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

ارزیابی تنوع‌زیستی ماهیان در زیستگاه‌های مصنوعی خلیج فارس (استان هرمزگان، بنادر سلخ و بستانه)

سیامک بهزادی[1*]، محمد درویشی[1]، علی سالارپوری[1]، غلامعلی اکبرزاده[2]، آرزو وهاب‌نژاد[3]، شهرام صیدمرادی[4]، سید پرویزمحبی نوذر[5]

[1]استادیار، پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس ودریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، بندرعباس، ایران
[2]کارشناس، پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس ودریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، بندرعباس، ایران
[3]استادیار، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
[4]کارشناس، ایستگاه تحقیقات نرم تنان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، بندرلنگه، ایران
[5]کارشناس، اداره کل شیلات استان هرمزگان، بندرعباس، ایران

تاریخ ارسال: ۹۷/۱۲/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۴/۱۹

چکیده

زیستگاه‌های مصنوعی به‌منظور بازسازی ذخایرو افزایش تنوع زیستی آبزیان در دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این مطالعه تنوع زیستی ماهیان در زیستگاه‌های مصنوعی در سه ایستگاه، شماره ۱ شامل سازه‌های لوله‌ای در بندر سلخ، ایستگاه شماره ۲ سازه‌های لوله‌ای در بندر بستانه و ایستگاه ۳ ترکیبی از سازه‌های هرمی، کروی و لوله‌ای در بندر بستانه در اعماق ۲۰ متری مورد ارزیابی واقع شد. پژوهش حاضر به‌روش برآورد آبزیان توسط مشاهده مستقیم و در قالب طرح تصادفی به مدت یکسال (از دی ماه ۱۳۹۵ تااسفند ۱۳۹۶)، به صورت فصلی انجام گردید. بیشینه شاخص‌های غناء شانون- وینر، سیمپسون، و مارگالف به ترتیب برابر ۲/۵، ۰/۸۸ و ۸/۳۲ در ایستگاه ۳ نتیجه‌گیری شد. همچنین بیشترین مقدار شاخص شانون-وینر (۳/۱۷) و سیمپسون (۰/۹۵) مربوط به پروانه آنتن‌دار (*H. acuminatus*) و بیشترین مقدار شاخص غناء مارگالف (۵/۰۲) در ماهی هاماد (*P. maculosus*) برآورد گردید. نتایج مربوط به آنالیز SHE نشان داد توزیع اجتماعات

*نویسنده مسئول:

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-11]

در سطح ایستگاه‌ها از مدل لوگ نرمال و در سطح گونه‌ها از مدل عصای شکسته مک‌آرتور تبعیت می‌نماید که این مدل توزیع متعادل‌تر منابع بین اعضاء جامعه را بازگو می‌نماید. در این پژوهش نتیجه‌گیری شد زیستگاه‌های مصنوعی در افزایش تنوع زیستی نقش به‌سزائی دارد و پیچیدگی ساختار فیزیکی آنها در افزایش تنوع زیستی نقش مثبتی را ایفا می‌نماید.

***واژه‌های کلیدی*: تنوع زیستی، زیستگاه مصنوعی، آنالیز SHE، بندر سلخ، بندر بستانه، خلیج فارس**

مقدمه

زیست‌بوم‌های دریایی به‌دلایل مختلف ازجمله برداشت بیش‌ازحد از منابع زنده، دست‌کاری مستقیم مناطق ساحلی، هجوم و معرفی گونه‌های مهاجم از سایر زیست‌بوم‌ها، آلودگی‌ها، تغییرات آب و هوایی و غیره در معرض خطر قرارگرفته‌اند که همین عوامل‌گاه باعث انقراض برخی گونه‌ها نیز شده‌است (Morri and Bianchi, 2005). زیستگاه‌های مصنوعی[1] ابزارهای ساخته‌شده دست بشر تعریف گردیده که پس از استقرار در محیط دریا، بستر و شعاع پیرامون خود را تحت تأثیر فیزیکی، شیمیایی، هیدرولوژیکی و زیستی قرار می‌دهند. هرچند که کلیه عوامل ذکرشده از منظر کمی و کیفی به جنس و نوع سازه، چیده‌مان، استقرارو فون و فلور طبیعی هر زیست‌بوم بستگی دارد (Santos *et al*., 2005). زیستگاه‌های مصنوعی برای افزایش آبزیان و تنوع زیستی آنها، احیاء زیستگاه‌ها و بازسازی صخره‌های مرجانی که تخریب شده‌اند نیز استفاده می‌گردد (Bortone *et al*., 2011).

شاخص‌های تنوع زیستی یکی از روش‌های بررسی و ارزیابی تنوع گونه‌ای بوده به نحوی‌که در یک زیست‌بوم هرچه تنوع‌گونه‌ای بیشتر باشد، محیط سالم‌تر، پایدارتر و از شرایط خودتنظیمی بیشتر برخوردار می‌باشد. لذا تنوع‌زیستی و اجزاء آن در هر منطقه را بایستی به‌عنوان کلید پایداری و سلامت آن محیط به‌حساب آورد، این شاخص به‌مطالعه گوناگونی ساختار جمعیتی، الگوهای فراوانی و پراکنش جانداران که مفهوم آن با آمیختگی و ترکیب گونه‌ها قرین است پرداخته و به‌عنوان شاخصی برای مقایسه وضعیت اکولوژیک زیست‌بوم‌ها به‌کار گرفته می‌شود. از دیگر سو شاخص‌های تنوع در بردارنده توام دو ویژگی جامعه یعنی غناء و یکنواختی می‌باشند (Buzas and Hayek, 1998). این محققین، راهی ساده اما مؤثر برای تجزیه شاخص غناء به مؤلفه‌های تشکیل دهنده آن ابداع کرده‌اند که به تجزیه SHE[2] مشهور است (Ejtehadi, 2008). در یک جامعه علی‌رغم ثابت ماندن مقدار اطلاعات، غناء گونه‌ای ممکن است افزایش یابد اما شاخص تنوع تغییری را نشان ندهد. از سوی دیگر اطلاعات ممکن است افزایش یابد اما یکنواختی جامعه ثابت باقی بماند. روش‌های متعددی در برآورد ذخایر ماهیان

1- Artificial reefs
2- Species Richness, Shanon Index and Evenness

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-11]

صخره‌ای استفاده می‌گردد که باتوجه به توپوگرافی بستر مورد مطالعه متفاوت است (Labrosse *et al*., 2010). برآورد به‌روش مشاهده مستقیم[1]، یکی از روش‌های بسیار پرکاربرد در ارزیابی اجتماعات ماهیان در مناطق صخره‌ای بوده و تاکنون چندین دستورالعمل دراین زمینه نوشته شده است (Labrosse, 2010).

اساس این روش بر آن استوار بوده که تعداد یک آبزی در یک‌زمان ثابت در یک منطقه تعریف‌شده (به‌عنوان مثال ترانسکت و یا کوادرات) ثبت می‌گردد (Willis, 2001). تاکنون در زمینه پایش زیستگاه‌های مصنوعی در آب‌های استان هرمزگان برخی مطالعه‌ها از قبیل، بررسی اکولوژیک زیستگاه‌های مصنوعی در استان هرمزگان (حوضه بندرلنگه) توسط مرتضوی و همکاران (Mortazavi *et al*., 2011)، پایش ذخایر آبزیان تجاری در اطراف زیستگاه‌های مصنوعی استان هرمزگان (بندرلنگه) توسط کمالی و همکاران (Kamali *et al*., 2008) و بررسی اثرات ناشی ازاستقرار زیستگاه‌های مصنوعی بر ارگانیسم‌های دریایی در آب‌های ساحلی شهر بندرعباس توسط بهزادی و همکاران (Behzadi *et al*., 2016) صورت پذیرفته است که نتایج حاصل از این مطالعه‌ها نشان دهنده بیشتر بودن فراوانی آبزیان در زیستگاه‌های مصنوعی نسبت به ایستگاه شاهد (فاقد زیستگاه‌های مصنوعی)، می‌باشد. در برآورد تنوع و تراکم آبزیان به‌روش مشاهده مستقیم در پیرامون زیستگاه‌های مصنوعی به‌دلیل مشکلات مربوط به این گونه مطالعه‌ها گزارش‌های اندکی تاکنون ارائه شده است (Boswell *et al*., 2010).

هدف از این پژوهش ارزیابی تنوع زیستی ماهیان در سه نوع مختلف زیستگاه‌های مصنوعی موجود در بندر سلخ (جزیره قشم) و بندر بستانه (بندرلنگه) بوده است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر پس از یک سال استقرار زیستگاه‌های مصنوعی در اعماق ۲۰ متری در بنادر سلخ و بستانه انجام شد. عملیات نمونه‌برداری در ایستگاه شماره ۱، شامل ۱۸۰۰ عدد سازه لوله بتونی در بندر سلخ، ایستگاه شماره ۲، شامل ۱۸۰۰ عدد سازه لوله بتونی در بندر بستانه و ایستگاه ۳، ترکیبی متشکل از ۱۵۰ سازه هرمی، ۱۵۰ سازه کروی و ۱۵۰۰ سازه لوله‌ای بتونی در بندر بستانه در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی از دی‌ماه ۱۳۹۵ لغایت اسفندماه ۱۳۹۶به‌صورت فصلی صورت پذیرفت (شکل ۱). از روش شمارش در حالت ایستا[2]، و روش ترانسکت مستطیل مکعب شکل[3]، در مطالعه ماهیان استفاده شد (Labrosse et al., 2010). به‌منظور برآورد تعداد ماهیان در هر منطقه ابتدا تعداد گونه‌های

1- Underwater Visual Census Method
2- Stationary counts
3- Belt Transect

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-11]

مختلف در مترمکعب در منطقه مؤثر در زیستگاه‌های مصنوعی از معادله یک استفاده شد: معادله ۱. $N= (\Sigma N_i)/ (\Sigma V_i)$، که در آن: N : تعداد در مترمکعب، N_i: تعداد ماهی در ایستگاه i، V_i: حجم مؤثر زیستگاه مصنوعی در ایستگاهi، سپس تعداد در مترمکعب در هر زیستگاه مصنوعی در هر فصل در حجم کل نمونه‌برداری شده در همان فصل ضرب گردید تا تعداد در منطقه نمونه‌برداری شده محاسبه گردد (Labrosse et al., 2010).

در ارزیابی تنوع زیستی از شاخص تشابه سیمپسون[1] که یکی از شاخص‌های معنی‌دار و قوی شاخص‌های تنوع‌گونه‌ای می‌باشد استفاده شد. این شاخص به‌شدت متوجه گونه‌های غالب در نمونه بوده ولی به‌غنای گونه‌ای حساسیت اندکی دارد. شاخص تشابه سیمپسون (1-D) تا تقریباً یک (1-1/s) و عکس فرمول اولیه سیمپسون (1/D) بین یک تا S (تعداد گونه‌ها در نمونه) تغییر می‌کند. به‌طورکلی با استفاده از عکس شاخص سیمپسون می‌توان به یکنواختی پی برد. اعداد نزدیک به صفر نمایانگر کمترین یکنواختی و اعداد نزدیک به یک بیشترین یکنواختی را نمایش می‌دهند (Magurran, 2004، معادله ۲):

معادله ۲) $$\frac{1}{D} = \frac{1}{\sum_N^i p_{i2}}$$

که در آن: 1/D: عکس شاخص سیمپسون، p_i: سهم گونه i آم در جامعه و N: تعداد کل افراد جامعه می‌باشد.

شاخص شانون- وینر[2]، از دیگر شاخص‌های مورد استفاده در این مطالعه بوده که متداول‌ترین شاخص برای اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای است. مقدار این شاخص برای داده‌های اکولوژیک معمولاً بین ۱/۵ تا ۳/۵ و ندرتاً ۴/۵ می‌باشد. هر چه مقدار این شاخص بیشتر باشد نشان‌دهنده تنوع بیشتر است. معادله سه، برای این شاخص مورداستفاده قرار گرفت (Magurran, 2004):

معادله۳) $$H = -\sum_{i=1}^{S_{abs}} p_i \log_e p \quad p_i = \frac{n_i}{N}.$$

که در این معادله H: شاخص شانون- وینر، Pi: فراوانی نسبی هر یک از گونه‌ها یعنی نسبت افراد هرگونه به‌کل افراد آن جامعه، S: تعداد گونه‌ها یا به عبارت بهتر غنای گونه‌ای (Species richness)، n_i: تعداد افراد در گونه i آم و N: کل افراد در نمونه می‌باشد. از دیگر شاخص‌های تنوع زیستی شاخص غنای مارگالف[3] بوده که تعداد گونه‌ها را نسبت به تعداد کل افراد در منطقه نشان می‌دهد که هر چه مقدار محاسبه‌شده این شاخص بیشتر باشد نشان‌دهنده تنوع گونه‌ای بیشتر است (معادله ۴، Magurran, 2004):

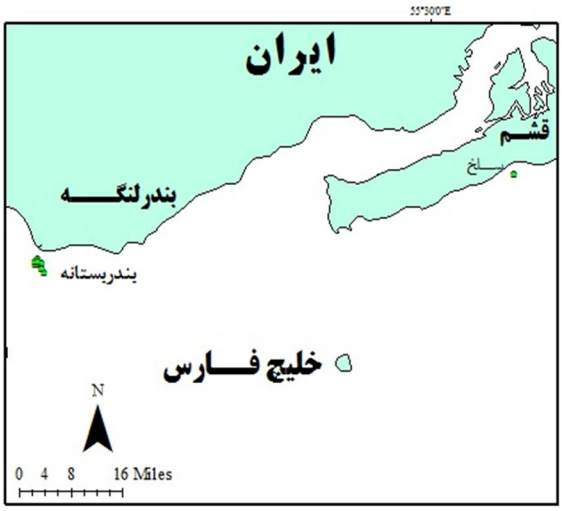
1- Simpson Index
2- Shanon-Viner Index
3- Margalef

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-11]

معادله ۴) $D = \frac{(S-1)}{LnN}$

که در آن: S: تعداد کل گونه‌ها و N: تعداد کل افراد می‌باشد. هم‌چنین به‌منظور مطالعه شاخص یکنواختی، از شاخص یکنواختی شلدون استفاده شد: $E = \frac{e^{H'}}{S}$ که در آن E شاخص یکنواختی، H' شاخص اطلاعات (معادل شاخص تنوع شانون)، S غنای گونه‌ای (تعداد گونه در واحد سطح) و e برابر پایه لگاریتم طبیعی است و شاخص یکنواختی همواره $0 < E \leq 1$ می‌باشد (Buzas and Hayek, 2005).

با توجه به عدم امکان جداسازی سهم غنای گونه‌ای و یکنواختی در شاخص تنوع و جداسازی شدت نمونه‌برداری از شاخص تنوع، روش تجزیه و تحلیل SHE استفاده شد (Buzas and Hayek, 1998)، در واقع درک روشنی از غناء گونه‌ای و یکنواختی برای بهتر دانستن شاخص‌های تنوع ضروری است. به‌منظور شناسایی آبزیان پس از تصویربرداری از آنها از کلیدهای شناسایی (Fisher and Bianchi, 1984; Randal, 1995; De Bruin *et al*., 1995; Smith and Heemstra, 1996; Carpenter *et al*., 1997) استفاده شد. در این پژوهش به‌منظور تعیین نقش نوع سازه‌های به‌کاررفته در تنوع زیستی ماهیان و محاسبه‌های مربوط به انواع شاخص‌های تنوع، غنا، یکنواختی و SHE در زیستگاه‌های مصنوعی از شاخص‌های تنوع‌زیستی در نرم‌افزار $PAST_{3.1}$[1] استفاده شد.



شکل ۱- محل استقرار زیستگاه‌های مصنوعی بندر سلخ (جزیره قشم) و بندر بستانه (بندرلنگه)

1- Paleontological statistics

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-11]

نتایج

ماهیان شناسایی شده به‌همراه خانواده، در هر یک ازسه زیستگاه مصنوعی در جدول ۱، نشـان داده شده است. در نام‌گذاری اسامی فارسی خانواده و گونه‌های که تاکنون در فرهنـگ شـیلاتی نـام‌گـذاری نشده‌اند تنها به نام علمی آنها بسنده شده است.

جدول ۱- اسامی ماهیان و حضور (+)، یا عدم حضور (-)، هر یک از آنها در زیستگاه‌های مصنوعی

خانواده	نام فارسی خانواده	نام علمی	نام فارسی گونه	St_1	St_2	St_3
Alpheidae	میگوهای زینتی	*Alpheus ochrostriatus*	میگو زینتی	-	-	+
		A. bellulus	میگو زینتی	-	-	+
Apogonidae	آپاگون ماهیان	*Apogon fasciatus*	آپاگون معمولی	+	+	+
		A. lineatus	آپاگون نواری	+	+	+
Blennidae	بلنی ماهیان	*Ecsenius pulcher*		-	-	+
		Aspidontus taeniatus		-	-	+
Carangidae	گیش ماهیان	*Carangoides bajad*	گیش بجد	+	+	+
		Caranx ignobilis	گیش مرتفع	+	+	-
		Trachinitus mookalee	پرستوماهی	+	+	+
		Ulua mentalis	گیش چانه دراز	-	+	+
		C. chrysophrys	گیش پوزه صاف	+	+	+
		C. malabaricus	گیش خال سفید	+	-	-
		Caranx sp.	گیش	+	-	-
		Scomberoides commersoniannus	سارم معمولی	+	-	-
		Scomberoides sp.	سارم	+	-	-
Carcharhinidae	کوسه ماهیان	*Rhizoprionodon acutus*	کوسه پشت خاکستری	+	+	+
		Carcharhinus melanopterus		-	-	+
Chaetodontidae	پروانه ماهیان	*Heniochus acuminatus*	پروانه آنتن دار	+	+	+
Clupeidae	شگ ماهیان	*Nematolosa nasus*	گواف	+	-	-
Dasyatidae	سپرماهیان گزنده	*Pastinachus sephen*	سپر دم پری	+	+	+
		Himantura uarnak	سپرپلنگی	+	+	+
		H. gerrardi	سپردم دراز	+	+	+
		Brevitrygon walga	سپر دم کوتاه دو خار	+	-	-
Echeneidae	چسبک ماهیان	*Echenius naucrates*	چسبک ماهی	+	+	+
Gerreidae	چغوک ماهیان	*Gerres acinaces*	چغوک خال طلایی	+	-	-
		G. filamentosus	چغوک رشته دار	+	-	-
Gobiidae	گوبیده ماهیان	*Gobidae* sp.		+	+	+
		Amblyeleotris downingi		-	-	+
		A. triguttata		-	-	+
		A. diagonalis		-	-	+

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-11]

		Valenciennea persica		-	-	+
Haemulidae	سنگسرماهیان	*Diagramma pictum*	خنو خاکستری	+	+	+
		Plectorhinchus pictus	خنو گل باقلی	+	+	+
Lethrinidae	شهری ماهیان	*Lethrinus nebulosus*	شهری معمولی	+	+	+
		L.microdon	شهری قهوه ای	+	+	-
		L. lentjan	شهری گوش قرمز	-	+	+
Loliginidae	اسکوئید ماهیان	*Uroteuthis duvaucelii*	اسکوئید	+	-	-
Lutjanidae	سرخوماهیان	*Lutjanus johni*	سرخومعمولی	+	+	+
		L. fulviflammus	سرخو دم رشته ای	+	+	+
		L. russelli	سرخوهشت خط	+	+	+
		L.lutjanus	سرخوچشم درشت	-	+	+
Muraenesocidae	مار ماهی ماهیان	*Muraenesus cinereus*	مارماهی تیزدندان	+	-	+
Nemipteridae	گوازیم ماهیان	*Scolopsis ghanam*	غنم	+	+	+
		Scolopsis vosmeri		_	+	+
		Scolopsis taeniatus		_	+	+
		Parascolopsis aspinosa		-	+	+
Ostraciidae	جعبه ماهیان	*Tetrosomus gibbosus*	جعبه ماهی	+	-	+
	خفاش ماهیان	*Platax orbicularis*	خفاش ماهی	+	_	+
Plotosidae	فریاله ماهیان	*Plotosus lineatus*	فریاله (گرزک)	+	+	+
Pomacanthidae	هامادماهیان	*Pomacanthus maculosus*	هاماد	+	+	+
Pomacentridae	فرشته ماهیان	*Pomacentrus leptus*		+	_	+
		Abudefduf vaigiensis		+	+	+
		Abudefduf saxatilis		+	-	-
		Chromis xanthopterygia		-	+	+
		Chromis sp.		-	+	+
		Chrysiptera unimaculata		-	+	+
		Dascyllus trimaculatus		-	+	+
		Pomacentrus aquilus		-	-	+
		Neopomacentrus cyanomus		-	+	+
		N.sindensis		-	+	+
Scombridae	تون ماهیان	*Scomberomorus commerson*	شیر ماهی	+	+	+
Scorpaenidae	خروس ماهیان	*Pterois russelli*	خروس دریا	+	+	+
Sepiidae	مرکب ماهیان	*Sepia pharaonis*	ماهی مرکب	+	+	+
Serranidae	هامورماهیان	*Epinephelus coioides*	هامورمعمولی	+	+	+
		Epinephelus areolatus	هامورآجری	+	-	+
		Cephalopholis hemistiktos	هامورقرمز	+	+	+
		Epinephelus diacantus	هامورپنج نواری	-	+	+
		Epinephelus bleekeri	هاموردم خاکستری	-	-	+
Siganidae	صافی ماهیان	*Siganus javus*	صافی معمولی	-	+	+
		Siganus sautor	صافی مواج	-	+	-
Sparidae	شانک ماهیان	*Acanthopagrus arabicus*	شانک زردباله	+	+	+

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-11]

		Acanthopagrus biafascatus	شانک دو نواری	+	+	+
		Argyrops spinifer	کوپر	+	+	+
Scaridae	طوطی ماهیان	*Scarus persicus*	طوطی ماهی ایرانی	_	+	+
		Scarus ghobban	طوطی ماهی زرد پولک	_	_	+
Sphyraenidae	کوترماهیان	*Sphyraena putnamiae*	کوترمواج	+	+	+
		Sphyraena jello	کوتر بزرگ	+	+	+
		Sphyraena forsteri	کوترساده	+	-	+
Terapontidae	یلی ماهیان	*Terapon theraps*	یلی خط صاف	+	+	+
		Terapon jarbua	یلی خط کمانی	+	+	+
Tetraodontidae	بادکنک ماهیان	*Lagocephalus* sp.	بادکنک ماهی	+	+	+
Torpedinidae	سپرماهیان برقی	*Torpedo sinuspesici*	سفره برقی	+	_	+
Uranoscopidae	اورانوس ماهیان	*Uranoscopus guttatus*	اورانوس ماهی	+	_	+

بندر سلخ =St_1 (لوله‌های بتنی)، بندر بستانه= St_2 (لوله های بتنی)، بندر بستانه=St_3 (لوله‌های بتنی، سازه های کروی و هرمی)

نتایج حاصل از شاخص‌های مختلف تنوع زیستی در جدول ۲، آورده شده است:

جدول۲- مقادیر شاخص‌های تنوع‌زیستی در سطح زیستگاه‌های مصنوعی و گونه‌ها

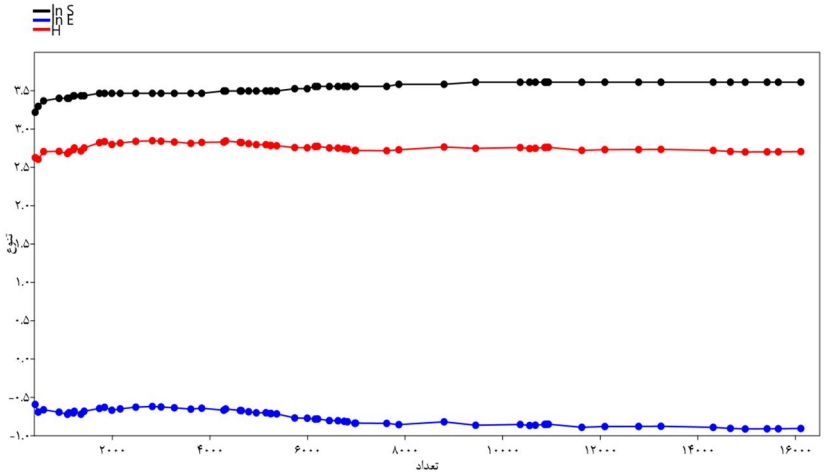
		تعداد	شانون	سیمپسون	مارگالف	یکنواختی
زیستگاه مصنوعی	بندرسلخ	۵۵ (گونه)	۲/۱۲	۰/۸۲	۶/۸۴	۰/۹۷
	بندربستانه[1]	۵۷ (گونه)	۱/۷۸	۰/۷۶	۷/۵	۰/۹۲
	بندربستانه[2]	۷۲ (گونه)	۲/۵	۰/۸۸	۸/۳۲	۰/۸۹
گونه	بیشترین	*C. xanthopterygia* (۱۱۶۵)	پروانه آنتن دار (۳/۱۷)	پروانه آنتن‌دار (۰/۹۵)	هاماد (۵/۰۲)	(۰/۹۹) *V. persica*
	کمترین	*V. sexguttata* (۱ قطعه)	گیش چانه‌دراز (۰/۵۱)	گیش چانه دراز (۰/۳۳)	(۰/۴۸) *P. aspinosa*	شانک ۲ نواری (۰/۳۸)

۱- زیستگاه‌های مصنوعی لوله بتنی،۲-زیستگاه مصنوعی تلفیقی از لوله بتنی، سازه کروی و هرمی.

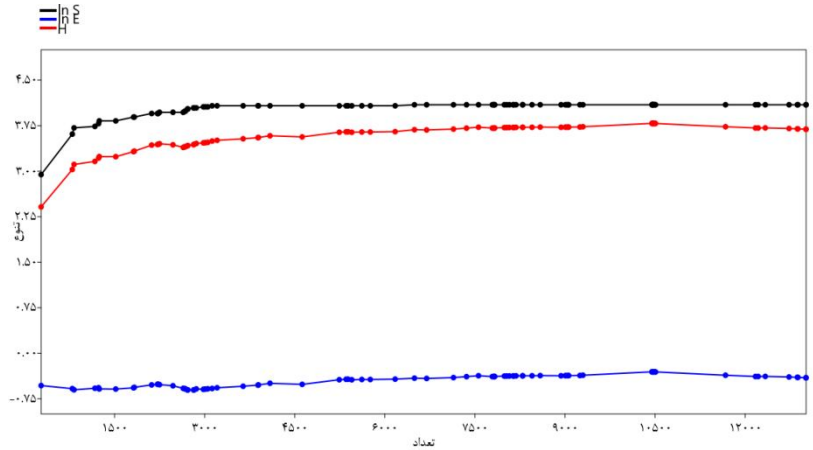
بیشترین تعداد گونه‌ها (۷۲) در بندر بستانه (تلفیقی از سه سازه)، و کمترین تعداد (۵۵) گونه در بندر سلخ (لوله بتنی) نتیجه‌گیری شد. هم‌چنین گونه *Chromis xanthopterygia*، از خانواده دوشیزه ماهیان با ۱۱۶۵ قطعه بیشترین تعداد و *Valenciennea persica* از گوبیده ماهیان با یک قطعه کمترین تعداد را نشان دادند. بیشینه شاخص‌های غناء شانون (۲/۵)، سیمپسون (۰/۸۸)، و مارگالف (۸/۳۲) در سه زیستگاه مصنوعی در ایستگاه ۳ (بندر بستانه تلفیقی از سه سازه)، نتیجه‌گیری شد. هم‌چنین، نتایج حاصل از محاسبه این شاخص‌ها درگونه‌های مطالعه شده نشان داد بیشینه شاخص شانون (۳/۱۷) و سیمپسون (۰/۹۵)، مربوط به پروانه آنتن‌دار و بیشترین مقدار شاخص غناء مارگالف به هاماد (۵/۰۲)، تعلق دارد. به‌علاوه، کمترین مقادیر شاخص‌های غناء شانون (۰/۵۱) و سیمپسون

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-11]

(۰/۳۳)، در گیش چانه‌دراز و شاخص مارگالف (۰/۴۸)، در *Parascolopsis aspinosa* نتیجه‌گیری شد. نتایج شاخص یکنواختی نشان داد بیشترین و کمترین این شاخص به زیستگاه‌های مصنوعی بندر سلخ (۰/۹۷) و بندر بستانه (تلفیقی از سه سازه) (۰/۸۹) تعلق دارد. در بین گونه‌ها، بیشترین این مقدار متعلق به گونه *Valenciennea persica* (۰/۹۹) و کمترین آن در گونه شانک دونواری (۰/۳۸) مشاهده شد (جدول۲). نمودارهای مربوط به ارزیابی شاخص آنالیز SHE به تفکیک منطقه وگونه در شکل‌های ۲ و ۳ آورده شده است.



شکل۲- نمودار شاخص آنالیز SHE در زیستگاه‌های مصنوعی (LnS- لگاریتم طبیعی غنا، H- شاخص شانون و LnE- لگاریتم طبیعی یکنواختی)



شکل۳- نمودار شاخص آنالیز SHE در گونه‌ها (LnS- لگاریتم طبیعی غنا، H- شاخص شانون و LnE- لگاریتم طبیعی یکنواختی)

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-11]

نتایج مربوط به تجزیه و تحلیل SHE در سطح ایستگاه‌ها وگونه نشان داد روند تغییرات شاخص تنوع شانون (LnH) و غنای گونه‌ای (LnS) در هر دو در ابتدا افزایشی بوده و سپس با نوسانات اندکی روند ثابتی را به خود گرفته است. اما روند تغییرات یکنواختی (LnE) در سطح گونه تا تعداد ۴۱۶ کاهشی و سپس با نوسانات اندکی روند ثابتی داشته است که این روند در سطح زیستگاه‌های مصنوعی هر چند که در ابتدا روند افزایشی بوده اما با شیب ملایمی روند کاهشی را نشان داده است.

بحث و نتیجه‌گیری

همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد بیشینه شاخص‌های غنای شانون (۲/۵)، سیمپسون (۰/۸۸) و مارگالف (۸/۲۲) مربوط به زیستگاه مصنوعی بندر بستانه (تلفیقی از سه سازه) به‌دست آمد. در مطالعه ماهیان پیرامون زیستگاه‌های مصنوعی در بندر بوشهر (Rostamyan, 1994)، آب‌های خوزستان (Eskandari *et al*., 2007)، بندر ملو (Kamali *et al*., 2008)، آب‌های بندرعباس (Behzadi *et al*., 2016) تنها به مقایسه تغییرات فراوانی ماهیان در فصول مختلف پرداخته‌شده است. بروکوویچ و همکاران (Brokovich *et al*., 2006) در مطالعه ماهیان صخره‌ای شمال دریای سرخ گزارش نمودند که پیچیدگی ساختار بسترهای صخره‌ای نقش به‌سزایی در غنای گونه‌ای ماهیان در منطقه داشته است. همچنین گراتویکی و اسپیت (Gratwicke and Speight, 2005) در مطالعه منطقه تارتولا (Tortola) در جزایر بریتیش ویرجین (British Virgin) نتیجه‌گیری نمودند غنای و فراوانی گونه‌ها با پیچیدگی ساختار صخره‌ها رابطه مستقیم دارد. کارپنتر و همکاران (Carpenter *et al*., 1981) در مطالعه ماهیان صخره‌ای فیلیپین نیز نتیجه‌گیری نمودند پیچیدگی ساختارهای صخره‌ای از طریق افزایش شبکه‌های غذائی و راه‌های بیشتر انتقال انرژی، در غناء این نوع زیستگاه‌ها تأثیرگذار بوده‌اند. کاربونل و همکاران (Charbonnel *et al*., 2002) تأثیر زیستگاه‌های مصنوعی با اندازه‌های بزرگ‌تر بر افزایش غنای گونه‌ای را در سواحل مدیترانه‌ای فرانسه نتیجه‌گیری نمودند. هم‌چنین بیشتر بودن شاخص‌های تنوع در زیستگاه‌های مصنوعی بندر بستانه که تلفیقی از سه نوع سازه را داشته، می‌تواند نشان‌دهنده شرایط زیستی بهتری باشد که در این منطقه به‌وجود آمده است. تغییرات تنوع، بازتاب تغییرات در فرآیندهای محیط‌زیستی مانند تولید، روند انتقال انرژی، فشارهای غیرزیستی و اثرات متقابل زیستی و فاکتورهای محیطی می‌باشد (Brown *et al*., 2001). مطالعات نشان داده است عملیات اکولوژیکی و زمان تشکیل صخره‌ها نقش مهمی در ترکیب اجتماعات، زی‌توده، فراوانی و تنوع گونه‌ای دارد (McClanahan and Jadot, 2017). لذا به‌نظر می‌رسد از آنجائی‌که ایجاد این سه منطقه تقریباً هم‌زمان صورت پذیرفته، بیشترین عامل تأثیرگذار به رخدادهای زیستی و غیرزیستی درون خود زیستگاه مصنوعی می‌تواند مرتبط باشد. اردکانی (Ardakani, 2005) بیان می‌نماید هر زیستگاهی که دارای شاخص تنوع

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-11]

زیستگاهی بالاتری باشد، پذیرای گونه‌های بیشتری از ماهیان بوده و غالبیت یک‌گونه کاهش یافته و به‌عکس تنوع گونه‌ای افزایش می‌یابد. وی هم‌چنین اظهار می‌دارد دامنه شاخص شانون بین عدد صفرتا پنج قرار دارد. بیشتر بودن این شاخص در زیستگاه مصنوعی بندر بستانه (تلفیقی از سه سازه) نشان‌دهنده بیشتر بودن گونه‌ها می‌باشد. حتی فراوانی گونه‌های بیشتر در این زیستگاه‌های مصنوعی می‌تواند دلیل افزایش بیشتر این شاخص تصور گردد. هرچند که محققین عنوان می‌دارند شاخص‌های تنوع شانون در یک زیستگاه با توجه به‌توالی آن می‌تواند دچار تغییرشود (Ludwig and Reynolds, 1988). افزایش تعداد گونه در یک‌زمان خاص می‌تواند بیانگر شرایط بهینه زیستی برای آن‌گونه تلقی گردد (Belal *et al*., 2016). هم‌چنین، نتایج حاصل از محاسبه این شاخص‌ها درگونه‌های مطالعه شده نشان داد بیشینه شاخص شانون (۳/۱۷) و سیمپسون (۰/۹۵)، مربوط به پروانه‌آنتن‌دار و بیشترین مقدار شاخص غنای مارگالف به هاماد (۵/۰۲)، تعلق دارد. هر دو گونه فوق‌الذکر از گونه‌های ماهیان زینتی[1] بوده که در پیرامون زیستگاه‌های مصنوعی و نزدیک به بستر[2] زندگی می‌نمایند که به‌نظر می‌رسد، زیستگاه‌های مصنوعی به‌واسطه در اختیار گذاشتن بسترها و بازچرخش مواد و افزایش موادمغذی در ستون آب شرایط اکولوژیکی مناسب‌تری برای این دو خانواده فراهم آورده باشند.

روش تجزیه و تحلیل SHE امکان درک بهتر تنوع جامعه را فراهم می‌آورد. همان‌گونه که نتایج مربوط به تجزیه و تحلیل SHE در سطح ایستگاه‌ها نشان داد روند تغییرات شاخص تنوع شانون و غنای گونه‌ای ابتدا افزایشی بوده و سپس با نوسانات اندکی روند ثابتی را به‌خود گرفته است. اما روند تغییرات یکنواختی، هر چند که در ابتدا روند افزایشی داشته اما با شیب ملایمی روند کاهشی را به‌همراه داشته است. این الگوی تغییرات مؤلفه‌های مختلف در تجزیه و تحلیل SHE، پیشنهاد می‌نماید که توزیع گونه‌ها در زیستگاه‌های مصنوعی از یک مدل لوگ نرمال پیروی می‌نماید (Horton and Murray, 2006). طبق این مدل گونه‌های با فراوانی متوسط زیاد بوده و گونه‌های اندکی وجود دارند که فراوانی آنها خیلی زیاد و یا بسیار کم می‌باشد. از دیگر سو این مدل بیان می‌نماید هرگونه متناسب با تراکم نسبی خود سهمی از آشیانه[3] را در زیستگاه‌های مصنوعی به‌خود اختصاص می‌دهد. هم‌چنین نتایج این آنالیزدر سطح گونه نشان داد روند تغییرات شاخص تنوع شانون و غنای گونه‌ای همانند آنالیز در سطح منطقه در ابتدا افزایشی بوده و سپس با نوسانات اندکی روند ثابتی را به‌خود گرفته است. اما روند تغییرات یکنواختی، در سطح گونه ابتدا کاهشی و سپس روند ثابتی داشته و بیانگر آن بوده که توزیع گونه‌ها از مدل عصای شکسته مک آرتور تبعیت می‌نماید (Buzas and Hayek, 1998). مدل عصای

1- Ornamental fish
2- Demersal fish
3- Niche

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-11]

شکسته مک آرتور، توزیع متعادل‌تر منابع بین اعضاء جامعه را درمقایسه با مدل‌های دیگر بازگو می‌نماید. به‌عبارت دیگر نتایج حاصل از این مدل نشان می‌دهد زیستگاه‌های مصنوعی با فراهم آوردن سفره غذائی برای سطوح مختلف در شبکه غذائی پیرامون خود رقابت غذائی را در بین ماهیان صخره‌ای کاهش داده است. نتایج حاصل از این پژوهش توانسته است نقش زیستگاه‌های مصنوعی را در افزایش تنوع زیستی نشان دهد. به‌علاوه، نقش پیچیدگی ساختار فیزیکی سازه‌ها در افزایش این راندمان نتیجه‌گیری شد.

تشکر و قدردانی

تیم تحقیقاتی برخود موظف می‌داند از حمایت‌های بی‌دریغ ریاست و معاونت محترم صید وقت شیلات استان هرمزگان آقایان مهندس سیدپرویز محبی نوذر و مهندس مسعود بارانی، مدیریت محترم بندر صیادی سلخ جناب آقای مهندس گلشنی، مدیر محترم تعاونی صیادی بندر بستانه جناب آقای صالحی و پرسنل محترم ایشان، هم‌چنین تعاونی‌های صیادی این مناطق کمال تشکر و قدردانی نماید.

منابع

Ardakani M. 2005. Ecology. University of Tehran Publications, Tehran, Iran. 340P. (In Persian).

Behzadi S., Akbar-zadeh Gh.A., Darvishi M., Salarpouri A., Momni M., Daghoghi B., Kamali E., Ejlali K., Saraji F., Shojaei M., Dehghani R., Ebrahimi M., Alizadeh A. 2016. Survey on effects of artificial reefs installation on marine organisms in the coastal waters of Bandar Abbas city. Iranian Fisheries Science Research Institute, Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iran, Research Report. 135P. (In Persian)

Belal A.A., El-Sawy M., Dar M.A. 2016. The effect of water quality on the distribution of macro-benthic fauna in Western Lagoon and Timsah Lake, Egypt. The Egyptian Journal of Aquatic Research, 42: 437-448.

Bortone S.A., Brandini F.P., Fabi G., Otake S. 2011. Artificial reefs in fisheries management. CRC Press. Florida, USA. 350P.

Boswell K.M., Wells R.J., Cowan J.H., Wilson C.A. 2010. Biomass, density, and size distributions of fishes associated with a large-scale artificial reef complex in the Gulf of Mexico. Bulletin of Marine Science, 86(4): 879-889.

Brokovich E., Baranes A., Goren M. 2006. Habitat structure determines coral reef fish assemblages at the northern tip of the Red Sea. Ecological Indicators, 6: 494–507.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-11]

Brown J.H., Morgan Ernest S.K., Parody J.M., Haskell J.P. 2001. Regulation of diversity maintenance of species richness in changing environments. Ecologies, 126: 321-332.

Buzas M.A., Hayek L.A.C. 1998. SHE analysis for biofacies identification. The Journal of Foraminifera Research, 28: 233-239.

Buzas M.A., Hayek L.A.C. 2005. On richness and evenness within and between communities. Journal of Pale Biology, 31: 199-220.

Carpenter K.E., Fkrupp D.A. Jones U.Z. 1997. Living marine Resources of Kuwait, Eastern Saudi Arabia, Bahrain, Qatar and the United Arab Emirates, FAO, ROME, Italy. 55P.

Carpenter K.E., Miclat R.I., Albaladejo V.D., Corpuz V.T. 1981. The influence of substrate structure on the local abundance and diversity of Philippine reef fishes. Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium, Manila, Philippines: Marine Science Center, University of the Philippines, pp: 497-502.

Charbonnel E., Serre C., Ruitton S., Harmelin J.G., Jensen A. 2002. Effects of increased habitat complexity on fish assemblages associated with large artificial reef units (French Mediterranean coast). ICES Journal of Marine Science, 59: 208-213.

De Bruin G.H.P, Russell B., Abougusch C. 1995. FAO Species Identification Field Guide for Fisheries Purposes, the Marine Fishery Resources of Sri Lanka, FAO, Rome, Italy. 65P.

Ejtehadi H. 2008. Biodiversity Measurement Methods. Mashhad Ferdowsi University Publication. Mashhad, Iran. 226P. (In Persian).

Eskandari Gh., Dehgan Madiseh S., Esmaeli F., Khalfeh Saz M., Hosseni S., Moramazi J. 2007. Survey of population structures of artificial reefs in coastal of Khuzestan province, Iranian Fisheries Science Research Institute, Research Institute for Aquaculture Site, Tehran, Iran. 126P. (In Persian).

Fisher W., Bianchi G. 1984. FAO Species Identification Sheets for Fisheries Purposes, Western Indian Ocean, Vol. 1-5, FAO, Rome, Italy, pp: 325-335.

Gratwicke B., Speight M.R. 2005. The relationship between fish species richness, abundance and habitat complexity in a range of shallow tropical marine habitats. Journal of Fish Biology, 66(3): 650-667.

Horton B.P., Murray J.W. 2006. Patterns in cumulative increase in live and dead species foraminifera time series of Cowpen Marsh, Tees Estuary, and UK: Implications for sea-level studies. Journal of Marine Micro pale, 58: 287-315.

Kamali E., Behzadi S., Darvishi M., Salarpouri A., Rameshi H., Rajabi I., Valinasab T. 2008. Monitoring of commercial aquatic in artificial reefs of Persian Gulf (Bandar-E-Lengheh), Iranian Fisheries Science Research Institute, Research Report, Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iran. 105P. (In Persian).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-11]

Labrosse P., Kulbicki M., Ferraris J. 2010. Underwater visual fish census surveys: proper use and implementation. Secretariat of the Pacific Community, Nouméa, New Caledonia. 60P.

Ludwig J., Reynolds J.F. 1988. Statistical Ecology, a primer on methods and computing. A Niley international publication. USA. 324P.

Magurran A.E. 2004. Measuring biological diversity. John Wiley & Sons Publications, USA. 206P.

McClanahan T.R., Jadot C. 2017. Managing coral reef fish community biomass is a priority for biodiversity conservation in Madagascar. Marine Ecology Progress Series, 580:169-190.

Morri C., Bianchi C.N. 2005. Effects of climate, invasive species and anthropogenic impacts on the growth of the sea grass *Posidonia oceanical*, Delile in Liguria (NW Mediterranean Sea). Marine pollution bulletin, 50(8): 817-822.

Mortazavi M.S., Kamali E., Saraji F., Mohebi Nozar S.L. 2011. Survey of artificial reefs of Persian Gulf (Bandar-E-Lengheh), Research Report, Iranian Fisheries Science Research Institute, Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iran. 145P. (In Persian).

Randal J.E. 1995. The complete divers and fisherman’s guide to coastal fishes of Oman University of Hawaii press, USA. 439P.

Rostamyan H. 1994. Study of Artificial reefs in the Persian Gulf (Bushehr). Research Report, Iranian Fisheries Science Research Institute, Shrimp Research Institute, Iran. 82P. (In Persian).

Santos MN, Monteiro CC, Lasserre G. 2005. Observations and trends on the intra-annual variation of the fish assemblages on two artificial reefs in Algarve coastal waters (southern Portugal). Scientia Marina, 69: 415–426.

Smith M.M., Heemstra C. 1996. Smith's Sea Fishes, Berlin–Heidelberg – New York: Springer Verlag. 1047P.

Willis T.J. 2001. Visual census methods underestimate density and diversity of cryptic reef fishes. Journal of Fish Biology, 59(5): 1408-1411.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-07-11]