

وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

عنوان:

بررسی کاربرد انگشت نگاری عنصری  
در تفکیک جمعیتی و قابلیت پایش زیستی  
یک گونه از ماهیان استخوانی دریای خزر  
(*Rutilus kutum*)

مجری مسئول:  
نیما پورنگ

شماره ثبت  
۵۳۴۴۶

وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

عنوان طرح/پروژه: بررسی کاربرد انگشت نگاری عنصری در تفکیک جمعیتی و قابلیت پایش زیستی یک گونه

از ماهیان استخوانی دریای خزر (*Rutilus kutum*)

کد مصوب: ۹۴۵۶-۱۲-۱۲-۱۴

نام و نام خانوادگی نگارنده/نگارندگان: نیما پورنگ

نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرح های ملی و مشترک دارد): نیما پورنگ

نام و نام خانوادگی مجری /مجریان: نیما پورنگ

نام و نام خانوادگی همکار(ان): فرخ پرافکنده حقیقی، فریدون عوفی

نام و نام خانوادگی مشاور(ان): -

نام و نام خانوادگی ناظر(ان): -

محل اجرا: استان تهران

تاریخ شروع: ۹۴/۷/۱

مدت اجرا: ۲ سال

ناشر: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ انتشار: سال ۱۳۹۶

حق چاپ برای مؤلف محفوظ است. نقل مطالب، تصاویر، جداول، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ

بلامانع است.

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسؤل / مجری»

طرح : بررسی کاربرد انگشت نگاری عنصری در تفکیک جمعیتی و

قابلیت پایش زیستی یک گونه از ماهیان استخوانی دریای خزر

(*Rutilus kutum*)

کد مصوب : ۱۴-۱۲-۱۲-۹۴۵۶

شماره ثبت (فروست) : ۵۳۴۴۶ تاریخ : ۱۳۹۷/۲/۱۰

با مسئولیت اجرایی جناب آقای نیما پورنگ دارای مدرک

تحصیلی دکتری در رشته محیط زیست دریا می باشد.

طرح توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی در تاریخ

۹۶/۱۱/۳۰ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای طرح یا پروژه، مجری در :

ستاد ■ پژوهشکده □ مرکز □ ایستگاه □

با سمت رئیس بخش اکولوژی در مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی

کشور مشغول بوده است.

عنوان	«فهرست مندرجات»	صفحه
چکیده	.....	۱
۱- مقدمه	.....	۳
۲- مواد و روش ها	.....	۶
۲-۱- نمونه برداری	.....	۶
۲-۲- آماده سازی و آنالیز نمونه ها	.....	۷
۲-۳- تجزیه و تحلیل داده ها	.....	۱۴
۳- نتایج	.....	۱۵
۳-۱- مقایسه بین ایستگاهها	.....	۱۵
۳-۲- ترتیب تجمع عناصر در بافت ها	.....	۱۸
۳-۳- تفاوت میان بافت ها	.....	۲۱
۳-۴- ارتباط میان عناصر و مشخصات بیومتریك	.....	۲۲
۳-۵- تجمع عناصر در لایه های رشد بافت های سخت	.....	۲۲
۴- بحث	.....	۲۵
۴-۱- تفاوت های میان ایستگاهها	.....	۲۵
۴-۲- روابط میان عناصر	.....	۲۷
۴-۳- مقایسه ترکیب بافت ها و امکان جایگزینی برای پایش زیستی و تفکیك جمعیتی	.....	۲۷
۴-۴- ترتیب تجمع عناصر در بافت ها	.....	۲۸
۴-۵- تجمع عناصر در لایه های رشد بافت های سخت	.....	۲۹
۴-۶- مقایسه با استانداردها	.....	۳۰
۵- نتیجه گیری	.....	۳۲
پیشنهادها	.....	۳۳
منابع	.....	۳۴
پیوست	.....	۳۹
چکیده انگلیسی	.....	۵۷

## چکیده

در این تحقیق به منظور بررسی قابلیت استفاده از پنج بافت سخت (اتولیت، فلس، شعاع سخت باله، عدسی چشم و مهره های پشتی) ماهی سفید (*Rutilus kutum*) برای تفکیک جمعیت های مختلف این گونه و ارزیابی قابلیت پایش زیستی<sup>۱</sup> در حوزه جنوبی دریای خزر از طریق سنجش تغییرات میزان تجمع زیستی عناصر<sup>۲</sup> و همچنین بررسی امکان استفاده از هر یک از پنج بافت مزبور به منظور استفاده به عنوان آرشیو زیستی<sup>۳</sup> عناصر و از سوی دیگر بررسی تجمع عناصر در بافت های ماکول و مخاطرات احتمالی ناشی از مصرف آنها، تعداد ۶۰ نمونه ماهی سفید از سه ایستگاه نمونه برداری در حوزه جنوبی دریای خزر (ایستگاههای ۱، ۲ و ۳ به ترتیب در مجاورت مصب رودخانه های سفید رود، تجن و گرگانرود) گردآوری شد. نمونه برداری ها در طی خرداد ۱۳۹۵ توسط تورهای پره ساحلی انجام شد. در مجموع میزان تجمع ۱۳ عنصر اصلی و فرعی<sup>۴</sup> در نمونه ها (پنج بافت سخت مذکور و دو بافت عضله و کبد) توسط روش های پیکسی<sup>۵</sup> و میکرو پیکسی<sup>۶</sup> مورد بررسی قرار گرفت. بطور کلی الگوی تجمع عناصر در عدسی چشم نسبت به سایر بافت ها تا حدود زیادی متمایز بود. ترتیب تجمع عناصر در دو بافت نرم مورد بررسی، تقریباً مشابه بود، اما Sr در بافت عضله قابل تشخیص نبود. عناصر Fe، Ca، S، Cl و K در تمامی بافت های مورد بررسی، قابل تشخیص بودند اما عنصر Br تنها در اتولیت قابل اندازه گیری بود.

کمترین میزان تشابه بین بافت ها در مورد عدسی چشم (از نظر تجمع عناصر S، P و Zn) و کبد (از دیدگاه تجمع عناصر Fe، Cl و K) قابل تشخیص است. در حالی که در مورد عناصر Sr و Ca، اتولیت حداکثر فاصله را آشکار ساخت. از سوی دیگر از نظر تجمع K، بافت های نرم و سخت در قالب دو گروه کاملاً مجزا قابل طبقه بندی می باشند.

بطور کلی، بیشترین و کمترین تعداد همبستگی های قوی و معنی دار بین عناصر به ترتیب در مورد بافت های مهره پشتی و کبد مشاهده گردید. در مورد تمامی بافت های سخت، همبستگی های بسیار قوی بین S و Cl قابل تشخیص بود که در این میان تمامی همبستگی ها، بجز در مورد عدسی چشم، مثبت بود. هیچگونه همبستگی معنی داری بین عناصر و خصوصیات بیومتریکی (وزن، طول کل و طول استاندارد) مشاهده نگردید.

بر اساس نتایج حاصله به نظر می رسد که تمام بافت های سخت، به جز عدسی چشم، ممکن است جایگزین های بالقوه ای برای پایش زیستی عناصر Fe، Cl، Ca، K و S در حوزه جنوبی دریای خزر باشند. فلس ها و شعاع باله ها را می توان به عنوان جایگزین های بالقوه غیر کشنده برای سایر ساختارهای سخت مطرح نمود. با این وجود، با

<sup>1</sup> Biomonitoring

<sup>2</sup> Bioconcentration

<sup>3</sup> Bioarchive

<sup>4</sup> Major and trace elements

<sup>5</sup> PIXE: Proton Induced X-ray Emission

<sup>6</sup>  $\mu$ -PIXE

عنایت به اینکه جذب برخی عناصر از طریق فیزیولوژی بدن ماهی‌ها قابل تنظیم است، لذا مشخص نیست که میزان تجمع همه عناصر مذکور فوق در این بافت‌ها منعکس کننده تغییرات آنها در محیط باشد.

با توجه به نتایج مربوط به تجمع Sr در اتولیت، می‌توان استنتاج نمود که نمونه‌هایی که از ایستگاه‌های ۲ و ۳ گردآوری شده‌اند، احتمالاً متعلق به یک جمعیت می‌باشند. استنتاج مشابهی نیز بر مبنای نتایج حاصل از تجمع K در فلس حاصل گردید. فلس‌ها ممکن است قابلیت استفاده به عنوان ساختار جایگزین اتولیت برای تفکیک ذخایر *R. kutum* در دریای خزر را داشته باشند.

با در نظر گرفتن نقشه‌های پراکنش عناصر<sup>۷</sup> حاصل از آنالیزهای میکروپیکسی، در هیچیک از بافت‌های سخت مورد بررسی، الگوهای مشخصی از تغییرات تجمع عناصر در ارتباط با الگوهای خطوط رشد سالیانه، قابل تشخیص نمی‌باشد. به عبارت دیگر، به نظر می‌رسد که قابلیت تشخیص روش مزبور برای تفکیک عناصر بر مبنای خطوط رشد کافی مطلوب نیست و لازم است در تحقیقات آتی قابلیت بکارگیری روش‌هایی با قابلیت تفکیک بالاتر مورد بررسی قرار گیرد.

از میان ده عنصری که با بکارگیری روش پیکسی در بافت ماکول (عضله) قابل اندازه‌گیری بودند، تنها در مورد چهار عنصر Zn، Cu، Fe و Mn آستانه‌های مجاز در برخی استانداردهای بین‌المللی تعریف شده است که میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده در این تحقیق در تمامی موارد در مقایسه با استانداردهای مزبور بسیار کمتر می‌باشد. از اینرو به نظر می‌رسد مصرف کنندگان این ماهی از نظر تجمع چهار عنصر مزبور در بافت ماکول ماهی در معرض تهدید سلامتی نیستند.

### کلمات کلیدی:

دریای خزر، ماهی سفید، تفکیک جمعیتی، پایش زیستی، انگشت نگاری عنصری، پیکسی

<sup>7</sup> Elemental distribution maps