دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"
دوره هفتم، شماره سوم، پاییز ۹۸
http://jair.gonbad.ac.ir

ارتباطات بین خصوصیات مورفولوژیک کانال نهری و زیستگاه های درون نهری بر جمعیت‌های ماهیان در نهرهای استان گلستان

عبدالعظیم فاضل[۱*]، رسول قربانی[۲]، عبدالرضا بهره‌مند[۳]، عبدالرسول سلمان ماهینی[۴]

[۱]دانش‌آموخته دکترای بوم شناسی آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، گرگان، ایران
[۲]دانشیار گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[۳]دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[۴]دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ ارسال: ۹۶/۶/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۴

چکیده

**ساخت مدل‌های پیش‌بینی پراکنش گونه‌های ماهیان براساس تأثیر عوامل محیطی می‌تواند مسیر اهداف مدیریتی و حفاظت اکوسیستم‌های طبیعی و آب‌های جاری را روشن سازد. اهمیت ویژه‌ای در حفظ و مدیریت بهتر منابع طبیعی و اکوسیستم‌های نهری دارد. بدین منظور چهار نهر با خصوصیات مختلف برای مطالعه تأثیر فاکتورهای محیطی بر جمعیت‌های ماهیان با استفاده از آنالیزهای غیرمستقیم - آنالیز تطبیقی قوس‌گیری شده (Detrended Correspondence Analysis, DCA)) و مستقیم- آنالیز فزونگی (Redundancy Analysis, RDA)) گرادیان در استان گلستان انتخاب گردید. نتایج DCA بر داده‌های حضور و عدم حضور و فراوانی نسبی ماهیان به‌خوبی شیب تغییرات را توضیح داده و نشان داد که گونه‌ها از الگوی خطی تغییرات تبعیت می‌کنند. نتایج آنالیز RDA در نهرها نشان داد که داده‌های چهار نهر به‌ترتیب ۷۴/۸ و ۷۷/۵ درصد از اختلاف بین نهرها برای حضور و عدم حضور و فراوانی نسبی ماهیان را به‌خود اختصاص داده‌اند. با بررسی محورهای اول و دوم در آنالیز فزونگی مشخص شد که محور اول بیشتر با خصوصیات زیستگاهی و محور دوم نیز با خصوصیات مورفولوژی کانال نهر همبستگی دارد. براساس نمودارهای RDA می‌توان گفت که سگ‌ماهی جویباری (*P. hircanica*) و سیاه‌ماهی (*C. razii*) بیشتر در نهرهای زرین‌گل و تیل‌آباد حضور داشته و همبستگی بالایی با خصوصیاتی از قبیل درصد پوشش گیاهی و درصد بسترهای قلوه‌سنگی از محور اول و عمق متوسط حداقل جریان، عرض متوسط حداقل جریان در محور دوم دارند. در حالی‌که ماهی خیاطه (*A. eichwaldii*) و گاوماهی شنی (*N.*

*نویسنده مسئول: a.fazel58@gmail.com

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

fluviatilis) **بیشترین همبستگی را با درصد ذرات چوبی، درصد مناطق استخری و میزان ماسه در نهرها دارند. بایستی بیان داشت عواملی از قبیل اندازه حوضه آبخیز، خصوصیات هیدروگرافی و ژئومورفولوژی و کاربری اراضی سبب تغییر در مورفولوژی و زیستگاه‌های نهری شده و در نهایت سبب حذف برخی از گونه‌ها در نهرهای مجاور می‌شود.**

***واژه‌های کلیدی*: فاکتورهای محیطی، حضور و عدم حضور، آنالیز تطبیقی قوس‌گیری شده، آنالیز فزونگی**

مقدمه

فاکتورهای محیطی در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی ویژگی‌های نهرها و جمعیت‌های زیستی موجود در آن‌ها را تعیین می‌کنند. یکی از راه‌های توسعه ابزارهای کارآمد در تعیین تأثیر فعالیت‌های انسانی روی نهرها و جمعیت‌های زیستی درک همین فاکتورها و مقیاس‌های مهم مکانی و زمانی می‌باشد. باتوجه به اینکه ماهیان بسیار تحت تأثیر ویژگی‌های زیستگاه خود هستند از این رو تکنیک‌های مختلفی برای مطالعه مقیاس‌های محلی توسعه یافته است (Simonson *et al*., 1994). پنج گروه از فاکتورهای مهم در تشکیل ساختار جمعیت‌های بیولوژیکی نهرها را فهرست نمود که شامل منابع غذایی و انرژی، کیفیت آب، روابط متقابل موجودات زنده، رژیم‌های جریان و ساختار زیستگاه می‌باشند (Karr, 1991). بسیاری از پارامترهای محیطی بر جمعیت‌های آبزی تأثیر دارند که از آن جمله می‌توان به اثر پارامترهای محلی بر ساختار جمعیتی ماهیان اشاره کرد. شرایط هیدرولیک (Marchetti and Moyle, 2001; Lamouroux and Cattane´o, 2006)، خصوصیات فیزیکی همانند نوع بستر (Humpl and Pivnicka, 2006)، پوشش گیاهی حاشیه‌ای (Maridet *et al*., 1998; Growns *et al*., 2003) و شیمی محیط (Matthews *et al*., 1992; Taylor *et al*., 1993; Lappaleinen and Soininen, 2006) از جمله عواملی محیطی هستند که بر جمعیت‌های ماهیان رودخانه‌ای مؤثرند. به هرحال هر یک از فاکتورهای محیطی برطبق شیب طولی از بالادست تا پایین دست سازمان یافته‌اند. ماهیان می‌توانند در سرتاسر این شیب پراکنش یابند اما محیط‌هایی را ترجیح می‌دهند که بتوانند نیازهای زیستی‌شان را به نحو بهتری مهیا نمایند. امروزه مدل‌سازی پراکنش ماهیان اهمیت ویژه‌ای در اکولوژی پیدا کرده است (Guisan and Thuiller, 2005).

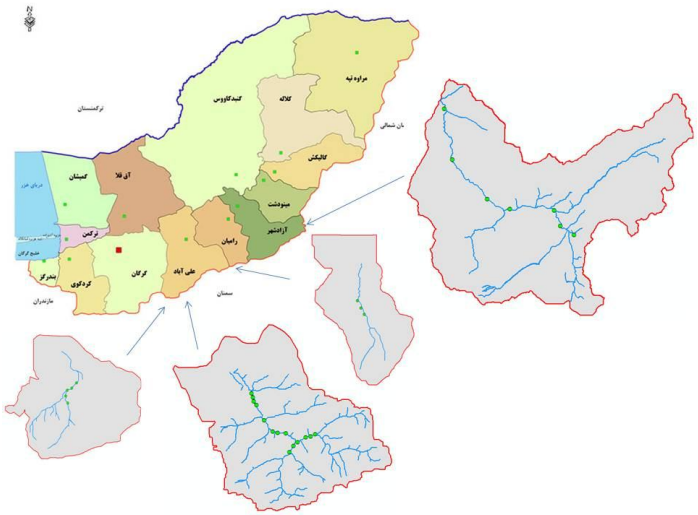
عموماً در بیشتر این مطالعات از عوامل محیطی جهت ساخت مدل‌های پیش بینی پراکنش گونه‌ها به منظور حفظ و مدیریت بهتر منابع طبیعی و اکوسیستم‌ها استفاده می‌شود (Oberdorff *et al*., 2001; Kennard *et al*., 2006). خصوصیات ویژه رودخانه‌ها همانند ناآرامی، پویایی ذاتی و دامنه گسترده آنها که از کوهستانها تا دشت‌ها ادامه می‌یابد امکان حفاظت، کنترل، نظارت و تحدید حدود آنها را حتی در گستره قلمرو ملی به‌عنوان یک زیستگاه بسیار دشوار می‌سازد. رودخانه‌ها شریان‌های هر کشور محسوب

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

می‌گردد. به‌همین دلیل حفاظت و بهره‌برداری خردمندانه از آن‌ها نیاز به‌دلیل و برهان زیادی ندارد. تغییر ویژگی‌های بیوفیزیکی و عملکرد رودخانه‌ها در طول مسیر گسترده خود از مبداء تا مقصد از آن‌ها زیستگاه‌های متنوع و منحصر بفرد و پیچیده به‌وجود آورده است که تنها از طریق تبیین فاکتورهای اقلیمی، توپوگرافی و زمین‌شناسی در مقیاس گسترده‌تر از مسیر بستر جریان آنها قابل توضیح و تفسیر است. در گذشته با توجه به اشاره گزارشات گذشته وجود گونه‌هایی از قبیل قزل‌آلای رودخانه‌ای، ماهی سفید رودخانه‌ای و سایر گونه‌ها و حذف چنین گونه‌هایی در مطالعات اخیر در جهت کاهش تنوع زیستی و برهم خوردن تعادل اکولوژیک بایستی مطالعاتی بر جمعیت‌های ماهیان از لحاظ شرایط زیستی و اکولوژیک و دلایل برهم خوردن زیستگاه این ماهیان صورت گیرد. بدین منظور هدف از این مطالعه تعیین ارتباطات جمعیت‌های ماهیان با ویژگی‌های مورفولوژیک و زیستگاهی نهر بود.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری زیستی و غیرزیستی در طی تابستان سال ۹۵ در نهرهای کبودوال، زرین‌گل، شیرآباد و تیل‌آباد استان گلستان در ۲۹ ایستگاه صورت گرفت. در بین این ۲۹ نقطه نمونه‌برداری، ۵ سایت مربوط به نهر کبودوال، ۱۴ سایت مربوط به زرین‌گل، سه سایت شیرآباد و هفت سایت نیز مربوط به نهر تیل‌آباد بود (شکل ۱). حوضه آبخیز نهرهای مورد مطالعه از ۷۲۳/۶۳ کیلومتر مربع تا ۳۶/۹۳ کیلومتر مربع متغیر بوده و هر یک خصوصیات هیدرولوژیک و رژیم‌های انتقال رسوبات متفاوتی دارند.



شکل ۱- موقعیت مکانی هر یک از حوضه‌های آبخیز در استان گلستان

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

نمونه‌برداری ماهیان در طی تابستان سال ۱۳۹۵ در شرایط حداقل جریان صورت گرفت. نمونه‌برداری از نمونه‌های ماهی به‌وسیله دستگاه الکتروشوکر با قدرت ۱/۷ کیلووات، جریان مستقیم و ولتاژ ۴۰۰- ۳۰۰ ولت انجام شد. این روش صید، بهترین روش صید تحقیقاتی و در مناطق با عمق کم است، زیرا هیچ آسیبی به ماهی نمی‌رسد و جمع‌آوری آن آسان بوده و از تمام اندازه‌ها تا حد امکان صید می‌شود. در هر ایستگاه همانند مطالعات قبل به اندازه دو برابر طول سیم آند (۴۰ متر) از طول نهر برای صید در نظر گرفته شد که در انتهای این قسمت تور چشمه‌ریز (۶ میلی‌متر گره تا گره مجاور) برای نگهداری ماهیان در معرض شوک مستقر می‌گردد. در هر دو صید با تلاش صیادی یکسان با حرکت دادن آند در عرض رودخانه و طول مسیر، شوک‌دهی صورت گرفت که براساس روش بیان شده توسط یوتاگاته و همکاران (Jutagate *et al*., 2003) بود. تمامی نمونه‌ها اندازه‌گیری و سپس رهاسازی شدند. تعیین فراوانی جمعیت ماهیان در ایستگاه‌های مختلف براساس روش دوبار صید تعیین شد که اساس آن صید به ازای واحد تلاش (دو بار صید) بود (Bagenal and Tesch, 1978). در این روش از فرمول زیر استفاده شد:

$$N = \frac{{C_1}^2}{C_1 - C_2}$$

C_1 = تعداد ماهیان در صید اول، C_2 = تعداد ماهیان در صید دوم و N = تعداد جمعیت برآورد شده می‌باشد. برای تعیین فراوانی نسبی ماهیان در مترمربع تعداد ماهیان صیدشده با توجه به مساحت ناحیه مورد بررسی به‌صورت تعداد ماهی در متر مربع تخمین زده شد.

اندازه‌گیری‌های شکل کانال در ۲۹ ایستگاه در طی تابستان سال ۹۵ همزمان با نمونه‌برداری صورت گرفت. اندازه‌گیری شکل کانال در هر ایستگاه در ۴ قسمت از عرض نهر بر طبق روش‌های ارائه شده توسط اینفانت (Infante, 2001) متر اندازه‌گیری شد. متغیرهای اندازه‌گیری شده شامل: ناحیه متوسط برش عرضی، پهنا و عمق ساحل و کانال‌های حداقل جریان نهری، شعاع هیدرولیک حداقل جریان، اندازه‌گیری متوسط فاصله بین عمق‌های ساحل و حداقل جریان، نسبت عرض ساحل به عرض حداقل جریان می‌باشد. اندازه متوسط ذرات بستر با اندازه‌گیری سنگ‌ها در یک پلات ۱ متر مربعی برای ایستگاه‌های مورد نظر انجام شد و درصد سیلت، ماسه، قلوه سنگ (Cobble) و تخته سنگ (Boulder) تعیین گردید. همچنین درصد پوشش گیاهی روی ساختارهای سنگی با اندازه‌گیری سطح پوشش نسبت به کل سنگ در هر ایستگاه تعیین شد.

درصد مناطق استخری (Pool)، تند آب (Riffle) و کم تلاطم (Glide) و با تلاطم متوسط (Run) در نهایت ذرات چوبی (Snag) موجود با قطر بیشتر از ۰/۱ متر و طول بیشتر از ۱/۵ متر غوطه ور در آب نیز شمارش شد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

از آمار توصیفی برای بررسی مقادیر میانگین و انحراف معیار و از تست نرمالیتی Shapiro- Wilk با مقادیر ($p<۰/۰۵$) بر ای بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. همچنین از آنالیز همبستگی (Pearson correlation test) برای تعیین پارامترهایی با همبستگی بالا استفاده شد و در نهایت ۱۴ پارامتر دخیل در آنالیز نهایی انتخاب گردید. به‌منظور بررسی ارتباط فاکتورهای محیطی و جمعیت ماهیان از آنالیزهای چندمتغیره Detrended Correspondence Analysis (DCA) و براساس گرادیان تغییرات جمعیت‌های ماهیان از آنالیز مستقیم Redundancy Analysis (RDA) به روش انتخاب رو به جلو (forward selection) استفاده شد. برای RDA متغیرهای با مقدار معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) انتخاب شدند. تمامی عملیات ریاضی در نرم‌افزار Statistica و Canoco $_{4.5}$ صورت گرفت.

نتایج

جدول ۱ میانگین و انحراف معیار متغیرهای بررسی شده است. قبل از شروع آنالیزهای آماری چند متغیره ابتدا داده‌ها نرمال گردید و از داده‌های با همبستگی بالا یکی حذف شد.

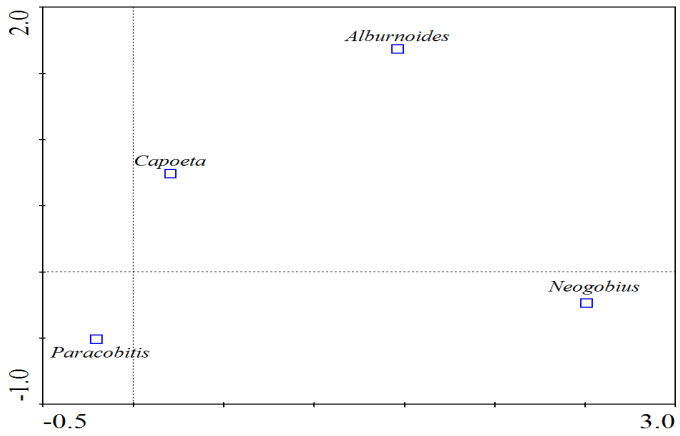
جدول ۱- میانگین و انحراف معیار خصوصیات مورفولوژیک و زیستگاهی در حوضه‌های آبخیز مورد مطالعه

خصوصیات مورفولوژیک	میانگین و انحراف معیار	درصد خصوصیات زیستگاهی	میانگین و انحراف معیار
شیب ساحل (Bankfull slope)	۰/۹۸۹ ± ۰/۱۹۴	پوشش روی سطح (Vegetation)	۰/۱۸ ± ۰/۱۴
عمق خط القعر (Thalweg depth)	۳۶/۶۷ ± ۱۴/۱۵	مناطق استخری (Pool)	۰/۲۶ ± ۰/۱۴
پیچ و خم نهری (Sinuosity)	۱/۱۲ ± ۰/۲۶	تند آب (Riffle)	۰/۴۴ ± ۰/۲۲
نسبت عمق و عرض کانال (Width/Depth)	۱۷/۴۹ ± ۸/۶۹	مناطق کم تلاطم (Glide)	۰/۱۳ ± ۰/۱۵
عرض حداقل جریان (Low flow width)	۵۰۵/۸ ± ۲۱۵/۵۴	مناطق با تلاطم متوسط (Run)	۰/۰۸۹ ± ۰/۰۸۴
مساحت حداقل جریان (LFa)	۸۷۳۸/۲۷ ± ۷۹۰۳/۹۷	ذرات چوبی (Snag)	۳۲/۱۷ ± ۱۰/۰۹
محیط خیس‌شده (Wetted Perimeter)	۵۸۷/۷ ± ۳۵۱/۵۱	قلوه سنگ (Cobble)	۳۲/۱۷ ± ۱۰/۰۹
عمق متوسط حداقل جریان (Low Flow depth)	۹۴۷/۹۳ ± ۱۰۵۹/۶۹	تخته سنگ (Boulder)	۳۶/۷۵ ± ۱۲/۴۹
عرض ساحل (Bankfull width)	۱۰۸۹/۳۲ ± ۸۲۳/۰۷	ماسه (Sand)	۱۵/۲۷ ± ۶/۱۱
مساحت عرض ساحل (Bankfull area)	۶۶۷۵/۳ ± ۸۸۶۶۴/۰۶	سیلت (Silt)	۱۵/۴۸ ± ۱۲/۷
محیط ساحل (Bankfull perimeter)	۱۲۱۱/۹ ± ۸۶۳/۳۱		
عمق متوسط ساحل (BankFull Depth)	۶۱/۲۹ ± ۴۱/۳۳		
شکاف کانال (Channel Incision)	۴۹/۹۳ ± ۳۹/۷۹		
عرض ساحل به حداقل جریان (Bankfull /Low Flow width)	۲/۰۸ ± ۰/۹۷		

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

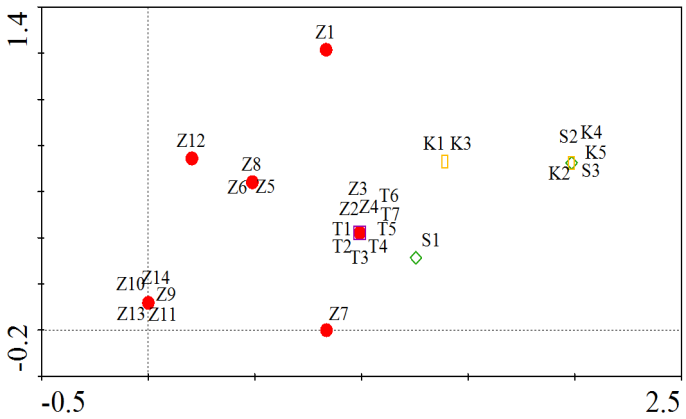
تست نرمالیتی داده‌ها انجام شد و بر این اساس بر برخی از متغیرها تبدیل ریشه چهارم و بقیه داده‌ها نیز تبدیل لگاریتمی صورت گرفت. بر روی متغیرهای خط القعر، عرض ساحل تبدیل لگاریتمی، متغیرهای عرض حداقل جریان، عمق متوسط حداقل جریان، عمق متوسط ساحل، شکاف کانالی نیز تبدیل ریشه چهارم و پیچ و خم کانال نیز ریشه چهارم منهای یک و لگاریتم پوشش گیاهی بعلاوه یک نیز بر روی داده‌های پوشش گیاهی درون نهر صورت گرفت. پس از بررسی همبستگی بین داده‌ها از بین ۲۴ متغیر مورد بررسی در نهایت ۱۴ متغیر برای آنالیز نهایی انتخاب گردید که پنج متغیر مربوط به خصوصیات مورفولوژیک کانال نهری و ۹ متغیر نیز مربوط به خصوصیات زیستگاهی بود.

داده‌های حضور و عدم حضور: دو محور اول آنالیز DCA ۳۱/۴٪ تغییرات در جمعیت‌های ماهیان را نشان داد. محور اول ۲۸٪ و محور دوم ۳/۴٪ تغییرات را به‌خود اختصاص داده بودند (شکل ۲ الف). اختلاف بین نهرها و پراکنش هر یک از ایستگاه‌های نمونه‌برداری در نمودار (شکل ۲ب) قابل مشاهده است. این آرایش نشان می‌دهد که نهرهای کبودوال و شیرآباد از لحاظ فون ماهیان وضعیت مشابه بیشتری نسبت به دو نهر دیگر دارند. همچنین قسمت‌های پایین دست نهر زرین‌گل از لحاظ فون مشابه نهر تیل‌آباد بوده و قسمت‌های بالادست نیز کاملاً متفاوت است. بخش‌های بالادست و سرشاخه‌های نهر زرین‌گل از لحاظ فون ماهیان در وضعیت مشابهی نسبت به یکدیگر قرار دارند.



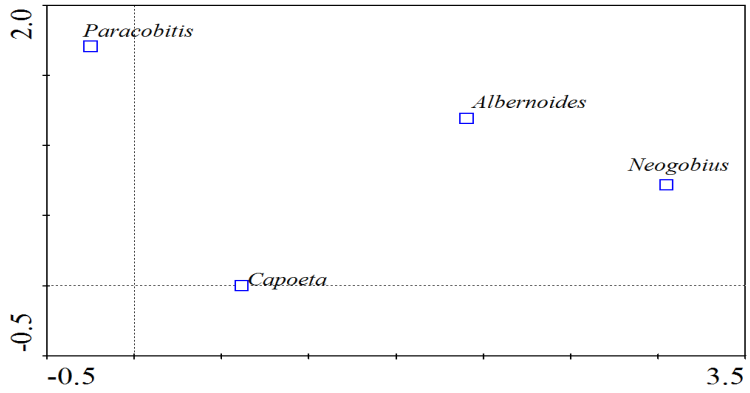
شکل ۲ الف- نمودار آنالیز DCA براساس داده‌های حضور و عدم حضور ماهیان در ۲۹ ایستگاه نمونه‌برداری در چهار نهر. محور اول ۲۸٪ و محور دوم ۳/۴٪ تغییرات را به‌خود اختصاص داده‌اند.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]



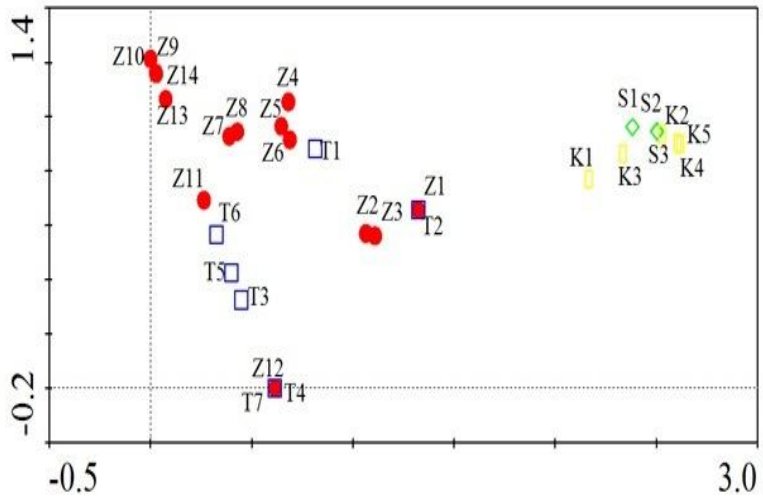
شکل ۲ ب- نمودار پراکندگی ایستگاه‌های نمونه‌برداری براساس داده‌های حضور و عدم حضور در آنالیز DCA علامت دایره‌ای قرمز نهر زرین‌گل، مربع آبی نهر تیل‌آباد، مستطیل نهر کبودوال و لوزی نهر شیرآباد.

فراوانی ماهیان: دو محور ابتدای آنالیز DCA مقدار ۷۴/۹٪ تغییرات در جمعیت ماهیان را به‌خود اختصاص داده است. محور اول ۶۳/۸٪ و محور دوم نیز ۱۱/۱٪ تغییرات را نشان می‌دهد (شکل۳ الف). در نمودار پراکندگی ایستگاه‌ها (شکل۳ب)، اختلاف بیشتری بین ایستگاه‌های نهرهای زرین‌گل و تیل‌آباد با نهرهای کبودوال و شیرآباد مشاهده می‌شود. باتوجه به خصوصیات مشابه از لحاظ خصوصیات حوضه آبخیز بین نهرهای تیل‌آباد و زرین‌گل تشابه جمعیتی بیشتری نیز بین این نهرها وجود دارد. همچنین همین موضوع در مورد نهرهای کبودوال و شیرآباد نیز صدق می‌کند.



شکل ۳ الف- نمودار آنالیز DCA براساس داده‌های فراوانی نسبی ماهیان در ۲۹ ایستگاه نمونه‌برداری در چهار نهر. محور اول ۶۳/۸٪ و محور دوم ۱۱/۱٪ تغییرات را به‌خود اختصاص داده‌اند.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]



شکل ۳ ب- نمودار پراکندگی ایستگاه‌های نمونه‌برداری براساس داده‌های حضور و عدم حضور در آنالیز DCA علامت دایره‌ای قرمز نهر زرین‌گل، مربع آبی نهر تیل‌آباد، مستطیل نهر کبودوال و لوزی نهر شیرآباد.

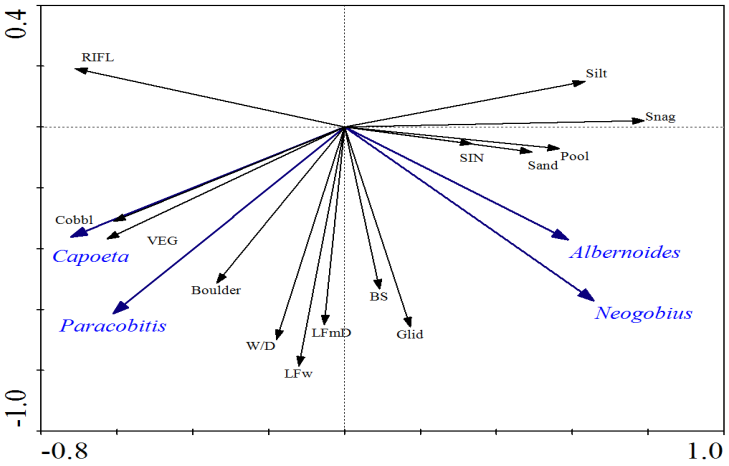
بلندترین شیب گردایان در آنالیز DCA به‌ترتیب ۱/۹۸۴ برای حضور و عدم حضور ماهیان ۲/۶۱۸ انحراف معیار برای فراوانی نسبی ماهیان بود و این نشان می‌دهد که جمعیت‌های ماهیان از الگوی پاسخی خطی تبعیت کرده و بهتر است از آنالیز RDA در شیبی مستقیم استفاده شود. داده‌های حضور و عدم حضور: آنالیز RDA اختلاف معنی‌داری بین جمعیت‌های ماهیان در هر نهر نشان می‌دهد (p<۰/۰۰۲). در مجموع ۷۴/۸ درصد تغییرات جمعیت‌های ماهیان با این الگو مشخص می‌باشد که نشان‌دهنده اختلاف در عوامل محیطی این چهار نهر است.

داده‌های فراوانی نسبی: از لحاظ آماری اختلاف جمعیتی بین ماهیان چهار نهر در داده‌های فراوانی نیز مشاهده شد (p<۰/۰۰۲). در مجموع، ۷۷/۵٪ درصد از کل تغییرات در فراوانی گونه‌ها با داده‌های محیطی قابل توضیح است. تمامی داده‌های چهار نهر به‌ترتیب ۷۴/۸ و ۷۷/۵ درصد از اختلاف بین نهرها برای حضور و عدم‌حضور و فراوانی نسبی ماهیان را به‌خود اختصاص داده‌اند.

داده‌های حضور و عدم‌حضور: اختلاف معنی‌دار بالایی در مدل نهایی RDA (p<۰/۰۰۲) به‌وسیله تست تکرار Monte Carlo تأیید گردید (شکل ۴). دو محور اول طبقه‌بندی در مجموع ۶۶/۸٪ تنوع در جمعیت‌های ماهیان را به‌خود اختصاص داده‌اند. محور اول شامل خصوصیات زیستگاهی است (اندازه ذارت چوبی، درصد مناطق استخری، درصد سیلت و ماسه، میزان پیچ و خم کانال، درصد مناطق تند آب، درصد قلوه سنگ و درصد پوشش گیاهی همبستگی بالایی با محور اول داشتند) که خود به تنهایی ۴۱/۵٪ از تغییرات در جمعیت‌های ماهیان را به‌خود اختصاص داده است. اما محور دوم بیشتر

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

در ارتباط با خصوصیات مروفولوژیک نهر (همبستگی بالایی با شیب کانال، عمق متوسط حداقل جریان، عرض متوسط حداقل جریان، نسبت عرض به عمق و درصد تخته سنگ) که به تنهایی ۲۵/۳٪ تغییرات را شامل می‌شود. تأثیر جداگانه هر یک از متغیرهای محیطی (۶۳٪ تغییرات) در سطح معنی‌دار (p<۰/۰۵) با روش انتخاب رو به جلو به شرح زیر است: درصد ذرات چوبی (p<۰/۰۰۲ و ۲۶٪)، عرض متوسط حداقل جریان چوبی (p<۰/۰۰۲ و ۱۶٪)، درصد تند آب چوبی (p<۰/۰۰۲ و ۱۱٪)، درصد پوشش گیاهی چوبی (p<۰/۰۰۲ و ۶٪)، شیب ساحل (چوبی (p<۰/۰۰۲ و ۴٪) (جدول ۲).



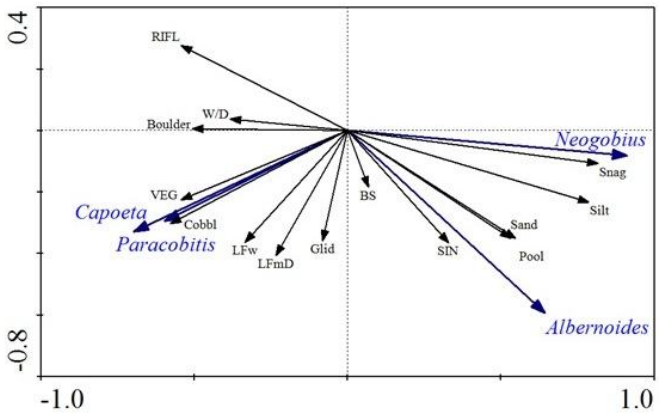
شکل ۴- نمودار دسته‌بندی براساس آنالیز RDA تاثیر معنی‌دار (p< ۰/۰۵) عوامل محیطی بر ساختار جمعیتی ماهیان (حضور و عدم حضور) را نشان می‌دهد.

داده‌های فراوانی نسبی ماهیان: معنی‌داری آماری مدل طبقه‌بندی RDA (p<۰/۰۰۲) به‌خوبی ثابت شده است (شکل ۵). دو محور اول طبقه‌بندی ۶۵/۶٪ تغییرات در جمعیت‌های ماهیان را توضیح می‌دهد (جدول ۳). همانند آنالیز قبل محور اول (۵۲/۸٪) بیشتر با خصوصیات زیستگاهی و محور دوم (۱۲/۸٪) نیز با ویژگی‌های مورفولوژیک نهر در ارتباط می‌باشد. تأثیر جداگانه هر یک از متغیرهای محیطی (۶۱٪ تغییرات) در سطح معنی‌دار (p<۰/۰۵) با روش انتخاب رو به جلو به شرح زیر است: درصد ذرات چوبی (p<۰/۰۰۲ و ۳۶٪)، درصد قلوه سنگ (p<۰/۰۰۲ و ۱۴٪)، درصد سیلت (p<۰/۰۱۸ و ۶٪)، عمق متوسط حداقل جریان (p<۰/۰۱۶ و ۵٪).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

جدول ۲- همبستگی هر یک از فاکتورهای محیطی با سه محور اول آنالیز RDA (داده‌های حضور و عدم حضور). حروف Bold همبستگی بالا را نشان می‌دهد.

متغیر	محور ۱	محور ۲	محور ۳
شیب ساحل(BS)	۰/۰۸۵۷	**-۰/۴۶۶**	**۰/۳۳۵**
پیچ و خم کانال(SIN)	۰/۳۱۲	-۰/۰۴۸	۰/۱۹۵
نسبت عرض به عمق کانال(W/D)	-۰/۱۶۶	**-۰/۶۱۱**	-۰/۱۸۸
درصد پوشش گیاهی درون نهر (VEG)	**-۰/۵۸۱**	-۰/۳۲۲	-۰/۰۲۴
عرض حداقل جریان (LFw)	-۰/۱۱۱	**-۰/۶۸۸**	-۰/۰۰۸
عمق متوسط حداقل جریان (LFmD)	-۰/۰۴۹	**-۰/۵۶۹**	۰/۲۲۸
درصد مناطق استخری (Pool)	**۰/۵۲۶**	-۰/۰۶۲	۰/۲۱۵
درصد مناطق تند آب (RIFL)	**-۰/۶۵۸**	۰/۱۶۸	۰/۰۹۸
درصد مناطق کم تلاطم (GLID)	۰/۱۶۱	**-۰/۵۷۶**	-۰/۰۰۳
درصد ذرات چوبی (SNAG)	**۰/۷۳۲**	۰/۰۱۸	-۰/۰۶
درصد قلوه سنگ (Cobbl)	**-۰/۵۶۴**	-۰/۲۷۱	۰/۰۶۴
درصد تخته سنگ (Boulder)	-۰/۳۱۲	**-۰/۴۴۹**	۰/۰۴۷
درصد ماسه (Sand)	**۰/۴۵۸**	-۰/۰۷۲	۰/۱۷۴
درصد سیلت (Silt)	**۰/۵۸۷**	۰/۱۳۱	۰/۲۰۹



شکل ۵- نمودار دسته‌بندی براساس آنالیز RDA تأثیر معنی‌دار (p<۰/۰۵) عوامل محیطی بر ساختار جمعیتی ماهیان (فراوانی نسبی ماهیان) را نشان می‌دهد. چهار گونه ماهیان به حروف ایتالیک و عوامل محیطی با فونت معمولی مشخص می‌باشند. محور اول ۵۲/۸٪ و محور دوم ۱۲/۸٪ تغییرات را نشان می‌دهد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

جدول ۳- همبستگی هر یک از فاکتورهای محیطی با سه محور اول آنالیز RDA (داده‌های حضور و عدم حضور). حروف Bold همبستگی بالا را نشان می‌دهد.

متغیر	محور اول	محور دوم	محور سوم
شیب ساحل (BS)	۰/۰۶۵	-۰/۱۵۶	**۰/۲۴۹**
پیچ و خم کانال (SIN)	۰/۳۱۱	**-۰/۳۰۹**	-۰/۲۰۶
نسبت عرض به عمق کانال (W/D)	-۰/۳۵۹	۰/۰۳۱	۰/۱۲۱
درصد پوشش گیاهی درون نهر (VEG)	**-۰/۵۰۹**	-۰/۱۹۱	-۰/۰۲۹
عرض حداقل جریان (LFw)	-۰/۳۱۳	**-۰/۳۰۷**	۰/۰۶۵
عمق متوسط حداقل جریان (LFmD)	-۰/۲۱۸	**-۰/۳۴۴**	۰/۱۲۴
درصد مناطق استخری (Pool)	**۰/۵۱۵**	-۰/۲۹۷	-۰/۱۱۳
درصد مناطق تند آب (RIFL)	**-۰/۵۰۸**	۰/۲۳۳	-۰/۱۴۶
درصد مناطق کم تلاطم (GLID)	-۰/۰۷۵	**-۰/۳۰۴**	**۰/۳۷۳**
درصد ذرات چوبی (SNAG)	**۰/۷۶۸**	-۰/۰۹۱	-۰/۱۶۷
درصد قلوه سنگ (Cobbl)	**-۰/۵۴۳**	-۰/۲۵۷	**-۰/۳۶۵**
درصد تخته سنگ (Boulder)	**-۰/۴۷۴**	۰/۰۰۵	۰/۱۵۵
درصد ماسه (Sand)	**۰/۵۰۱**	-۰/۲۹۶	۰/۱۹۳
درصد سیلت (Silt)	**۰/۷۴۱**	-۰/۱۹۷	۰/۰۴۵

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از مطالعه حاضر در استان گلستان با این فرضیه که شکل کانال نهری مکانیسمی مهم در شکل‌گیری ساختار پراکنش ماهیان منطقه است، مطابقت دارد. نوع بستر و زیستگاه بستر و افزایش شکاف کانالی، عرض ساحل و فرسایش ساحل با حضور و عدم حضور گونه‌های مورد مطالعه در ارتباط است. شعاع هیدرولیک حداقل جریان، عرض ساحل و با تأثیر بر دو مکانیزم عمق و سرعت جریان آب می‌تواند در پراکنش ماهیان تأثیر داشته باشد. در زمان حداقل جریان با افزایش عرض ساحل عمق کاهش یافته و تنوع زیستگاه‌های استخری نیز کاهش می‌یابد و گونه‌های نیازمند به این زیستگاه نیز کاهش می‌یابند (Infante *et al*., 2006). در نهرهای تیل‌آباد و زرین‌گل در مناطق با کاربری اراضی و به سبب تغییر مورفولوژی کانال عرض ساحل افزایش یافته در نتیجه عمق کاهش یافته و تنوع زیستگاهی نیز کاهش یافته است.

همانطور که از روی نمودارها مشخص است پراکندگی ایستگاه‌ها و جمعیت‌های ماهیان در آنالیز DCA می‌توان بیان داشت که نهرهای زرین‌گل و تیل‌آباد نسبت به دو نهر دیگر تشابه بیشتری به

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

یکدیگر داشته و همین موضوع نیز در مورد دو نهر کبودوال و شیرآباد نیز صدق می‌کند. بیشترین پراکنش سگ‌ماهی جویباری و سیاه‌ماهی در ایستگاه‌های نهرهای تیل‌آباد و زرین‌گل دیده شده و بیشتر به ایستگاه‌های پایین‌دست می‌باشد ولی این درحالیست که بیشترین پراکنش ماهیان خیاطه و گاوماهی در نهرهای کبودوال و شیرآباد است که خصوصیات هیدروگرافی و محیطی متفاوتی با دو نهر قبل دارند. مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار بر جمعیت‌های ماهیان گاوماهی و آلبرنوئید می‌توان بیشتر به خصوصیات زیستگاهی از قبیل درصد قطعات چوبی، درصد مناطق استخری، میزان پیچ و خم کانال و درصد سیلت و ماسه که خاص مناطق استخری با سرعت جریان پایین است اشاره کرد که بیشتر در نهرهای جنگلی کبودوال و شیرآباد با این خصوصیات روبرو هستیم. همچنین سگ‌ماهیان جویباری و سیاه‌ماهیان که بیشترین پراکنش آن‌ها مربوط به نهرهای زرین‌گل و تیل‌آباد مشاهده شده است بیشتر با خصوصیات مروفولوژیک نهر، درصد بستر با پوشش قلوه‌سنگ و میزان پوشش گیاهی سطح سنگ‌ها در ارتباط می‌باشند. ساختار فیزیکی زیستگاه در تعیین فراوانی و ترکیب گونه‌ای بسیار مهم بوده و از جنبه‌های مهم ساختار زیستگاه می‌توان به مطالعات مربوط به عمق آب (Mendelson, 1975; Baker and Ross, 1981; Meffe and Sheldon, 1988)، سرعت آب و جریان (Schlosser, 1985; Schlosser and Ebel, 1989)، پوشش (Rakocinski, 1988) و اجزاء بستر اشاره کرد (Gorman and Karr, 1978). مشاهدات انجام شده در نهر زرین‌گل و بخش بالادست نهر تیل‌آباد و با وجود تفاوت در خصوصیات مورفولوژیک کانال ولی تشابه نوع پوشش گیاهی در حاشیه نهر جمعیت‌های مشابهی با آنچه در نهرهای کبودوال و شیرآباد وجود دارد، مشاهده شده است. باتوجه به نتایج به‌دست آمده به‌نظر می‌رسد بررسی خصوصیات کاربری اراضی در حاشیه نهر یا کل حوضه آبخیز، خصوصیات مورفولوژیک و خصوصیات هیدروگرافی حوضه آبخیز در آینده می‌تواند تغییر جمعیت‌های زیستی در طول نهرها در برخی از حوضه های آبخیز را مشخص نماید.

منابع

Bagenal T.B., Tesch F.W. 1978. Age and growth. In; Bagenal TB (Eds.). Methods for assessment of fish production in freshwater. Third edition. Blackwell scientific publication, London, UK, pp: 101-136.

Baker J.A., Ross S.T. 1981. Spatial and temporal resource utilization by southeastern cyprinids. Copeia, 1: 178-189.

Gorman O.T., Karr J.R. 1978. Habitat structure and stream fish communities. Ecology, 59: 507-515.

Growns I., Gehrke P.C., Astles K.L., Pollard D.A. 2003. A comparison of fish assemblages associated with different riparian vegetation types in the

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

Hawkesbury-Nepean River system. Fisheries Management and Ecology, 10: 209-220.

Guisan A., Thuiller W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. Ecology Letters, 8: 993-1009.

Humpl M., Pivnicka 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.

Infante D.M. 2001. The effect of channel shape on fish assemblage structure. MSc Thesis, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA.

Infante D.M., Wiley M.J., Seelbach P.W. 2006. Relationships among channel shape, catchment characteristics, and fish in Lower Michigan streams. In American Fisheries Society Symposium, 48: 339-357.

Jutagate S., De Silva S., Matton N. 2003. Production, growth and Mortality of *Clupeichtys aearnensis* in Sirinthorn Reservoirs. Thailand Journal of Fisheries Management and Ecology, 10: 221-231.

Karr J.R. 1991. Biological integrity: A long-neglected aspect of water resource management. Journal of Applied Ecology, 1: 66-84.

Kennard M.J., Pusey J.B., Arthington A.H., Harch B.D., Mackay S.J. 2006. Development and application of a predictive model of freshwater fish composition to evaluate river health in eastern Australia. Hydrobiologia, 572: 33-57.

Lamouroux N., Cattane´o F. 2006. Fish assemblages and Stream hydraulics: consistent relations across spatial scales and regions. River Research and Applications, 22: 727-737.

Lappaleinen J., Soininen J. 2006. Latitudinal gradients in Niche bread than deposition–regional patterns in freshwater fish. The Science of Nature, 93: 246-250.

Marchetti M.P., Moyle P.B. 2001. Effects of flow regime on fish assemblages in a regulated California stream. Ecological Applications, 11: 530-539.

Maridet L., Wasson J.G., Philippe M., Amoros C., Naiman R.J. 1998. Trophic structure of three streams with contrasting riparian vegetation and geomorphology. Archiv fur Hydrobiologie, 144(1): 61-85.

Matthews W.J., Hough D.J., Robison H.W. 1992. Similarities in fish distribution and water quality patterns in streams of Arkansas: congruence of multivariate analyses. Copeia, 2: 296-305.

Meffe G.K., Sheldon A.L. 1988. The influence of habitat structure on fish assemblage composition in southeastern black water streams. American Midland Naturalist, 120: 225-240.

Mendelson J. 1975. Feeding relationships among species of *Notropis* (Pisces: Cyprinidae) in a Wisconsin stream. Ecological Monographs, 45: 199-230.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

Oberdorff T., Pont D., Hugueny B., Chessel D. 2001. A probabilistic model characterizing fish assemblages of French rivers: a framework for environmental assessment. Freshwater Biology, 46: 399-415.

Rakocinski C. 1988. Population structure of stream-dwelling darters: correspondence with habitat structure. Environmental Biology of Fishes, 23: 215-224.

Schlosser I.J. 1985. Flow regime, juvenile abundance, and the assemblage structure of stream fishes. Ecology, 66: 1484-1490.

Schlosser I.J., Ebel K.K. 1989. Effects of flow regime and cyprinid predation on a headwater stream. Ecological Monographs, 59: 41-57.

Simonson T.D., Lyons J., Kanehl P.D. 1994. Guidelines for evaluating fish habitat in Wisconsin streams. General Technical Report NC-164, U.S. Forest Service, Saint Paul, Minnesota, USA. 40P.

Taylor C.M., Winston M.R., Matthews W.J. 1993. Fish species-environment and abundance relationship sina Great Plains river system. Echography, 16: 16-23.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]