نیز در پراکنش سگ‌ماهی جویباری مهم است و طبق نتایج تحقیق حاضر تغییراتی که در این خصوص در رودخانه کردن در حال انجام است می‌تواند بقای این گونه را تحت تأثیر قرار دهد. با توجه به اهمیت کمتر دو متغیر عمق و شیب بستر رودخانه نسبت به سایر متغیرها، احتمالاً تغییرات شدید در عمق و بستر رودخانه می‌تواند تأثیرات منفی در حضور و بقای این گونه داشته باشد.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از آقایان رضا گلجانی، آرش صلاحی‌نژاد، حمیدرضا شکاری و محسن احمدی که در این تحقیق با ما همکاری کردند صمیمانه قدردانی به عمل می‌آید.

دارند و ممکن است مناطق امن‌تری برای تخم‌ریزی، پرورش و زمستان‌گذرانی نسبت به رودخانه‌های بزرگ‌تر باشند (Rosenfeld et al., 2000).

جریان آب و نیروی حاصل از آن، به‌منزله فاکتوری مهم، به‌طور مستقیم در موجودات آبی آب‌های جاری و به‌طور غیرمستقیم در تأمین غذا با جابه‌جایی مواد غذایی تأثیرگذار است (Ahmadi-Nedushan et al., 2006). نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد که سرعت جریان آب رودخانه کردن در حضور و پراکنش سگ‌ماهی جویباری مؤثر بود. افزایش سرعت جریان تأثیر عکس در حضور سگ‌ماهی جویباری دارد که علت آن احتمالاً ناتوانی این ماهی در مقابله با جریان‌های شدید یا شسته‌شدن حشرات آبی و موجودات بتئیک است که غذای این ماهی‌اند (Abdoli and Naderi 2009).

طبق نتایج، فاکتور دیگر مؤثر در حضور گونه مورد نظر قطر ذرات بستر بود؛ بستر فاکتور مهمی در ایجاد فضای زیستی در یک زیستگاه است و امکان ساکن‌شدن، حرکت، تولید مثل، پناهگاه (برای جلوگیری از شکارشدن و مقابله با جریان آب) و تأمین غذا (به‌طور مستقیم، به واسطه مواد آلی، و تجمع غذا مانند جلبک‌های اپیفیتیک) را فراهم می‌آورد (Ahmadi-Nedushan et al., 2006).

References

- [1]. Abdoli, A. and Naderi, M., 2009. Biodiversity of Fishes of the Southern Basin of the Caspian Sea. Abzian Scientific Publication pp242 (in Persian).
- [2]. Ahmadi-Nedushan, B., ST-Hilare, A., Berube, M., Robichaud, E., Thiemonge, N., and Bobea, B., 2006. A review of statistical methods for the evaluation of aquatic habitat suitability for in stream flow assessment. *River Research and Applications* 22, 503-523.
- [3]. Anderson, D. R., Burnham, K. P., and Thompson, W. L., 2000. Null hypothesis testing: problems, prevalence, and an alternative. *Journal of Wildlife Management* 64, 912-923.
- [4]. Bahadori Khosroshahi, F., Alizadeh, A., Kaboli, M., Karami, M., Attarod, P., and Shariati, M., 2010. Eurasian Nuthatch (*Sitta europaea*) habitat suitability modelling at Northern Alborz, Iran. *Journal of Natural Environment* 63 (3), 225-236 (In Persian).
- [5]. Bahadori Khosroshahi, F., Alizadeh Shabani, A., Kaboli, M., Karami, M., Sariati Najafabadi, M., and Ahmadi-Mamaghani, Y., 2011. A probabilistic model for presence of Eurasian Nuthatch (*Sitta europaea*) in the Alborz mountains, northern Iran. *The Wilson Journal of Ornithology* 123(4), 740-746.
- [6]. Chuang, L.C., Lin, Y.S., and Liang, S.H., 2006. Ecomorphological Comparison and Habitat Preference of 2 Cyprinid Fishes, *Varicorhinus barbatulus* and *Candidia barbatus*, in Hapen Creek of Northern Taiwan. *Zoological Studies* 45(1), 114-123.
- [7]. Coad, B. 2013. Fresh water fishes of Iran. Available from www.Briancoad.com. Accessed 1st Jun 2013.
- [8]. De Kerckhove, D.T., Smokorowski, K.E. and Randall, R.G. 2008. A primer on fish habitat models. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences* 2817, 71 p.
- [9]. García, P., Arévalo, V., and Lizana, M., 2010. Characterization of den sites of American mink *Neovison vison* in central Spain. *Wildlife Biology* 16, 276-282.
- [10]. Hermoso, V., Clavero, M., Blanco-Garrido, F., and Prenda J., 2011. Invasive species and habitat degradation in Iberian streams: an analysis of their role in freshwater fish diversity loss. *Ecological Applications* 21(1), 175-188.
- [11]. Humpl, M., and Pivnička K., 2006. Fish assemblages as influenced by environmental factors in streams in protected areas of the Czech Republic. *Ecology of freshwater fish* 15, 96-103.
- [12]. Jaramillo-Villa, U., Maldonado-Ocampo, J.A., and Escobar, F., 2010. Altitudinal variation in fish assemblage diversity in streams of the central Andes of Colombia. *Journal of Fish Biology* 76, 2401-2417.
- [13]. National geographical organization. 2005. The Gazetteer of rivers in the I.R of Iran. Central Iran watershed. Third volume. 279pp.
- [14]. Oberdorff, T., Pont, D., Hugueny, B., and Chessel, D., 2001. A probabilistic model characterizing fish assemblages of French rivers: a framework for environmental assessment. *Freshwater Biology* 46, 399-415.

- [15]. Pali Alexis, A., Georgakarakos, S., Karakassia, L., Lika, K., and Valavanis, V. D., 2011. Prediction of marine species distribution from presence-absence acoustic data: comparing the fitting efficiency and the predictive capacity of conventional and novel distribution models. *Hydrobiologia* 670, 241-266.
- [16]. Peres-Neto, P. R., 2004. Patterns in the co-occurrence of fish species in streams: the role of site suitability, morphology and phylogeny versus species interactions. *Oecologia* 140, 352-360.
- [17]. Pont, D., Hugueny, B., and Oberdorff, T., 2005. Modeling habitat requirement of European fishes: do species have similar responses to local and regional environmental constraints?. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62, 163-173.
- [18]. Porter, M. S., Rosenfeld, J., and Parkinson, E.A., 1999. Predictive models of fish species distribution in the Blackwater Drainage, British Columbia. *Proceeding of a conference on Biology and Management of Species and Habitats at Risk, Kamloops, British Columbia*, PP.520.
- [19]. Rosenfeld, J., 2003. Assessing the habitat requirement of stream fishes: An overview and evaluation of different approaches. *Transaction of the American Fisheries Society* 132, 953-968.
- [20]. Rosenfeld, J., Porter, M., and 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.
- [21]. Tejerina-Garro, F. L., Maldonado, M., Ibañez, C., Pont, D., Roset, N., and Oberdorff, T., 2005. Effects of natural and anthropogenic environmental changes on riverine fish assemblage: a framework for ecological assessment of rivers. *Brazilian Archives of biology and technology* 48, 91-108.
- [22]. Vélez-Espino, L.A., 2006. Distribution and habitat suitability index model for the Andean catfish *Astroblepus ubidiai* (Pisces: Siluriformes) in Ecuador. *Revista de biologia tropical Rev. Biol. Trop* 54 (2), 623-638.
- [23]. Yu, S.L., and Lee T.W., 2002. Habitat preference of the stream fish, *Sinogastromyzon puliensis* (Homalopteridae). *Zoological Studies* 41(2), 183-187.