

یافته علمی کوتاه:

اثر اندازه و تراکم بچه ماهیان کپور (*Cyprinus carpio*) رهاسازی شده در بازسازی ذخایر دریای خزر

ضیاء کردجزی^{*}، حجت‌اله جعفریان^۱، محمد فرهنگی^۱

*ziya.kordjazi@gonbad.ac.ir

۱-گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران

لغات کلیدی: رهاسازی بچه ماهیان پرورشی، بازسازی ذخایر، *Cyprinus carpio*، دریای خزر

تاریخ دریافت: خرداد ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۴۰۳

مقدمه

در دهه‌های اخیر به دلیل احداث سد در رودخانه‌ها، بقاء ماهیان رودکوچ (آنادروموس) با چالش مواجه شده است به طوری که بقاء این ماهیان به تولید و رهاسازی بچه ماهیان پرورشی وابسته شده است. در این میان، میزان موفقیت بازسازی ذخایر آبیان به کیفیت بچه ماهیان پرورشی و کیفیت رهاسازی آنها بستگی دارد به طوری که هرچه کیفیت بچه ماهیان بالاتر باشد، بچه ماهیان پتانسیل بیشتری برای رسیدن به سن بلوغ دارند (Le Vay et al. 2007). اما پرورش بچه ماهیان تا اندازه بزرگتر، زمان و هزینه پرورش را افزایش می‌دهد. همچنین میزان مرگومیر بچه ماهیان رهاسازی شده به ظرفیت بیولوژیک اکوسیستم آبی (Cooney and Brodeur, 1998)، اندازه و تراکم بچه ماهیان رهاسازی شده بستگی دارد (Lorenzen and Camp, 2019; Camp et al., 2020).

مطالعه میزان صید و رهاسازی بچه ماهیان گونه‌های تجاری در دریای خزر نشان داد، با وجود افزایش میزان رهاسازی بچه ماهیان کپور و کلمه، میزان صید آنها در میانه دهه ۱۳۹۰ کاهش یافت (Bandani et al., 2020). همچنین میزان رهاسازی بچه ماهیان خاویاری (*Acipenser* sp.) طی

۲۰ سال (۱۳۷۷-۹۷) از ۲۴/۵ میلیون قطعه به ۲ میلیون قطعه کاهش یافت (Abdolmalaki et al., 2020). Farabi و همکاران (2007) وزن حدود ۷۰ درصد بچه ماهیان سفید رهاسازی شده در مازندران را در سال ۱۳۸۳، ۱-۱/۵ گرم گزارش کردند. در خارج از ایران نیز کیفیت رهاسازی و افزایش ذخیره ماهی *Acanthopagrus latus* در آبهای Nanlang (چین) با استفاده از مدل Enhancefish مورد ارزیابی قرار گرفت (Ruiyu et al., 2023). هدف این مطالعه بررسی اثر اندازه و تعداد بچه ماهیان کپور رهاسازی شده در بقاء بچه ماهیان و در نهایت بازسازی ذخایر در دریای خزر است.

مواد و روش کار

داده‌های مورد نیاز برای این مطالعه شامل تعداد بچه ماهیان رهاسازی شده، اندازه بچه ماهیان در زمان رهاسازی، میزان صید سالانه کپور طی سال‌های ۹۶-۱۳۷۸ و شاخص‌های جمعیت برآورد شده از داده‌های صید ماهی کپور در سال‌های ۹۸ و ۹۹ از طریق مرور منابع شامل گزارش Bandani و همکاران (۱۳۹۹) و Larijani و همکاران (۲۰۲۳) به دست آمد (جدول ۱).



جدول ۱: شاخص‌های بیولوژیک، رشد، مرگ‌ومیر، تولیدمثل و احیاء برای مدل‌سازی صید ماهی کپور معمولی در Enhancefish
Table1: Biological, growth, mortality, reproduction, and recruitment parameters for setting up the model for *Cyprinus carpio* fishery in Enhancefish

Reference	Direct measurement	value	Explanation	Parameters	
	Assumed	2 cm	Length at juvenile transition	L0	
(Larijani et al., 2023)		10-25 cm (Linf*20%) 71.3*0.1=7.1	Length at recruitment	L _r	Biological
	Arbitrary		Age at recruitment	a _r	
(Larijani et al., 2023)		71.3	Asymptotic length	Linf	
		0.09	Growth rate	K	
	Growth response to variation in biomass (long-term data)	0 (Not investigated)	Density-dependent parameter	g	Growth
		0.021	Coefficient of L-W relationship	α	
		2.94	Exponent of L-W relationship	β	
(Larijani et al., 2023)	HoenigOF method by metaM()function; FSA	5.4 5.4	M. of wild phenotype at L=1 cm M. of hatchery phenotype at L=1 cm	M _{1,w} M _{1,s}	Mortality
(Larijani et al., 2023)	Direct measurement	26.4	Measurement of proportional maturity	Lm	
	Assumed	-1		p	Reproduction
	Assumed	1		r	
(Myers 2001; Lorenzen and medley 2006)	SRR estimate based on growth, mortality and maturity parameters, a current catch of 48 tone (in 2012 and 2019)		0.006	a*	
			0.625	b*	Recruitment

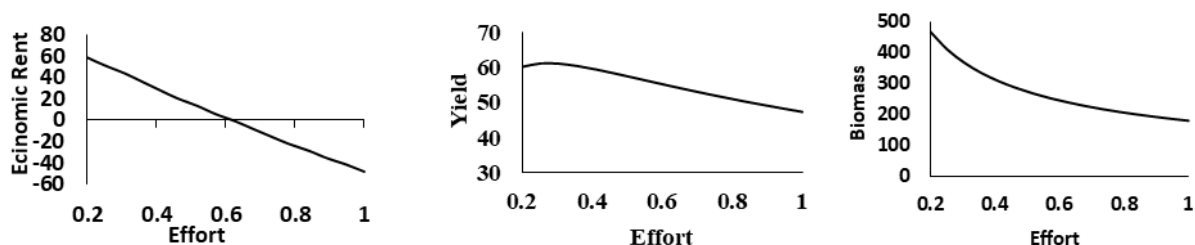
سانتی‌متر در نظر گرفته شد که معادل یک‌دهم طول بی‌نهایت ماهی کپور ۷۱/۳ سانتی‌متر (Larijani et al., 2024) لحاظ شد.

نتایج و بحث

در مدل Enhancefish، ابتدا فرض شد ذخیره‌سازی بچه‌ماهیان پرورشی برای بازسازی ذخایر وجود ندارد و تولید وابسته به جمعیت وحشی ماهی است. نتایج این فرض نشان داد که میزان سود، تولید و زی‌توده با افزایش تلاش صیادی روند کاهشی داشت به‌طوری‌که وقتی تلاش صیادی به ۰/۶ رسید، میزان سود خالص صفر شد (شکل ۱).

در این مطالعه از نرم‌افزار EnhanceFish استفاده شد که ابزاری برای تجزیه و تحلیل بازسازی ذخایر بر پایه آبی‌پروری است (Lorenzen, 2005; Lorenzen and medley 2006). در مدل Enhancefish با تغییر تلاش صیادی، تراکم ذخیره‌سازی، اندازه ماهی در زمان ذخیره‌سازی و L₅₀ انتخاب‌پذیری، سه شاخص تولید ذخیره، زی‌توده ذخیره و سود خالص^۱ شبیه‌سازی شد. در این تحقیق زی‌توده ماهی وحشی محاسبه نشد. فقط فرض شد ذخیره‌سازی بچه‌ماهیان پرورشی برای بازسازی ذخایر وجود ندارد (تراکم ذخیره‌سازی در مدل شبیه‌سازی صفر در نظر گرفته شد) و در نتیجه، تولید وابسته به جمعیت وحشی ماهی لحاظ شد. همچنین اندازه بچه‌ماهیان در زمان ذخیره‌سازی، برابر ۷

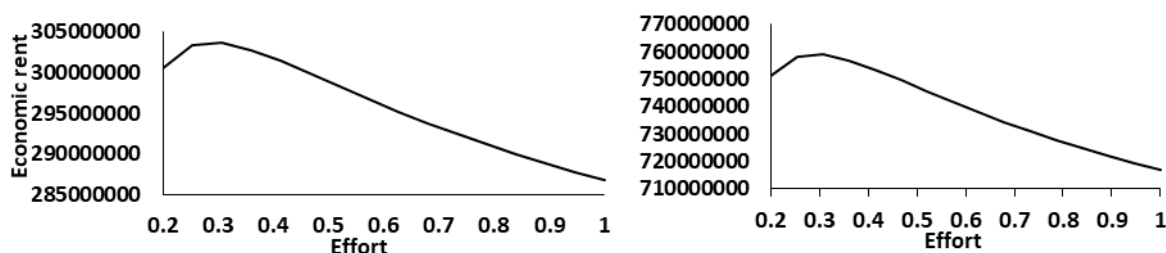
¹ Economic rent



شکل ۱: سود حاصل از صید (درصد)، تولید (تن) و زی توده (تن) به تلاش صیادی در صید ماهی کپور معمولی (بدون ذخیره سازی)
Figure 1: Economic rent (%), yield (tone), and biomass (tone) of the common carp fishery without enhancement

اگر تلاش صیادی در دامنه ۰/۲-۱ تنظیم شود و میزان فعلی صید ۴۸ تن باشد، میزان سود در دو تراکم رهاسازی ۲ و ۵ میلیون قطعه بچه ماهی ۷ سانتی متر تلاش صیادی ۰/۳۱ به بیشترین میزان رسید که با افزایش تلاش صیادی سود کاهش یافت (شکل ۲). با توجه به شکل ۳، در جمعیت ذخیره سازی با ۵ میلیون بچه ماهی ۷ سانتی متر با افزایش تلاش صیادی، زی توده نسبی کاهش یافت به طوری که در تلاش صیادی واحد زی توده به ۲۰ درصد زی توده جمعیتی که صید در آن ممنوع است، کاهش یافت.

با توجه به شکل ۱، در سطح تلاش صیادی، ۰/۶ صید بی رویه صورت می گیرد که بدین معناست که با کاهش تلاش صیادی، صید افزایش می یابد به طوری که در تلاش صیادی، معادل ۳۰ درصد تلاش صیادی فعلی، حداکثر صید (سود) به دست می آید. همچنین زی توده در تلاش صیادی، ۰/۶ کمتر از ۴۰ درصد زی توده همان جمعیت در شرایط صید ممنوع است که نشان می دهد جمعیت در شرایط صید بی رویه قرار دارد.



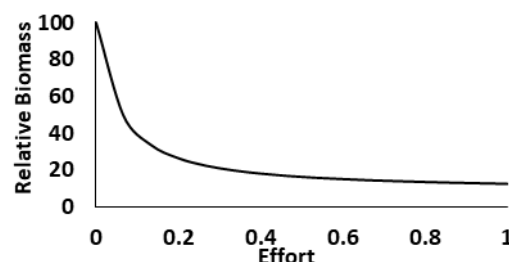
شکل ۲: سود خالص صید (ریال) ماهی کپور به تلاش صیادی در جمعیتی با میزان ذخیره سازی دو میلیون (چپ) و پنج میلیون (راست) بچه ماهی ۷ سانتی متری

Figure 2: Economic rent or gross revenue (IRR) from the common carp fishery as a function of fishing effort in the population stocked by 2 (Left) and 5 million (right) 7-cm hatchery reared juveniles

در تلاش صیادی برابر با ۰/۶ به صفر میل کند. این نتایج نشان داد، بازسازی ذخایر ماهی کپور برای سوددهی اقتصادی جامعه صیادی لازم و ضروری است. در مقابل، در جمعیت هایی که بازسازی ذخایر با رهاسازی بچه ماهیان ۷ سانتی متر انجام شد، سود در تلاش صیادی برابر با ۰/۳ واحد به حداکثر رسید و سپس کاهش یافت.

شبیه سازی شاخص سود خالص و زی توده در مدل Enhancefish نشان داد، وقتی تراکم ذخیره سازی در مدل شبیه سازی صفر در نظر گرفته شد، سود خالص صید ماهی کپور در جمعیتی که در آن برنامه بازسازی ذخایر وجود نداشت، با افزایش تلاش صیادی کاهش یافت. کاهش صید زی توده ماهی در جمعیت ماهی کپور سبب شد، سود صید

بچه ماهیان کپور یک گرمی تأثیری در میزان تولید نداشت، با افزایش بچه ماهیان رهاسازی شده، ریکروتمنت طبیعی ماهی *Acanthopagrus latus* در آبهای Nanlang (چین) افزایش یافت (Ruiyu et al., 2023). در نهایت، در جمعیت‌هایی که بازسازی ذخایر صورت می‌گیرد، میزان تلاش صیادی برای صید ذخایر بازسازی شده نباید نامحدود باشد. برای مثال، در جمعیت کپور معمولی که با بچه ماهیان ۷ سانتی‌متری ذخیره‌دار شد، تلاش صیادی معادل ۰/۳ واحد تلاش صیادی بود که حداکثر سود برای صیادان به‌دست آمد.



شکل ۳: زی‌توده نسبی (درصد) به تلاش صیادی (چپ) در جمعیت ذخیره‌سازی با ۵ میلیون بچه ماهی ۷ سانتی‌متری
Figure 3: Relative biomass (%) as a function of effort (Left) in the common carp population stocked by 5 million 7-cm hatchery reared juveniles

منابع

- Abdolmalaki, S., Khoshghalb, M., Mosavi, S. and Alizadeh, M., 2020. History of sturgeon propagation and restocking in the Caspian Sea. *Sturgeon Scientific Extension Journal*, 4:7-15. [In Persian].
- Bandani, G., Larijani, M., Frazil, H. and Daryanabard, G., 2020. Analyzing the trend of catch rate and reconstruction of carp and roach in the Iranian waters of Caspian Sea. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 9(2):45-56. DOI:10.22069/japu.2020.15590.1459. [In Persian].
- Camp, E., Collins, A. B., Ahrens, R. N. and Lorenzen, K., 2020. Fish Population Recruitment: What recruitment means and why it matters. *EDIS-IFAS*, Document number: FA222. 1-6. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FA222>. DOI:10.32473/edis-fa222-2020.
- Cooney, R.T. and Brodeur, R.D., 1998. Carrying capacity and North Pacific salmon production: stock-enhancement implications. *Bulletin of Marine Science*, 62(2):443-464.

برخلاف نتیجه مطالعه حاضر، وقتی تلاش صیادی برای صید ماهی *Acanthopagrus latus* در آبهای Nanlang (چین) کمتر از یک بود ($E < 1$)، با افزایش تلاش صیادی، سود افزایش یافت، اما وقتی تلاش صیادی بیشتر از یک بود ($E > 1$)، با افزایش تلاش صیادی، سود کاهش یافت (Ruiyu et al., 2023).

تأثیر تراکم (تعداد) بچه ماهیان رهاسازی شده بر میزان سود به اندازه بچه ماهیان رهاسازی شده بستگی دارد. مطالعه حاضر، با افزایش تراکم رهاسازی بچه ماهیانی که طول آنها ۷ سانتی‌متر بود، میزان سود افزایش یافت. در مطالعه Camp و Lorenzen (۲۰۱۹) افزایش تعداد بچه ماهیان رهاسازی شده طی دوره احیاء که در آن مرگومیر وابسته به تراکم است، نمی‌تواند در افزایش جمعیت ماهی مؤثر باشد به‌طوری‌که خواه یک مقدار کمتر یا بیشتر تخم یا لارو تولید شود، تعداد ماهیانی که تا جمعیت زیربلوغ زنده می‌مانند، به طور تقریبی یکسان خواهد بود (Camp et al., 2020). مرگومیر مراحل تخم و لارو به صورت مستقل از تراکم است، اما در بچه ماهیان شناگر که زندگی بسترنشینی یا گله‌ایی دارند، مرگومیر وابسته به تراکم است (Walters and Juanes, 1993).

از آنجایی که طول بچه ماهیان کپور رهاسازی شده در جنوب دریای خزر کمتر از یک دهم طول بینهایت آن است، مرگومیر آنها در این مرحله وابسته به تراکم است (Lorenzen and Camp, 2019)؛ بنابراین، احتمالاً با افزایش تعداد و تراکم بچه ماهیان رهاسازی شده، زی‌توده و تولید افزایش نمی‌یابد درحالی‌که افزایش تراکم رهاسازی

- Farabi, S.M.V., Khoshbavar Rostami, H., Ghaneei Tehrani, M., Ghiasi, M., Azari, A., Behrouzi, S., Mosavi, H., Firozkandian, S., Habibi, F., Zahedi Tabarestani, A., Mallaei, H., Mahdavi Amiri, A., Aghlmandi, F. and Binaei, M., 2007. The investigation of status brood stocks and releasing fingerlings of *Rutilus frisii kutum* (Kaminski, 1901) in the south of Caspian Sea (Mazandaran province, 2004). *Pajouhesh and Sazandgi*, 74:156-166. [In Persian].
- Larijani, M., Kordjazi, Z., Patimar, R., Bandani, G., Ansari, Z. and Jafarian, H., 2023. The management of Common carp Fisheries using spawning potential ratio (SPR) in the southeast of the Caspian Sea. *Ecology and Fisheries Management*. 31(2):1-8. DOI:10.1111/fme.12660.
- Le Vay, L., Carvalho, G.R., Quinitio, E.T., Lebata, J.H., Ut, V.N. and Fushimi, H., 2007. Quality of hatchery-reared juveniles for marine fisheries stock enhancement. *Aquaculture*, 268:169-180. DOI:10.1016/j.aquaculture.2007.04.041.
- Lorenzen, K., 2005. Population dynamics and potential of fisheries stock enhancement: practical theory for assessment and policy analysis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1453):171-189. DOI:10.1098/rstb.2004.1570.
- Lorenzen, K. and Medley, P.A., 2006. *Enhancefish manual (Beta release)*. London: imperial College.
- Lorenzen, K. and Camp, E.V., 2019. Density-dependence in the life history of fishes: when is a fish recruited? *Fisheries Research*, 217:5-10. DOI:10.1016/j.fishres.2018.09.024.
- Myers, R.A., 2001. Stock and recruitment: generalizations about maximum reproductive rate, density dependence, and variability using meta-analytic approaches. *ICES Journal of Marine Science*, 58(5):937-951. DOI:10.1006/jmsc.2001.1109.
- Ruiyu, F., Yu, G., Jinming, L., Jinhui, S., Gang, Y., Yigui, W. and Chuanxin, Q., 2023. Strategy of Stock Enhancement Using EnhanceFish Model: A Case of *Acanthopagrus latus* Enhancement in Nanlang Water Area, Zhongshan City. *Progress in Fishery Sciences*, 44(5):1-10. DOI:10.19663/j.issn2095-9869.20220502001.
- Walters, C. J. and Juanes, F., 1993. Recruitment limitation as a consequence of natural selection for use of restricted feeding habitats and predation risk taking by juvenile fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50(10):2058-2070. DOI:10.1139/f93-229.

Effect of the size and density of released *Cyprinus carpio* juveniles on the restoration of Caspian Sea stocks

Kordjazi Z.^{1*}; Jafaryan H.¹; Farhangi M.¹

*z.kordjazi@gmail.com; ziya.kordjazi@gonbad.ac.ir

1- Department of Fisheries, Agriculture and Natural Resources Faculty, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran

Abstract

The quality of hatchery reared juvenile fish and their releasing quality to the wild would impact the rate of stock enhancement in the aquatic resource. This study examined the impact of size and density of the hatchery-reared juveniles on the biomass, catch and profit of fishing activities of common carp in the Caspian Sea. Data used in this study was extracted through literatures review, including the number and the size of hatchery reared juveniles of common carp at the releasing time to the wild, annual catch of common carp from 1999 to 2017 in the south-east of the Caspian Sea, and population parameters of common carp estimated using length frequency data in 2019 and 2020. The results indicated that economic rent and biomass decreased in the population without stocking. While, releasing hatchery-reared juveniles at the length of 7 cm (the length equal to the 10% of L_{∞}) showed that catch profit and relative biomass declined by increasing fishing effort, which was associated with overfishing. Thus, releasing one-gram hatchery-reared, which the length of released juveniles is less than 10% of population asymptotic length L_{∞} , may not increase common carp yield and biomass. In contrast, this may only increase the cost of stock enhancement. In addition, when the size or length of released juveniles increased to the 10% of population asymptotic length, the maximum economic rent (gross revenue) was obtained in the 30% of fishing effort unit.

Keywords: Release of hatchery-reared fish, Stock enhancement, *Cyprinus carpio*, Caspian Sea

*Corresponding author