مجله علمی شیلات ایران ۳۳(۳) ۱۳۳-۱۳۷ (DOI): 10.22092/ISFJ.2024.132083

یافته علمی کوتاه:

اثر اندازه و تراکم بچه‌ماهیان کپور (*Cyprinus carpio*) رهاسازی‌شده در بازسازی ذخایر دریای خزر

ضیاء کردجزی*[1]، حجت‌اله جعفریان[1]، محمد فرهنگی[1]

*ziya.kordjazi@gonbad.ac.ir

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

لغات کلیدی: رهاسازی بچه‌ماهیان 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 به‌طوری‌که بقاء این ماهیان به تولید و رهاسازی بچه‌ماهیان پرورشی وابسته شده است. در این میان، میزان موفقیت بازسازی ذخایر آبزیان به کیفیت بچه‌ماهیان پرورشی و کیفیت رهاسازی آنها بستگی دارد به‌طوری‌که هرچه کیفیت بچه‌ماهیان بالاتر باشد، بچه‌ماهیان پتانسیل بیشتری برای رسیدن به سن بلوغ دارند (Le Vay *et al.* 2007). اما پرورش بچه‌ماهیان تا اندازه بزرگتر، زمان و هزینه پرورش را افزایش می‌دهد. همچنین میزان مرگ‌ومیر بچه‌ماهیان رهاسازی شده به ظرفیت بیولوژیک اکوسیستم آبی (Cooney and Brodeur, 1998)، اندازه و تراکم بچه‌ماهیان رهاسازی شده بستگی دارد (Lorenzen and Camp, 2019; Camp *et al*., 2020).

مطالعه میزان صید و رهاسازی بچه‌ماهیان گونه‌های تجاری در دریای خزر نشان داد، با وجود افزایش میزان رهاسازی بچه‌ماهیان کپور و کلمه، میزان صید آنها در میانه دهه ۱۳۹۰ کاهش یافت (Bandani *et al.*, 2020). همچنین میزان رهاسازی بچه‌ماهیان خاویاری (*Acipenser* sp.) طی ۲۰ سال (۹۷-۱۳۷۷) از ۲۴/۵ میلیون قطعه به ۲ میلیون قطعه کاهش یافت (Abdolmalaki *et al.*, 2020). Farabi و همکاران (2007) وزن حدود ۷۰ درصد بچه‌ماهیان سفید رهاسازی شده در مازندران را در سال ۱۳۸۳، ۱/۵-۱ 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 قرارگرفت (Ruiyu *et al.*, 2023). هدف این مطالعه بررسی اثر اندازه و تعداد بچه‌ماهیان کپور رهاسازی شده در بقاء بچه‌ماهیان و در نهایت بازسازی ذخایر در دریای خزر است.

مواد و روش کار

داده‌های مورد نیاز برای این مطالعه شامل تعداد بچه‌ماهیان رهاسازی شده، اندازه بچه‌ماهیان 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) به‌دست آمد (جدول ۱).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-29]

Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

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	M. of wild phenotype at L=1 cm	$M_{1,w}$	Mortality
		5.4	M. of hatchery phenotype at L=1 cm	$M_{1,S}$	
(Larijani *et al.*, 2023)	Direct measurement	26.4	Measurement of proportional maturity	Lm	Reproduction
	Assumed	-1		p	
	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*	Recruitment
			0.625	b*	

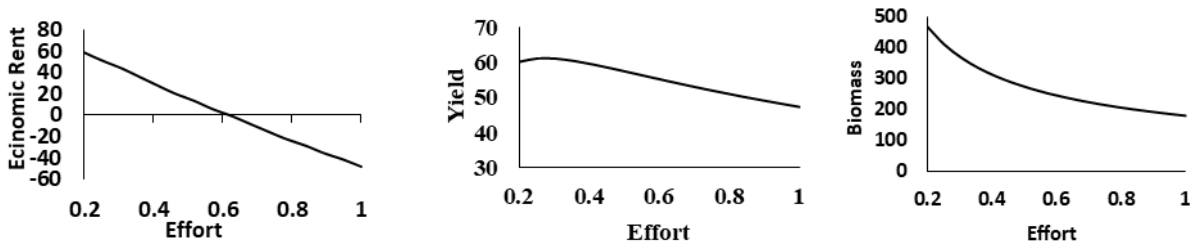
در این مطالعه از نرم‌افزار EnhanceFish استفاده شد که ابزاری برای تجزیه‌وتحلیل بازسازی ذخایر بر پایه آبزی‌پروری است (Lorenzen, 2005; Lorenzen and medley 2006). در مدل Enhancefish با تغییر تلاش صیادی، تراکم ذخیره سازی، اندازه ماهی در زمان ذخیره‌سازی و L_{50} انتخاب‌پذیری، سه شاخص تولید ذخیره، زی‌توده ذخیره و سود خالص[1] 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 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).

[1] Economic rent

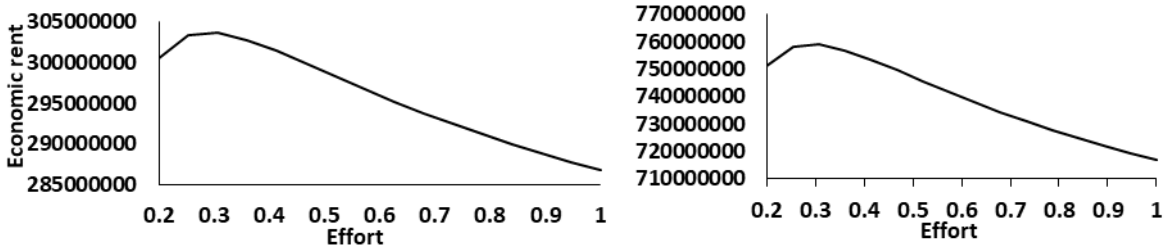
[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-29]



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

با توجه به شکل ۱، در سطح تلاش صیادی، ۰/۶ صید بی‌رویه صورت می‌گیرد که بدین معناست که با کاهش تلاش صیادی، صید افزایش می‌یابد به‌طوری‌که در تلاش صیادی، معادل ۳۰ درصد تلاش صیادی فعلی، حداکثر صید (سود) به‌دست می‌آید. همچنین زی‌توده در تلاش صیادی، ۰/۶ کمتر از ۴۰ درصد زی‌توده همان جمعیت در شرایط صید ممنوع است که نشان می‌دهد جمعیت در شرایط صید بی‌رویه قرار دارد.

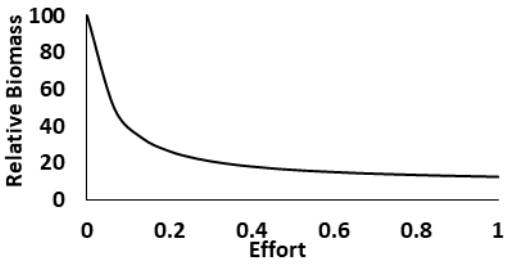
اگر تلاش صیادی در دامنه ۱-۰/۲ تنظیم شود و میزان فعلی صید ۴۸ تن باشد، میزان سود در دو تراکم رهاسازی ۲ و ۵ میلیون قطعه بچه ماهی ۷ سانتی‌متر تلاش صیادی ۰/۳۱ به بیشترین میزان رسید که با افزایش تلاش صیادی سود کاهش یافت (شکل ۲). با توجه به شکل ۳، در جمعیت ذخیره‌سازی با ۵ میلیون بچه‌ماهی ۷ سانتی‌متر با افزایش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



شکل ۲: سود خالص صید (ریال) ماهی کپور به تلاش صیادی در جمعیتی با میزان ذخیره‌سازی دو میلیون (چپ) و پنج میلیون (راست) بچه‌ماهی ۷ سانتی‌متری
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

شبیه‌سازی شاخص سود خالص و زی‌توده در مدل Enhancefish نشان داد، وقتی تراکم ذخیره‌سازی در مدل شبیه‌سازی 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 و زی‌توده ماهی در جمعیت ماهی کپور سبب شد، سود صید 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 جمعیت‌هایی که بازسازی ذخایر با رهاسازی بچه‌ماهیان ۷ سانتی‌متر انجام شد، سود در تلاش صیادی برابر با ۰/۳ واحد به حداکثر رسید و سپس کاهش یافت.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-29]



شکل ۳: زی‌توده نسبی (درصد) به تلاش صیادی (چپ) در جمعیت ذخیره‌سازی با ۵ میلیون بچه‌ماهی 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

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) بچه‌ماهیان رهاسازی‌شده بر میزان سود به اندازه بچه‌ماهیان رهاسازی شده بستگی دارد. مطالعه حاضر، با افزایش تراکم رهاسازی بچه‌ماهیانی که طول آنها ۷ سانتی‌متر بود، میزان سود افزایش یافت. در مطالعه Lorenzen و Camp (۲۰۱۹) افزایش تعداد بچه‌ماهیان 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 بچه‌ماهیان شناگر که زندگی بسترنشینی یا گله‌ایی دارند، مرگ‌ومیر وابسته به تراکم است (Walters and Juanes, 1993).

از آن‌جایی‌که طول بچه‌ماهیان کپور رهاسازی‌شده 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 بچه‌ماهیان رهاسازی شده، زی‌توده و تولید افزایش نمی‌یابد درحالی‌که افزایش تراکم رهاسازی بچه‌ماهیان کپور یک گرمی تاثیری در میزان تولید نداشت، با افزایش بچه‌ماهیان 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 بچه‌ماهیان ۷ سانتی‌متری ذخیره‌دار شد، تلاش صیادی معادل ۰/۳ واحد تلاش صیادی بود که حداکثر سود برای صیادان به‌دست آمد.

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.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-29]

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.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-29]

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 lengthy 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

[Downloaded from isfj.ir on 2026-06-29]