University of Hormozgan

Journal of Aquatic Ecology

ISSN Print: 2322-2751 ISSN Online: 2980-9355

Homepage: https://jae.hormozgan.ac.ir

Study of the abundance and species diversity of the damselfish family (Pomacentridae) in coral reef areas around Lark Island (Persian Gulf)

Maryam Moezzi[1,2], Mahsa Haghi[1]✉, Siamak Behzadi[2]

1. Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.

2. Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Bandar Abbas, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 29 December 2025
Accepted: 9 February 2026
Published: 22 June 2026

Corresponding Author:
haghi@kmsu.ac.ir

Keywords:
Coral reef,
Damselfish,
Lark Island,
Persian Gulf,
Unerwater Visual Census.

ABSTRACT

Understanding the structure of reef fish assemblages as sensitive indicators of coral reef health plays a crucial role in the sustainable management and conservation of marine ecosystems. To assess the abundance and diversity of damselfishes (family Pomacentridae), seasonal sampling was conducted from winter 2019 to autumn 2020 at three stations surrounding Larak Island using Underwater Visual Census (UVC) methods. A total of six species were identified, including *Abudefduf sordidus*, *A. vaigiensis*, *Chromis weberi*, *C. xanthopterygia*, *Chrysiptera unimaculata*, and *Dascyllus trimaculatus*. One-way analysis of variance revealed significant differences in total abundance among stations and seasons ($p \leq 0.05$), with Station 1 consistently exhibiting the highest mean abundance across most seasons. The highest total abundance was recorded at Station 1 during autumn (10.710 ± 0.30 individuals m^{-2}), whereas the lowest abundance occurred at Station 2 in summer (0.134 ± 0.00 individuals m^{-2}). *C. xanthopterygia* was the dominant species at Stations 1, *C. weberi* at station 2, while *C. unimaculata* dominated Station 3. The highest Shannon diversity index and species richness were observed at Station 1 during summer. The superior ecological condition of Station 1 is likely associated with greater live coral cover and more moderate depth compared to the other stations. This study represents the first UVC-based assessment of damselfish assemblages in the coral reefs of Larak Island and provides valuable baseline information for the conservation and management of coral reef habitats and regional fisheries resources.

CC BY NC

Publisher: University of Hormozgan

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Coral reefs are among the most biologically diverse and productive marine ecosystems, providing essential habitat and resources for a wide range of organisms, particularly reef-associated fishes. Understanding the spatial and temporal distribution of reef fish assemblages requires consideration of both biotic and abiotic factors that influence population structure, abundance, species richness, and habitat use. Among reef fishes, damselfishes (family Pomacentridae) are an important component of coral reef communities and provide a useful group for assessing patterns of reef fish assemblage structure. Their distribution and abundance can be influenced by environmental and habitat-related factors, including water temperature, salinity, nutrient availability, primary productivity, hydrodynamic conditions, wave exposure, depth, and substrate characteristics. These factors interact to determine habitat suitability and contribute to spatial and seasonal variation in reef fish assemblages. The present study investigated the abundance, diversity, and spatial and seasonal distribution of damselfishes around Larak Island in the Persian Gulf.

Materials and Methods

Field surveys were conducted seasonally from winter 2019 to autumn 2020 around Larak Island using a completely randomized block design. Following preliminary surveys and diving reconnaissance, three primary sampling stations, each containing seasonal sampling areas, were established in habitats suitable for reef-associated fishes (Figure 1). Damselfish assemblages were surveyed using the underwater visual census (UVC) method along belt transects, supplemented by underwater video recordings to improve species identification and enumeration. Species identification and laboratory procedures were conducted according to established protocols and ISO/IEC 17025 guidelines, where applicable. Environmental variables, including water temperature, salinity, pH, dissolved oxygen, chlorophyll-*a*, and turbidity, were measured in situ using a CTD profiler, while additional water samples were collected for laboratory analysis. Fish abundance and species composition were compared among stations and seasons, and multivariate analyses were used to investigate spatial and temporal patterns in assemblage structure.

Results

Six damselfish species were identified during the study period: *Abudefduf sordidus*, *A. vaigiensis*, *Chromis weberi*, *C. xanthopterygia*, *Chrysiptera unimaculata*, and *Dascyllus trimaculatus*. The highest mean total abundance was recorded in autumn at Station 1, located adjacent to Larak Pier, with 10.710 ± 0.30 individuals m^{-2}, whereas the lowest abundance occurred in summer at Station 2, with 0.135 ± 0.00 individuals m^{-2} (Table 3). Species-specific patterns varied among stations and seasons. The highest reported density of *C. xanthopterygia* was 3.577 ± 0.027 individuals m^{-2} at Station 2, whereas *C. unimaculata* reached a density of 3.550 ± 0.202 individuals m^{-2} at Station 1 during autumn. In contrast, *A. sordidus* showed the lowest recorded density, with 0.001 ± 0.00 individuals m^{-2} at Station 3 during spring and autumn (Figure 3). Principal component analysis explained 84.31% of the total variance, with the first and second principal components accounting for 62.68% and 21.64%, respectively. Cluster analysis further revealed distinct spatial and seasonal patterns in fish assemblage

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]

composition based on species abundance, indicating variation in community structure among sampling stations and seasons.

Conclusion

Damselfish assemblages around Larak Island exhibited clear spatial and seasonal variation in abundance and species composition. Overall abundance was highest during autumn at Station 1 and lowest during summer at Station 2. Among the three sampling stations, Station 1, located adjacent to Larak Pier, supported relatively high damselfish abundance and diversity, suggesting that local habitat characteristics may provide favorable conditions for these reef-associated fishes. The observed patterns may be associated with differences in physical habitat characteristics, including water depth, hydrodynamic conditions, substrate composition, and habitat complexity, although environmental variables may also contribute to the observed spatial and temporal variation. The findings provide baseline information on damselfish assemblages around Larak Island and contribute to a better understanding of reef fish community structure in the Persian Gulf. Continued monitoring of fish assemblages together with coral cover, habitat complexity, and environmental conditions can provide valuable information for the conservation and sustainable management of coral reef habitats and their associated fisheries resources.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]

بوم‌شناسی آبزیان
شاپا چاپی: ۲۷۵۱-۲۳۲۲ شاپا الکترونیکی: ۹۳۵۵-۲۹۸۰
https://jae.hormozgan.ac.ir
دانشگاه هرمزگان

بررسی فراوانی و تنوع گونه‌ای خانواده دوشیزه ماهیان (*Pomacentridae*) مناطق مرجانی و صخره‌ای جزیره لارک (خلیج فارس)

مریم معزی[۱،۲]، مهسا حقی[۱]✉، سیامک بهزادی[۲]

۱ . گروه شیلات، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران.

۲ . پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس ودریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس ، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۲۰
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱

نویسنده مسئول:
haghi@kmsu.ac.ir

کلیدواژه‌ها:
صخره‌های مرجانی،
دوشیزه ماهیان،
جزیره لارک،
خلیج فارس،
روش مشاهده مستقیم زیر آبی(UVC).

چکیده

شناخت ساختار جوامع ماهیان صخره‌ای به‌عنوان شاخص‌های حساس سلامت زیستگاه‌های مرجانی، نقش مهمی در مدیریت و حفاظت پایدار زیست‌بوم‌های دریایی دارد. به منظور بررسی فراوانی و تنوع خانواده دوشیزه‌ماهیان، نمونه‌برداری فصلی از زمستان ۱۳۹۸ تا پاییز ۱۳۹۹ در سه ایستگاه پیرامون جزیره لارک با استفاده از روش مشاهده مستقیم زیر آب (UVC) انجام شد. در مجموع شش گونه شامل *Abudefduf sordidus*، *A.vaigiensis*، *Chromis weberi*، *C.xanthopterygia*، *Chrysiptera unimaculata* و *Dascyllus trimaculatus* شناسایی گردید. نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه اختلاف معنی‌داری را در فراوانی کل افراد بین ایستگاه‌ها و فصول نشان داد ($p \leq 0.05$)، به طوری‌که ایستگاه اول در اغلب فصول بیشترین میانگین فراوانی را داشت. بیشترین فراوانی کل در ایستگاه اول و فصل پاییز (۰/۳۰±۱۰/۷۱۰ فرد در مترمربع) و کمترین آن در ایستگاه سوم و فصل تابستان (۰/۰۰ ± ۰/۱۳۴) ثبت شد. گونه غالب در ایستگاه‌های اول و دوم *C.weberi* و در سومین ایستگاه *A.vaigiensis* بود. بیشترین تنوع شانون و غنای گونه‌ای در تابستان ایستگاه اول مشاهده شد. برتری ایستگاه اول احتمالاً به پوشش بیشتر مرجان‌های زنده و عمق مناسب‌تر آن مرتبط است. این پژوهش نخستین مطالعه UVC خانواده دوشیزه‌ماهیان در صخره‌های مرجانی لارک بوده و اطلاعات ارزشمندی برای مدیریت و حفاظت زیستگاه‌های مرجانی و منابع شیلاتی منطقه فراهم می‌کند.

ناشر: دانشگاه هرمزگان

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]

مقدمه

صخره‌ها و جزایر مرجانی، به‌عنوان یکی از حاصلخیزترین و متنوع‌ترین زیست‌بوم‌های آبی، نقش حیاتی در حمایت از تنوع زیستی دریایی، از جمله ماهیان، ایفا می‌کنند (Roberts *et al*., 2002; Behzadi *et al*., 2011). خلیج‌فارس، با ویژگی‌های جغرافیایی، هیدرولوژیکی و بوم‌شناختی منحصربه‌فرد، یکی از این زیست‌بوم‌های نادر جهانی است. در ایران، استان هرمزگان با دارا بودن ۱۴ جزیره که عمدتاً زیستگاه‌های صخره‌ای و مرجانی را در بر می‌گیرند، محیطی مناسب برای ماهیان زینتی و صخره‌ای فراهم کرده است (Behzadi *et al*., 2020). در این میان، جزیره لارک به دلیل تنوع بالای جوامع مرجانی، از غنی‌ترین مناطق از نظر تنوع ماهیان زینتی، به‌ویژه در خلیج‌فارس و دریای عمان، محسوب می‌شود.

مطالعه بوم‌شناختی این زیست‌بوم‌ها، که از مباحث پایه‌ای علوم دریایی است، مستلزم ارزیابی معیارهای بنیادینی چون شناسایی و شمارش موجودات آبزی، به‌عنوان گام نخست برای مدیریت و حفاظت، است (Sikkink *et al*., 2007). این ارزیابی‌ها شامل بررسی شاخص‌هایی مانند ترکیب جمعیتی، فراوانی، غنای گونه‌ای (Palialexis *et al*., 2011)، الگوی پراکنش، تنوع زیستی (Ferrier, 2002) و تفکیک تأثیرات طبیعی و انسانی بر ساختار جوامع زیستی می‌شود (Mellin *et al*., 2008; McClanahan *et al*., 2019). توسعه این گونه مطالعات می‌تواند بینشی نو برای مدل‌سازی توزیع گونه‌ها و تحلیل روابط بین متغیرهای زیستی و محیطی در زیستگاه‌های لکه‌ای فراهم آورد.

در میان گونه‌های شاخص اکوسیستم‌های مرجانی، خانواده‌ی دوشیزه‌ماهیان (Pomacentridae) به دلیل ویژگی‌های اکولوژیک و رفتاری خاص، جایگاه مهمی در مطالعات پویایی جمعیت‌های ماهیان صخره‌ای دارند. این ماهیان عمدتاً کوچک‌جثه، رنگارنگ و به شدت وابسته به بسترهای سخت و پیچیده‌ی صخره‌های مرجانی هستند (Allen, 1991). بسیاری از گونه‌های این خانواده، از جمله برخی از جنس‌های Amphiprion (دلقک ماهیان) به صورت همزیست با شقایق‌های دریایی زندگی می‌کنند، در حالی که سایر اعضا به صورت گله‌ای یا قلمروطلب در میان شاخه‌های مرجان، شکاف‌های صخره‌ای یا دسته‌های جلبکی ساکن می‌شوند (Eagderi *et al*., 2019; Abdoli and Akbarzadeh, 2024; Fricke *et al*., 2025). این وابستگی شدید ریزمقیاس به ساختار زیستگاه، همراه با طول عمر نسبتاً کوتاه و نرخ بازتولید بالا، آن‌ها را به نشان‌گرهای زیستی حساس و پاسخدهی سریع برای ارزیابی سلامت و تغییرات زیستگاه‌های مرجانی تبدیل کرده است. بخش قابل توجهی از گونه‌های این خانواده، به ویژه در گروه ماهیان کف‌زی–صخره‌ای پنهان‌زی نقش اکولوژیک مهمی در انتقال انرژی در شبکه‌ی غذایی صخره‌ها ایفا می‌کنند. بنابراین، جزیره لارک با دارا بودن بسترهای گسترده مرجانی، می‌تواند زیستگاه مهمی برای این خانواده باشد.

با این حال، مطالعه ماهیان در این زیست‌بوم‌های پیچیده، به دلیل ناهمواری بستر، پراکنش لکه‌ای، حساسیت گونه‌ها (به ویژه در برابر برداشت بیش‌ازحد) (Pauly *et al*., 2003) و دشواری روش‌های نمونه‌برداری متعارف، با چالش‌های روش‌شناختی مواجه است (Labrosse *et al*., 2010). نبود اطلاعات کافی و اهداف مدیریتی شفاف، مدیریت پایدار را نیز دشوار کرده است (Worm *et al*., 2009). از سوی دیگر، داده‌های حاصل از روش‌های صید اغلب به دلیل اندازه کوچک ماهیان و روش‌های مختلف نمونه‌برداری، نیاز به استانداردسازی دارند (Nadon, 2014). به همین دلایل، روش‌های غیرمخربی مانند UVC و تصویربرداری ویدئویی زیرآبی از راه دور (BRUV) رواج بیشتری یافته‌اند.

مطالعه‌ای در شمال خلیج‌فارس، کارایی این دو روش UVC و BRUV را در ارزیابی فصلی ماهیان صخره‌ای مقایسه کرده است. اگرچه هر دو روش الگوهای فصلی مشابهی در تجمع ماهیان نشان دادند، اما در برآورد غنای گونه‌ای و فراوانی تفاوت‌هایی مشاهده شد که ممکن است ناشی از مدت زمان طولانی‌تر نمونه‌برداری با روش BRUV باشد (Ghazilou *et al*., 2019). در منطقه مورد بحث، مطالعات محدودی با این روش‌ها انجام شده است. به‌طور مثال، بررسی تنوع ماهیان صخره‌ای جزیره لارک با روش UVC، منجر به شناسایی ۵۴ گونه از ۳۳ خانواده شد که ۱۱ گونه آن متعلق به خانواده دوشیزه‌ماهیان بود (Behzadi *et al*., 2011). مطالعه‌ای دیگر نیز تغییرات زمانی و مکانی زی‌توده ماهیان زینتی را در اطراف همین جزیره بررسی کرد (Behzadi *et al*., 2020). تحقیق دیگری در جزیره ابوموسی، با استفاده از روش UVC، تفاوت‌های مکانی معناداری در ترکیب و تنوع گونه‌ای

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]

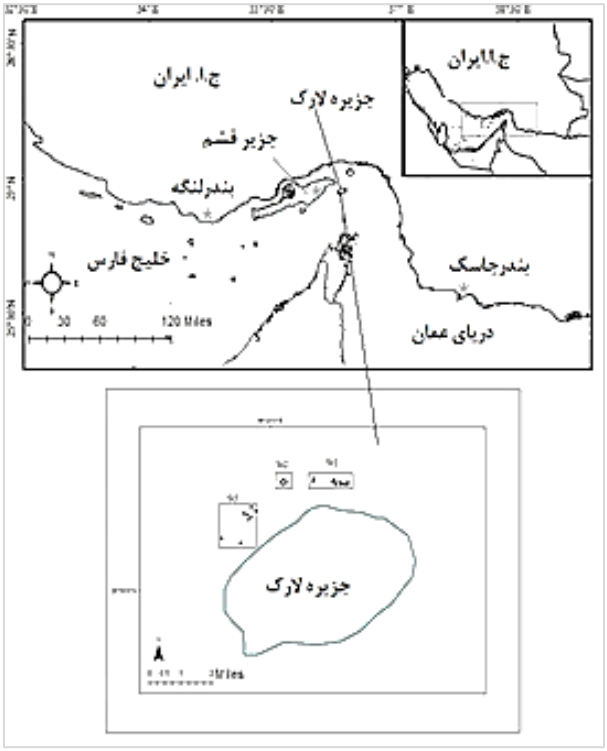
ماهیان مرجانی بین ایستگاه‌های مختلف گزارش نمود و بر نقش کلیدی ساختار بستر و سلامت جوامع مرجانی بر اجتماع ماهیان تأکید کرد.

روش UVC به دلیل مزایایی چون جامعیت نسبی، دقت، عدم نیاز به وسایل پیچیده آزمایشگاهی، عدم آسیب به جمعیت و امکان برآورد سریع پارامترهایی مانند فراوانی نسبی و زی‌توده، به‌عنوان یک روش مرسوم و پرکاربرد در این مطالعات شناخته می‌شود (Labrosse, 2002). البته این روش خالی از محدودیت نیست و عواملی مانند فرار ماهیان از مشاهده‌گر، خطا در شناسایی یا ثبت داده‌ها (Francour *et al*., 1999)، وابستگی به شرایط محیطی (شفافیت آب) و حضور/عدم حضور موقت گونه‌ها می‌توانند بر نتایج تأثیر بگذارند (Brock, 1982; Labrosse *et al*., 2010). طراحی نمونه‌برداری (مانند ابعاد ترانسکت) نیز معمولاً با توجه به ناهمواری‌نگاری بستر منطقه تنظیم می‌شود (Bohnsack and Bannerot, 1986; Labrosse *et al*., 2010). با وجود این چالش‌ها و با توجه به گزارش‌های اندک در خصوص برآورد تنوع و تراکم با این روش در منطقه (Boswell *et al*., 2010)، مطالعه حاضر با هدف برآورد مکانی و زمانی فراوانی و تنوع گونه‌های خانواده دوشیزهماهیان در اطراف جزیره لارک و با تأکید بر تطبیق روش نمونه‌برداری UVC با ریخت بستر و شفافیت آب در هر ایستگاه و زیرایستگاه، در فصول مختلف، طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

جهت شناسایی و بررسی فراوانی گونه‌های خانواده دوشیزه ماهیان نمونه‌برداری به صورت فصلی در ۳ ایستگاه شامل ایستگاه اول (جنب اسکله لارک)، ایستگاه دوم (روبروی فانوس دریایی جزیره لارک) و ایستگاه سوم (بین قشم و لارک) پیرامون جزیره لارک از زمستان ۱۳۹۸ تا پاییز ۱۳۹۹ از طریق روش UVC (ترانسکت کمربندی و شعاع ایستایی) انجام شد. جهت انتخاب ایستگاه‌ها و زیرایستگاه‌های مورد نظر ابتدا آب‌های پیرامون جزیره لارک و صخره‌های نوار ساحلی پیرامون این جزیره با دو غواص در اعماق زیر ۵ متر به‌روش Manta tow و در اعماق بین ۵ متر تا آخرین مکان پراکنش جوامع ماهیان زینتی در دریا به روش غواصی باکپسول (SCUBA) و همچنین با استفاده از نقشه‌های موجود و بازبینی میدانی مورد بررسی قرار گرفت. سپس سه ایستگاه ذکر شده (شکل ۱) با موقعیت جغرافیایی آن‌ها ثبت گردید (جدول ۱). در مطالعه حاضر به‌منظور پوشش بهتر مطالعه ماهیان، فیلم‌برداری و نمونه‌برداری از گونه‌ها در هر ایستگاه طی سه تکرار غواصی انجام گرفت. اندازه‌گیری دما و شوری در کلیه ایستگاه‌های مورد بررسی هم‌زمان در زمان نمونه‌برداری مورد سنجش قرار گرفت و داده های به‌دست آمده ثبت گردید. این داده‌ها در کلیه ایستگاه‌های مورد بررسی با استفاده از دستگاه CTD ساخت شرکت هیدرونات، و مجهز به سنسورهای چندگانه، هم‌زمان در زمان نمونه‌برداری مورد سنجش قرار گرفت.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]



شکل۱. نقشه جزیره لارک و موقعیت جغرافیای ایستگاه‌ها و زیرایستگاه‌ها جهت نمونه‌برداری

جدول۱. ایستگاه‌های نمونه‌برداری ماهیان در آب‌های پیرامون جزیره لارک

ایستگاه	زیرایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	روش نمونه برادری	عمق(متر)	بستر
ایستگاه St_1	St_{1-1}	۵۳°۲۶/۱۰۰"	۲۲°۵۶/۵۰۲"	ترانسکت مستطیل	۱۰	ترکیبی مرجان زنده و مرده
	St_{1-2}	۵۳°۲۶/۱۱۰"	۲۲°۵۶/۲۶۲"	ایستائی	۱۰	
	St_{1-3}	۵۳°۲۶/۲۱۰"	۲۲°۵۶/۰۳"	ترانسکت مستطیل	۱۰	
ایستگاه St_2	St_{2-1}	۵۳°۲۶/۱۸۰"	۲۰°۵۶/۵۲"	ترانسکت مستطیل	۵	مرجان مرده پوشیده از جلبک
	St_{2-2}	۵۲°۲۶/۴۷۰"	۱۹°۵۶/۴۰"	ایستائی	۵	
	St_{2-3}	۵۲°۲۶/۳۴۰"	۱۹°۵۶/۵۵"	ترانسکت مستطیل	۵	
ایستگاه St_3	St_{3-1}	۵۲°۲۶/۲۸۰"	۱۹°۵۶/۱۶"	ترانسکت مستطیل	۱۵	صخره و مرجان مرده
	St_{3-2}	۵۲°۲۶/۱۰"	۱۹°۵۶/۳۱"	ایستائی	۱۵	
	St_{3-3}	۵۱°۲۶/۴۱"	۱۹°۵۶/۰۵"	ترانسکت مستطیل	۱۵	

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]

شناسایی ماهیان در حد گونه با استفاده از کلیدهای شناسایی موجود (Bianchi,1985; Fischer and Bianchi,1985; DeBruin *et al*., 1995; Smith and Heemstra, 1996) از طریق مشاهده مستقیم و نمونه‌گیری گونه‌ها در هر ایستگاه بر اساس دستورالعمل ایزو ISO/۱۷۰۲۵ مستقر در آزمایشگاه‌های پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان انجام شد. در برآورد ذخایر ماهیان به‌روش مشاهده مستقیم مدت‌زمان نمونه‌برداری در هر ایستگاه و در تمامی فصول ثابت و شعاع نمونه‌برداری در حالت ایستایی و طول و عرض ترانسکت به‌روش ترانسکت کمربندی بر اساس شفافیت آب و میزان دید غواص در هر ایستگاه انتخاب شد که در هر فصل مساحت پایش شده بدلیل تغییر شفافیت و دید غواص متغیر بود.

با توجه به تأثیر مستقیم مساحت نمونه‌برداری بر برآورد فراوانی مطلق و مقایسه‌پذیری شاخص‌های تنوع، کلیه داده‌های شمارش خام در مرحله اول تجزیه و تحلیل، به تراکم (تعداد در واحد سطح) تبدیل شدند. مساحت مؤثر نمونه‌برداری برای هر مشاهده (هر زیرایستگاه در هر فصل) بر اساس ابعاد واقعی ترانسکت کمربندی (طول × عرض) یا مساحت دایره در روش شعاع ایستایی (π ×شعاع^2) که متناسب با شفافیت آب در همان روز اندازه‌گیری شده بود، محاسبه گردید. سپس، فراوانی هر گونه در هر نمونه با استفاده از رابطه تراکم = تعداد افراد شمارش شده / مساحت نمونه‌برداری استاندارد شد و همه مقادیر به واحد تعداد فرد در متر مربع بیان گردیدند. این تبدیل، اساس تمامی محاسبات بعدی شامل میانگین‌گیری‌های فصلی و ایستگاهی، آنالیزهای واریانس و به‌ویژه محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی را تشکیل داد. بدین ترتیب، حتی با وجود تغییرات در ابعاد فیزیکی قاب نمونه‌برداری بین فصول مختلف، مقادیر تراکم و در نتیجه شاخص‌های وابسته به آن، قابلیت مقایسه مستقیم و معناداری در طول زمان و بین ایستگاه‌ها را پیدا کردند.

به منظور پوشش دادن به محدودیت‌های هر روش و افزایش دقت برآورد فراوانی و تراکم ماهیان، از دو روش مکمل ترانسکت کمربندی (Belt Transect) و شعاع ایستایی (Stationary Point Count) به صورت همزمان استفاده گردید. داده‌های کمی حاصل از هر دو روش (شامل تعداد افراد و گونه‌ها) در قالب یک پروتکل یکپارچه‌سازی، جمع‌آوری و ادغام شدند. در هر ایستگاه، ابتدا یک ترانسکت کمربندی با ابعاد ثابت (طول ۳۰ متر و عرض ۴ متر) برای پوشش یک نوار خطی از بستر و برآورد تراکم منطقه‌ای اجرا شد. بلافاصله پس از آن، در نقطه‌ای مشخص در راستای همان ترانسکت، نمونه‌بردار به حالت ایستا در مرکز یک دایره فرضی با شعاع ۴ متر قرار گرفته و در یک بازه زمانی ثابت (۵ دقیقه)، تمامی ماهیان داخل این شعاع را ثبت و شمارش نمود. داده‌های شمارش حاصل از روش شعاع ایستایی به عنوان یک کنترل کیفی و کمّی برای داده‌های ترانسکت مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت، برای محاسبه نهایی فراوانی و تراکم هر گونه در هر ایستگاه، از داده‌های روش ترانسکت کمربندی به عنوان پایه اصلی استفاده شد و داده‌های روش شعاع ایستایی جهت تأیید صحت شمارش‌ها، تعدیل احتمالی شمارش ماهیان بسیار متحرک، و تکمیل لیست گونه‌ها به کار گرفته شد. این رویکرد ترکیبی، جامعیت و دقت برآوردهای جامعه ماهیان را افزایش داد.

هنگام اجرای عملیات غواصی شمارش آبزیان مشاهده شده در هر ایستگاه ثبت (اگر گروه‌هایی از آبزیان در دسته‌های بزرگ مشاهده می‌شد حدود تقریبی آن‌ها ثبت می‌گشت) شد و به‌منظور صحت‌سنجی اطلاعات جمع‌آوری‌شده در هر ایستگاه، فیلم‌هایی در زمان نمونه‌برداری گرفته شد. سپس توسط دو متخصص ماهی‌شناس مورد بازبینی قرار گرفت (Labrosse *et al*., 2010). گونه‌های شناسایی شده و تعداد آن‌ها در هر فرم متعلق به هر ایستگاه و زیرایستگاه مجدداً بازبینی و تعداد نهایی از رابطه ۱ برآورد گردید (Labrosse *et al*.,2002).

رابطه ۱

$$APE = 100 * ((1/n) * (((ABS(R1 - mean)) /mean) + ((ABS(R2 - mean)) /mean)))$$

(n) تعداد خوانده‌شده، (R1) شمارشگر اول، (R2) شمارشگر دوم، (mean) میانگین تعداد خوانده شده و (ABS) قدر مطلق مقادیر می‌باشد.

به‌منظور برآورد فراوانی کل افراد ماهیان در هر منطقه ابتدا تعداد افراد گونه‌های مختلف در هر زیرایستگاه از رابطه ۲ به‌دست آمد:

رابطه ۲

$$N = (\Sigma Ni)/ (\Sigma Si)$$

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]

(N) تعداد افراد در زیر ایستگاه، (N_i) تعداد افراد در ایستگاه i، (S_i) مساحت در ایستگاه i می‌باشد. تعداد افراد هر گونه بر حسب مترمربع در هر ایستگاه بر مبنای مساحت محاسبه شده هر ایستگاه برآورد شد (Sparre, 1998).

برای تحلیل جامع ساختار جامعه ماهیان از شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون- وینر (رابطه ۳)، غنای گونه‌ای مارگالف (رابطه ۴)، یکنواختی گونه‌ای پی‌لو (رابطه ۵) و درجه غالبیت یا تشابه سمپسون (رابطه ۶) استفاده شد. در این مطالعه، ترکیب این شاخص‌ها امکان تفسیر دقیق‌تر اثر عوامل محیطی را فراهم می‌کند. به طوری که شاخص‌های شانون- وینر حساس به حضور گونه‌های نادر و سیمپسون حساس به گونه‌های پرتراکم و غالب هستند. شاخص یکنواختی درجه برابری توزیع افراد بین گونه‌های حاضر را مستقل از غنای گونه‌ای اندازه می‌گیرد. این تفکیک برای تحلیل ساختار جامعه ماهیان صخره‌ای ضروری است.

رابطه ۳

$$H' = -\sum_{i-1}^{n} \text{pi} \ln \text{pi}$$

$$pi = \frac{ni}{N}$$

(H) شاخص شانون – وینر، (p_i) فراوانی نسبی هر یک از گونه‌ها یعنی نسبت افراد هرگونه به‌کل افراد آن جامعه، (n) تعداد گونه‌ها یا به عبارت بهتر غنای گونه‌ای، (n_i) تعداد افراد در گونه iام و (N) کل افراد در نمونه

رابطه ۴

$$\text{R1} = \frac{(\text{S}-1)}{\ln \text{N}}$$

(R1) شاخص غنای مارگالف، (S) تعداد کل گونه‌ها در هر واحد نمونه‌برداری و (N) تعداد کل افراد مشاهده شده

رابطه ۵

$$J = \frac{H}{Ln\ s}$$

(H) شاخص تنوع شانون- وینر،(S) تعداد گونه‌ها

رابطه ۶

$$\lambda = \sum_{k=0}^{n} p_i^2$$

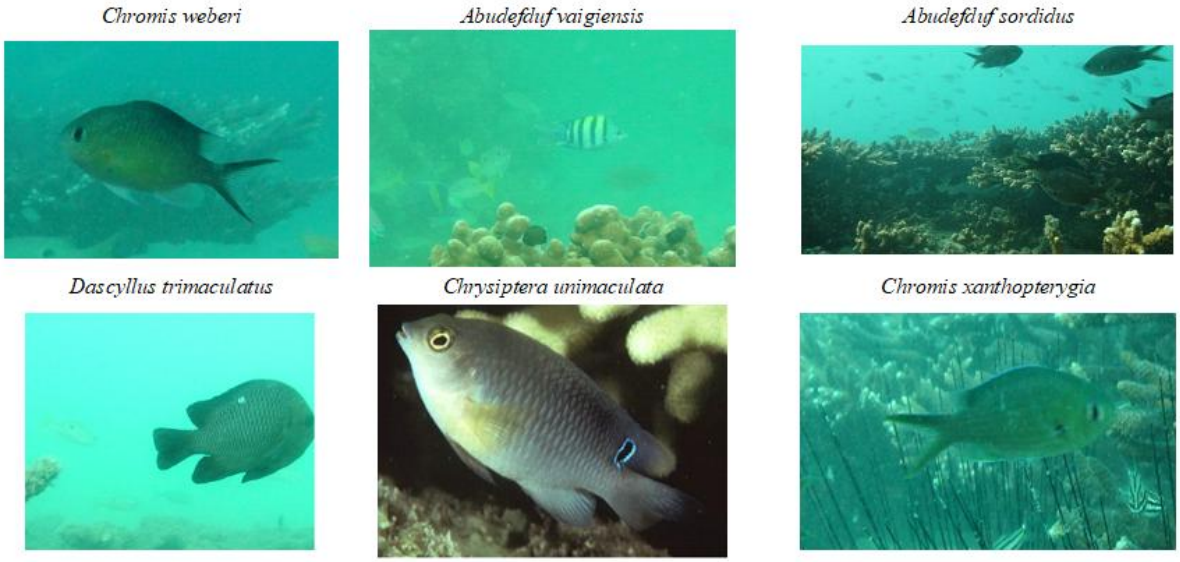
(λ) نشان‌دهنده‌ی شاخص سیمپسون، (p_i) سهم گونه i در جامعه، (n) تعداد کل افراد جامعه

تجزیه و تحلیل داده‌ها و درصد فراوانی ماهیان از طریق نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ و با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی Tukey و رسم نمودارها و ثبت داده در برنامه اکسل ۲۰۱۱ انجام شد. جهت محاسبه و سنجش شاخص‌های تنوع از نرم افزار Primer نسخه ۶ استفاده شد.

نتایج

در این تحقیق در مجموع ۶ گونه از خانواده دوشیزه ماهیان اطراف جزیره لارک شناسایی شد (شکل ۲). حضور و عدم حضور گونه‌های شناسایی شده در ۳ ایستگاه مورد مطالعه به تفکیک فصل در جدول ۲ ارائه شده است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]



شکل ۲: تصاویر و نام علمی گونه‌های شناسایی شده دوشیزه ماهیان اطراف جزیره لارک (عکس توسط نگارنده)

جدول ۲: حضور و عدم حضور گونه‌های شناسایی شده‌ی دوشیزه ماهیان اطراف جزیره لارک در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۹ -۱۳۹۸

ایستگاه	St_1				St_2				St_3			
نام گونه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
Abudefduf vaigiensis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Abudefduf sordidus	+	+	+	+	+	−	+	+	+	−	+	+
Chromis weberi	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Chromis xanthopterygia	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Chrysiptera unimaculata	+	+	+	+	+	+	+	-	−	−	+	+
Dascyllus trimaculatus	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+

* (−) نشان از عدم حضور گونه و (+) نشان از حضور گونه در ایستگاه‌ها و فصول مورد مطالعه می‌باشد.

نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه در تخمین فراوانی کل افراد خانواده دوشیزه ماهیان مشاهده شده در اطراف جزیره لارک اختلاف معنی‌داری بین تمامی ایستگاه‌ها و فصول مختلف نشان داد ($p \leq ۰/۰۵$). نتایج نشان دهنده آن بود که ایستگاه ۱ در تمامی فصول نسبت به بقیه ایستگاه‌ها میانگین فراوانی بیشتری داشت. کمترین میزان فراوانی کل افراد در فصل تابستان در ایستگاه دوم مشاهده شد (جدول ۳).

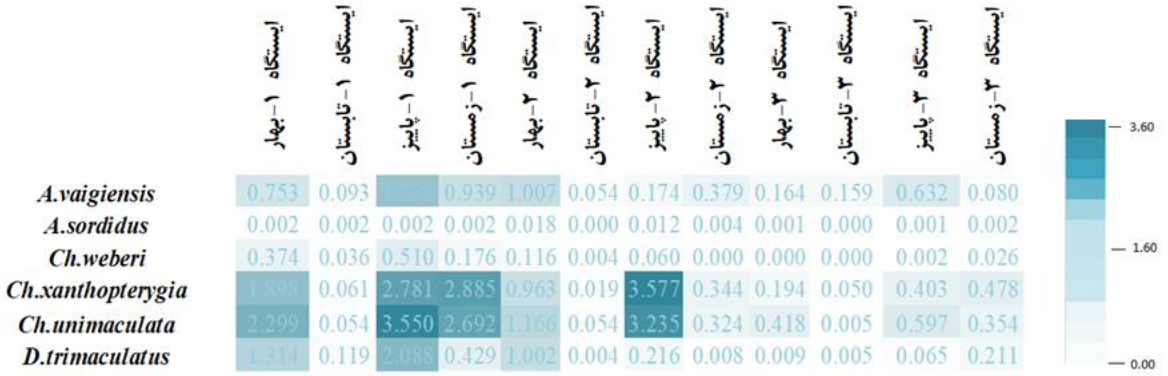
جدول ۳: توزیع زمانی-مکانی میانگین فراوانی کل افراد خانواده دوشیزه ماهیان اطراف جزیره لارک

نام ایستگاه	فراوانی کل افراد بر حسب فرد در متر مربع (Se ± میانگین)			
	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
ایستگاه اول (St_1)	۶/۶۴۰ ±۰/۰۸^{a}	۰/۳۶۵ ±۰/۰۴^{a}	۱۰/۷۱۰ ±۰/۳۰^{a}	۷/۱۲۴ ±۰/۳۷^{a}
ایستگاه دوم (St_2)	۴/۲۷۲ ±۰/۲۰^{b}	۰/۱۳۴ ±۰/۰۰^{b}	۷/۲۷۳ ±۰/۲۳^{b}	۱/۰۵۷ ±۰/۰۶^{b}
ایستگاه سوم (St_3)	۰/۷۸۷ ±۰/۰۱^{c}	۰/۲۱۹ ±۰/۰۰^{b}	۱/۷۰۱ ±۰/۰۸^{c}	۱/۱۵۰ ±۰/۰۱^{b}

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]

حروف نامتشابه نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار در هر فصل بین سه ایستگاه می‌باشد.

در بین گونه‌های شناسایی شده بیشترین فراوانی افراد متعلق به گونه‌ی *C.xanthopterygia* در ایستگاه دوم در فصل پاییز با میانگین ۰±۴۶/ ۳/۵۷۷ (در متر مربع) و کمترین فراوانی یا عدم حضور متعلق به گونه *A.sordidus* در تابستان ایستگاه ۲ و ۳ و گونه *C. unimaculata* در فصل زمستان ایستگاه ۲ و بهار و تابستان ایستگاه ۳ بود. فراوانی افراد گونه‌های شناسایی شده خانواده دوشیزه ماهیان به تفکیک هر ایستگاه و فصل در نقشه حرارتی شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳: نقشه حرارتی توزیع زمانی- مکانی فراوانی گونه‌های شناسایی شده‌ی دوشیزه ماهیان اطراف جزیره لارک (فرد در مترمربع)
*** رنگبندی از کمرنگ به پر رنگ نشان‌دهنده تراکم کمتر تا بیشتر در ایستگاه‌ها و فصول می‌باشد.**

نتایج آنالیز واریانس برای هر گونه بین ۳ ایستگاه نشان داد بیشترین درصد فراوانی در گونه‌های مشاهده شده دوشیزه ماهیان بین ایستگاه‌ها متعلق به ایستگاه دوم با میانگین ۳۸/۴۹ درصد برای گونه‌ی *C. weberi* بود. در دو ایستگاه ۱ و ۲ به ترتیب بالاترین درصد فراوانی به ترتیب ۳۴/۶۰ و ۳۵/۶۳ درصد بود که متعلق به گونه‌ی *C. xanthopterygia* بود. کمترین فراوانی در تمامی ایستگاه‌ها در گونه‌ی *A.sordidus* مشاهده شد (جدول ۴).

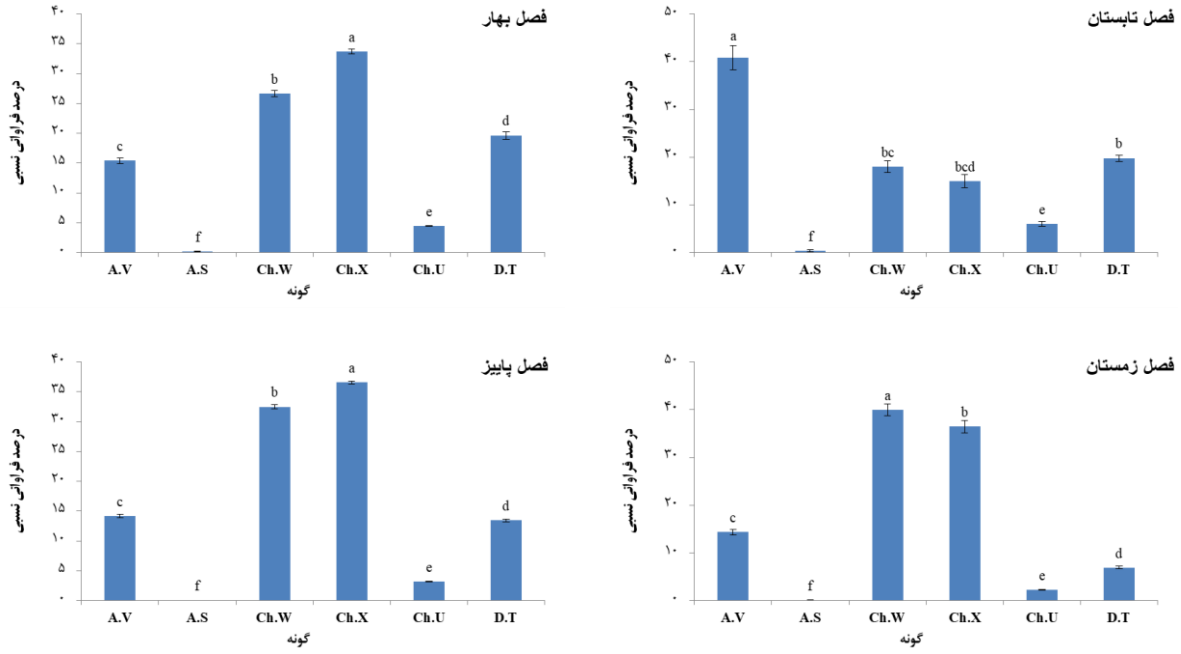
جدول ٤: میانگین درصد فراوانی نسبی گونه‌های دوشیزه ماهیان اطراف جزیره لارک در بازه زمانی مورد مطالعه

نام ایستگاه	درصد فراوانی نسبی (خطای استاندارد ± میانگین)					
	A.vaigiensis	*A.sordidus*	*Ch.weberi*	*Ch.xanthopterygia*	*Ch.unimaculata*	*D.trimaculatus*
ایستگاه اول (St_1)	۱۴/۳۵ ±۰/۲۰^{b}	۰/۰۴ ±۰/۰۴^{a}	۴/۴۱ ±۰/۰۶^{a}	۳۰/۷۱ ±۱/۰۰^{a}	۳۴/۵۸ ±۱/۱۵^{a}	۱۵/۹۱ ±۰/۲۴^{a}
ایستگاه دوم (St_2)	۱۲/۶۸ ±۱/۱۸^{b}	۰/۲۶ ±۰/۱۶^{a}	۰/۹۹ ±۰/۵۰^{b}	۳۸/۴۶ ±۱/۲۰^{a}	۳۷/۵۹ ±۲/۲۵^{a}	۹/۶۱ ±۱/۶۰^{b}
ایستگاه سوم (St_3)	۲۶/۸۷ ±۰/۶۸^{a}	۰/۱۰ ±۰/۱۲^{a}	۰/۷۲ ±۰/۲۰^{b}	۲۹/۱۸ ±۰/۹۵^{a}	۳۵/۶۳ ±۰/۳۷^{a}	۷/۵۰ ±۰/۴۵^{b}

حروف نامتشابه نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار برای هر گونه بین سه ایستگاه می‌باشد (نتایج بر اساس تست توکی و در سطح معنی داری برابر ۰/۰۵ بوده است).

بیشترین درصد فراوانی نسبی گونه‌ها در فصل بهار و پاییز به ترتیب ۳۱/۷۱ و ۳۶/۵۸ برای *C. xanthopterygia*، در تابستان با میانگین ۴۰/۸۷ درصد برای *A.vaigiensis* و در زمستان ۳۹/۶۹ درصد در گونه‌ی *C.weberi* تخمین زده شد (شکل ۴).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]



شکل ٤: درصد فراوانی نسبی گونه‌های شناسایی شده خانواده دوشیزه ماهیان اطراف جزیره لارک در فصول مختلف سال
اسامی مخفف زیر ستون‌ها نشان دهنده گونه‌های شناسایی شده‌ی دوشیزه ماهیان می‌باشد. A.S: *A.sordidus* ،A.V: *A.vaigiensis* ،Ch.W: *C.weberi* ،Ch.X: *C.xanthopterygia* ،C.U: *C.unimaculata* ،D.T: *D.trimaculatus*

شاخص‌های تنوع در این تحقیق محاسبه شد. براین اساس شاخص تنوع شانون در هر ۳ ایستگاه نشان داد بین ایستگاه اول و دو ایستگاه دیگر اختلاف معنی‌دار بود ($p \leq ۰/۰۵$). بیشترین مقدار این شاخص متعلق به ایستگاه اول ۱/۴۴ و کمترین مقدار در ایستگاه سوم برابر با ۱/۰۶ محاسبه شد. شاخص سیمپسون از دیگر شاخص‌های محاسبه شده در این مطالعه بود که تفاوت معنی‌داری بین تمامی ایستگاه‌ها مشاهده شد ($p \leq ۰/۰۵$). بیشترین مقدار شاخص سیمپسون در ایستگاه اول ۰/۷۴ و کمترین مقدار مربوط به ایستگاه سوم ۰/۵۹بود ($p \leq ۰/۰۵$). محاسبه شاخص مارگالف کمترین مقدار را در ایستگاه سوم ۰/۷۰ و بیشترین مقدار را درایستگاه دوم ۰/۷۴ نشان داد. تفاوت معنی‌داری بین ایستگاه‌ها در شاخص مارگالف مشاهده نشد ($p > ۰/۰۵$). مقادیر به‌دست آمده در این مطالعه از شاخص پیلو، بین ایستگاه اول با مقدار ۰/۸۳ با ایستگاه دوم و سوم به ترتیب با مقدار ۰/۷۲ و ۰/۶۸ تفاوت معنی‌داری نشان داد ($p \leq ۰/۰۵$) (جدول ۵).

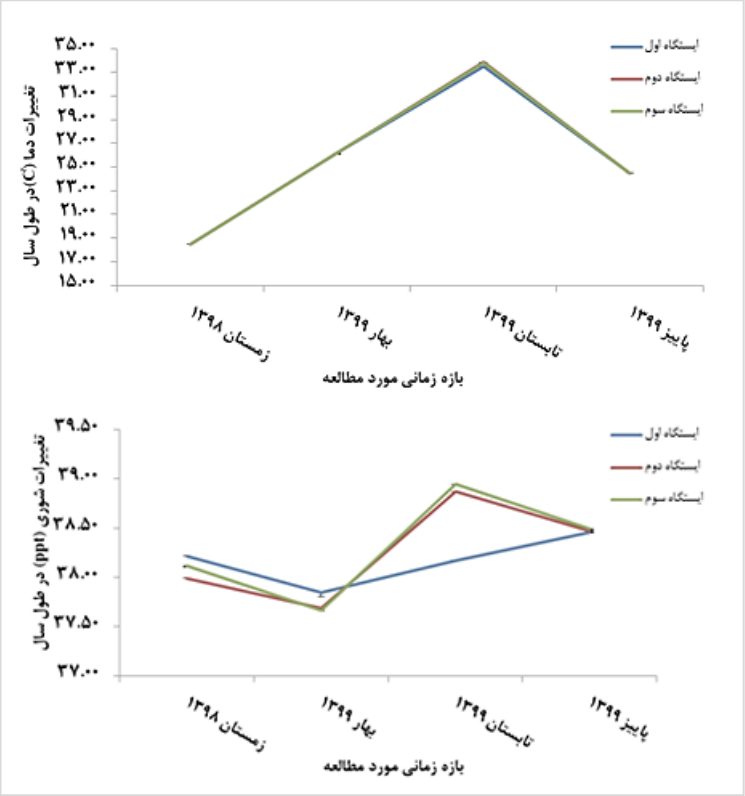
جدول ۵: تغییرات شاخص‌های تنوع زیستی در اطراف جزیره لارک در بازه زمانی مورد مطالعه

نام ایستگاه	شاخص‌های تنوع (خطای استاندارد ± میانگین)			
	شانون-وینر	سیمپسون	مارگالف	پیلو
ایستگاه اول (St_1)	۱/۴۴ ±۰/۱۲^a	۰/۷۴ ±۰/۰۴^a	۰/۷۱ ±۰/۲۱^a	۰/۸۳ ±۰/۰۸^a
ایستگاه دوم (St_2)	۱/۱۸ ±۰/۲۰^a	۰/۶۶ ±۰/۰۸^a	۰/۷۴ ±۰/۱۸^a	۰/۷۲ ±۰/۱۳^a
ایستگاه سوم (St_3)	۱/۰۶ ±۰/۲۶^a	۰/۵۹ ±۰/۱۴^a	۰/۷۰ ±۰/۱۲^a	۰/۶۸ ±۰/۱۳^a

حروف نامتشابه نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار برای هر گونه بین سه ایستگاه می‌باشد (نتایج بر اساس تست توکی و در سطح معنی داری برابر ۰/۰۵ بوده است).

با توجه به اثرپذیری شاخص‌های فراوانی و تنوع گونه‌ای دوشیزه‌ماهیان از فاکتورهای محیطی، آنالیز واریانس یکطرفه داده‌های دما، شوری و کدورت در هر فصل به تفکیک بین ۳ ایستگاه تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($p >۰/۰۵$). این تغییرات برای دما در محدوده ۳۳–۱۸ درجه سانتی گراد و برای شوری در محدوده ۳۹/۱–۳۷/۸ قسمت در هزار در شکل ۵ و به تفکیک فصل و ایستگاه نشان داده شده است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]



شکل ۵: تغییرات دما و شوری در هر ایستگاه در بازه زمانی مورد مطالعه

بحث

شناسایی شش گونه از چهار جنس خانواده Pomacentridae در آب‌های اطراف جزیره لارک، نه تنها فهرست گونه‌ای این منطقه را تکمیل می‌کند، بلکه نقطه شروعی برای تحلیل الگوهای بوم‌شناختی این گروه کلیدی در زیستگاه‌های صخره‌ای خلیج فارس فراهم می‌سازد (Mora, 2015). ماهیان این خانواده با وابستگی شدید به ساختار پیچیده بستر و حساسیت به دگرگونی‌های زیستگاهی، ابزارهای ارزشمندی برای پویایی‌شناسی و ارزیابی سلامت اکوسیستم‌های مرجانی محسوب می‌شوند (Hubert *et al*., 2017). در این راستا، بررسی کمی فراوانی و توزیع مکانی–زمانی آن‌ها، گامی فراتر از فهرست‌برداری صرف بوده و بینشی ضروری برای مدیریت و حفاظت این زیست‌بوم‌های آسیب‌پذیر ارائه می‌دهد. یافته‌های حاضر که نشان‌دهنده حضور پایدار گونه‌هایی مانند *A. vaigiensis* و *C. xanthopterygia* است، با گزارش‌های پیشین از دیگر جزایر منطقه (Hosseinzadeh Sahafi, 2000; Assady *et al*., 2004; Burt *et al*., 2011) همخوانی دارد و بر نقش بوم‌شناختی ثابت این گونه‌ها در ساختار جوامع ماهیان صخره‌ای خلیج فارس تأکید می‌کند. با این حال، تحلیل همزمان الگوهای فراوانی، پراکنش فصلی و ارتباط آن با متغیرهای محیطی – همان‌گونه که در این مطالعه انجام شد – امکان درک عمیق‌تری از عواملی فراهم می‌سازد که ساختار این جامعه را در مقیاس محلی شکل می‌دهند.

یافته‌های Burt و همکاران (۲۰۱۱) مبنی بر افزایش فراوانی دوشیزه‌ماهیان در زیستگاه‌هایی با پوشش مرجان زنده و جلبک بیشتر، با نتایج مطالعه حاضر هم‌راستا است و نشان می‌دهد که ساختار فیزیکی بستر و پیچیدگی زیستگاه نقش کلیدی در تعیین ترکیب جامعه این خانواده دارد. همچنین، گزارش‌های متعدد از جزایر لارک، کیش، ابوموسی و هنگام (Behzadi *et al*., 2011; 2023; Valinassab and Tavakoli-Kolour, 2014; Behzadi *et al*., 2022) حاکی از آن است که خانواده

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]

Pomacentridae اغلب بیشترین غنای گونه‌ای و فراوانی را در مناطق دور از فشارهای شهری و انسانی دارا هستند، الگویی که اهمیت کاهش تنش‌های انسان‌زاد را در حفظ تنوع زیستی این گروه برجسته می‌سازد.

از منظر مکانی–زمانی، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که اگرچه تمامی گونه‌ها در ایستگاه اول در تمام فصول حضور داشتند، اما محدود شدن حضور کامل آن‌ها در ایستگاه‌های دوم و سوم به فصول خاص، بیانگر تأثیر هم‌زمان عمق، نوع بستر و نوسانات فصلی دما و شوری بر پراکنش آن‌هاست. حضور مداوم سه گونه *C. weberi*، *A. vaigiensis* و *C. xanthopterygia* در تمامی ایستگاه‌ها و فصول، همراه با فراوانی بالاتر آن‌ها، می‌تواند نشان‌دهنده دامنه تحمل زیست‌محیطی وسیع‌تر و توان سازگاری بالاتر این گونه‌ها باشد. به ویژه *A. vaigiensis* که بیشترین فراوانی نسبی را نشان داد، به نظر می‌رسد دارای انعطاف‌پذیری بوم‌شناختی بالاتری در برابر تغییرات دما، عمق و نوع بستر باشد؛ ویژگی‌ای که حضور آن را حتی در شرایط نامساعد، نظیر دماهای بالاتر تابستان و زیستگاه‌های کم‌عمق، توجیه می‌کند.

این تفسیر با نتایج مطالعات انجام‌شده در مناطق با شرایط زیستگاهی محدودتر، از جمله در آب‌های پاکستان که توسط Moazzam و Osmany (۲۰۲۴) انجام شد، هم‌خوانی دارد؛ جایی که با وجود فقدان صخره‌های مرجانی واقعی، دوشیزه‌ماهیان توانسته‌اند از زیستگاه‌های جایگزین نظیر سازه‌های مصنوعی، کشتی‌های غرق‌شده و بسترهای صخره‌ای بین جزر و مدی بهره‌برداری کنند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که وابستگی این خانواده صرفاً به مرجان‌های زنده محدود نبوده، بلکه وجود ساختارهای سخت و پیچیده، عامل کلیدی در حضور و پایداری آن‌هاست. در مقابل، فراوانی پایین و حضور محدود گونه *A. sordidus* در مطالعه حاضر، به‌ویژه غیبت آن در فصل تابستان، می‌تواند بیانگر حساسیت بیشتر این گونه به نوسانات محیطی یا رقابت زیستگاهی با گونه‌های غالب‌تر باشد. این تفاوت‌های گونه‌ای، اهمیت رویکردهای مبتنی بر ویژگی‌های عملکردی[1] را در تحلیل ساختار جوامع ماهیان صخره‌ای برجسته می‌کند.

در مجموع، هم‌پوشانی بالای گونه‌های شناسایی‌شده در این مطالعه با گزارش‌های اخیر منطقه‌ای (Behzadi *et al*., 2020) نشان‌دهنده ثبات نسبی ترکیب گونه‌ای Pomacentridae در مقیاس منطقه‌ای است. با این حال، تغییرات فراوانی و الگوهای حضور فصلی، ضرورت پایش بلندمدت و تحلیلی این جوامع را آشکار می‌سازد. با توجه به اینکه سیاست‌های نوین مدیریت زیست–بوم‌های آبی فراتر از حفاظت صرف بوده و بر بازسازی و احیای زیستگاه‌ها نیز تأکید دارند، توسعه ابزارهای زیستی و روش‌های پایش مبتنی بر گونه‌های شاخصی مانند دوشیزه‌ماهیان، می‌تواند نقش مؤثری در ارزیابی موفقیت برنامه‌های مدیریتی و احیایی زیست‌بوم‌های صخره‌ای و مرجانی ایفا کند.

نتایج نشان داد الگوی توزیع زمانی–مکانی گونه‌ها متأثر از ترکیب پیچیده‌ای از عوامل زیست‌گاهی و محیطی است. بیشترین فراوانی در ایستگاه ۱ (پاییز) و کمترین در ایستگاه ۲ (تابستان) مشاهده شد. برتری پایدار ایستگاه ۱ از نظر شاخص‌های تنوع و فراوانی را می‌توان عمدتاً با ویژگی‌های گزارش‌شده این ایستگاه از جمله عمق متوسط (~۱۰ متر) و بستر متشکل از مرجان زنده و جلبک مرتبط دانست. چنین شرایطی به طور کلی با ایجاد پیچیدگی ساختاری بیشتر و پناهگاه‌های مناسب‌تر برای ماهیان صخره‌ای همراه است (Messmer *et al*., 2011; Tornabene *et al*., 2016). این تفسیر با یافته‌های مطالعات منطقه‌ای دیگر که بالاترین تنوع دوشیزه‌ماهیان را در ایستگاه‌های با فشار انسانی کمتر و بسترهای پیچیده‌تر گزارش کرده‌اند، هم‌خوانی دارد (Behzadi *et al*.,2020). همچنین، نقش شیب و عمق بستر در تفکیک جوامع ماهیان گزارش شده است (Willis and Anderson, 2003).

الگوی فصلی مشاهده‌شده‌کاهش بارز فراوانی در فصل تابستاننیاز به تحلیلی فراتر از صرف «دمای بالا» دارد. اگرچه افزایش دما یک عامل کلیدی است، اما این کاهش همزمان می‌تواند متأثر از تنش حرارتی و سفیدشدگی مرجان‌ها، کاهش سلامت و ساختار زیست‌گاه باشد. همچنین، کاهش اکسیژن محلول ناشی از گرمایش آب و تغییر در فراوانی و دسترسی به منابع غذایی مانند زئوپلانکتون‌ها و بی‌مهرگان کوچک می‌تواند بر بقا و توزیع ماهیان تأثیر بگذارد. از سوی دیگر، چرخه‌های زیستی طبیعی برخی

[1] Functional traits

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]

گونه‌ها ممکن است به گونه‌ای باشد که در تابستان به اعماق بیشتر یا مناطق پناهگاهی دیگری مهاجرت کنند یا دوره کاهش فعالیت را طی نمایند. غیبت گونه‌هایی مانند *A.sordidus* در تابستان در ایستگاه ۳ می‌تواند شاهدی بر این حساسیت باشد. این یافته‌ها با پژوهش‌های دیگری که اهمیت شفافیت آب و نوع بستر را در ترجیح زیستگاهی ماهیان زینتی نشان داده‌اند (Komyakova *et al*., 2013; Behzadi *et al*., 2019)، و نیز با مطالعه Ghazilou و همکاران (۲۰۱۹) که بر تغییرپذیری مکانی–زمانی جوامع ماهیان تأکید دارد، هم‌سو است. در نهایت، برتری ایستگاه ۱ از نظر شاخص‌های تنوع مانند شانون–وینر (۱/۴۴) و حضور پایدار تمام گونه‌ها در تمام فصول، به‌وضوح پایداری اکولوژیک بالاتر و شرایط زیستگاهی مساعدتر این ایستگاه را، که حاصل تعامل عوامل ساختاری، محیطی و فاقد اغتشاش شدید انسانی است، تأیید می‌کند.

بر اساس تحلیل‌های کمّی انجام‌شده، الگوی تغییرپذیری شاخص‌های تنوع زیستی در بین ایستگاه‌های مطالعه، بازتابی از تفاوت در شرایط زیست‌گاهی و محیطی آن‌هاست. مقادیر بالاتر شاخص‌های شانون–وینر و یکنواختی پیلو در ایستگاه اول، حاکی از ساختار جامعه‌ای متعادل‌تر با توزیع فراوانی یکنواخت‌تر میان گونه‌های حاضر است. در مقابل، پایین‌تر بودن این شاخص‌ها در ایستگاه سوم، همراه با غالبیت نسبی گونه‌هایی خاص، می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر عوامل انتخابی یا تنش‌زای محیطی باشد که بر تعادل درون‌جامعه‌ای تأثیر گذاشته‌اند (Ludwig and Reynolds, 1988). این تفاوت‌های مکانی، نقش کلیدی عواملی چون ساختار فیزیکی بستر، پیچیدگی ریزمی‌گاه‌ها و کیفیت زیستگاه را در تعیین غنای گونه‌ای و میزان تساوی توزیع افراد در جوامع ماهیان صخره‌ای، به ویژه خانواده‌های وابسته به بستر نظیر دوشیزهماهیان، برجسته می‌سازد (Tornabene *et al*., 2016). بنابراین، تغییرات مشاهده‌شده در شاخص‌های تنوع در این مطالعه، عمدتاً قابل‌ارتباط با ویژگی‌های اختصاصی هر ایستگاه است.

آب‌های اطراف جزیره لارک نیز بخشی از زیست‌بوم‌های صخره‌ای و مرجانی خلیج فارس به شمار می‌روند، با این حال مطالعات انجام‌شده در زمینه تنوع زیستی ماهیان این زیستگاه‌ها در مقیاس ملی محدود بوده و همین موضوع امکان مقایسه و تحلیل جامع را کاهش داده است. بر این اساس، مطالعه حاضر با هدف بررسی تنوع و فراوانی گونه‌های خانواده دوشیزه‌ماهیان در سه ایستگاه منتخب اطراف جزیره لارک انجام شد.

نتایج شاخص‌های تنوع (شانون–وینر، سیمپسون، مارگالف و یکنواختی پیلو) نشان داد که ایستگاه اول، با عمق متوسط ۱۰ متر و بستر متشکل از مرجان زنده و جلبک، بالاترین مقدار شاخص شانون–وینر (۱/۴۴) را دارا بود. این یافته نشان‌دهنده ترکیب گونه‌ای متوازن‌تر و توزیع یکنواخت‌تر فراوانی گونه‌ها در این ایستگاه است. در مقابل، کمترین مقدار این شاخص در ایستگاه سوم (۱/۰۶)، که دارای عمق بیشتر (۱۵ متر) و بستر غالباً متشکل از مرجان مرده بود، به‌دست آمد. حضور تمامی گونه‌های شناسایی‌شده در تمام فصول در ایستگاه اول نیز مؤید پایداری نسبی شرایط زیستگاهی و فراهم بودن منابع مورد نیاز برای این خانواده در این ایستگاه است.

از آنجایی که زیستگاه‌هایی با تنوع ساختاری بالاتر، غالبیت گونه‌ای کمتری داشته و در نتیجه تنوع گونه‌ای بالاتری را پشتیبانی می‌کنند (Ardakani, 2005)، نتایج مطالعه حاضر با این دیدگاه همخوانی دارد، به‌طوری‌که در ایستگاه اول علاوه بر بالا بودن شاخص شانون–وینر، مقدار شاخص مارگالف نیز نسبتاً متعادل (۰/۷۱) محاسبه شد و اختلاف معنی‌داری با ایستگاه سوم نشان نداد. با این حال، بیشترین مقدار شاخص مارگالف در ایستگاه دوم (۰/۷۴) مشاهده شد که نشان‌دهنده تمرکز بیشتر غنای گونه‌ای در این ایستگاه است. بررسی نقشه حرارتی فراوانی گونه‌ها نشان داد که در ایستگاه دوم، دو گونه *C. xanthopterygia* و *C. unimaculata* از فراوانی به‌طور معنی‌داری بالاتری برخوردار بودند؛ الگویی که بیانگر افزایش غالبیت گونه‌ای و کاهش یکنواختی توزیع گونه‌ها است.

این وضعیت در ایستگاه سوم نیز به‌وضوح مشاهده شد، جایی که غالبیت دو گونه مشخص و غیبت برخی گونه‌ها مانند *A. sordidus* در برخی فصول (به‌ویژه تابستان) ثبت گردید. چنین الگویی می‌تواند ناشی از ترکیب نامناسب‌تری از عوامل زیستگاهی شامل نوع بستر، عمق و احتمالاً شرایط فیزیکوشیمیایی محیط باشد. Ghazilou و همکاران (۲۰۱۹) نیز نشان دادند که تغییرات مکانی–زمانی زیستگاه‌ها، در سطح کلان بر شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای و در سطوح پایین‌تر بر فراوانی و ترکیب جمعیتی ماهیان صخره‌ای اثرگذار است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]

از سوی دیگر، Belal و همکاران (۲۰۱۶) بیان کرده‌اند که افزایش تعداد گونه‌ها در یک بازه زمانی خاص می‌تواند بیانگر فراهم بودن شرایط بهینه زیستی باشد. بر این اساس، بالا بودن شاخص شانون–وینر و یکنواختی پیلو (۰/۸۳) در ایستگاه اول را می‌توان نشانه‌ای از شرایط مطلوب زیستی برای تمامی گونه‌های شناسایی‌شده دوشیزه‌ماهیان در منطقه دانست. در مقابل، مقدار پایین‌تر شاخص پیلو در ایستگاه سوم (۰/۶۸) بیانگر توزیع نامتوازن فراوانی گونه‌ها و افزایش غالبیت چند گونه محدود است؛ وضعیتی که اغلب در زیستگاه‌های تحت تنش یا با پیچیدگی ساختاری کمتر مشاهده می‌شود.

کاهش پیچیدگی ساختار زیستگاه، به‌ویژه در بسترهای فاقد مرجان زنده، منجر به کاهش پناهگاه‌های کوچک، زیستگاه‌های خرد و زیراشکوب‌های ناهمگون می‌شود؛ عواملی که نقش مهمی در افزایش تنوع و تراکم ماهیان صخره‌ای دارند (Gratwicke and Speight, 2005). چنین شرایطی می‌تواند مستقیماً بر شاخص‌های تنوع و یکنواختی اثر گذاشته و ساختار جامعه را به سمت غالبیت چند گونه سازگارتر سوق دهد. در مطالعه حاضر، محاسبه شاخص سیمپسون نیز نشان داد که اگرچه ایستگاه اول بالاترین مقدار (۰/۷۴) را دارا بود، اما اختلاف معنی‌داری میان ایستگاه‌ها مشاهده نشد؛ موضوعی که بیانگر شباهت کلی ترکیب گونه‌ای بین ایستگاه‌ها و ثبات نسبی حضور گونه‌های دوشیزه‌ماهیان در منطقه است. یافته‌های بهزادی و همکاران (۲۰۱۱، ۲۰۲۰) نیز نشان داده‌اند که بیشترین تنوع و فراوانی گونه‌ای دوشیزه‌ماهیان در ایستگاه‌هایی با فشار انسانی کمتر و شرایط زیستگاهی پایدارتر مشاهده می‌شود.

از منظر جغرافیای زیستی، جوامع ماهیان صخره‌ای بازتابی از ویژگی‌های زیستی و جغرافیایی منطقه هستند (Parravicini *et al*., 2013). بنابراین، شناخت الگوهای تغییرات تنوع زیستی و عوامل مؤثر بر آن، پیش‌نیاز مدیریت پایدار و حفاظت مؤثر از زیست‌بوم‌های صخره‌ای و مرجانی محسوب می‌شود (Samoilys *et al*., 2022). نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که تغییرات تنوع و یکنواختی گونه‌های دوشیزه‌ماهیان در اطراف جزیره لارک به‌طور مستقیم تحت تأثیر پیچیدگی زیستگاه، نوع بستر و شرایط محیطی قرار دارد و می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای پایش بلندمدت و برنامه‌ریزی‌های حفاظتی آینده مورد استفاده قرار گیرد.

زیست‌بوم‌های صخره‌های مرجانی خلیج فارس – آب‌های ایران در مقایسه با سایر مناطق گرمسیری مانند دریای سرخ، به دلیل نوسان شرایط بوم‌شناختی و استرس‌های محیطی، تنوع چندانی ندارند (ROPME,1999; Owfi *et al*.,2015). زیستگاه‌های مرجانی خلیج فارس با توجه به دماهای بسیار بالاتر از زیست‌بوم‌های صخره‌های مرجانی بسیاری از مناطق مشابه، تحمل بالاتری دارند (Harrington, 1986; Owfi *et al*.,2015). همچنین تغییرات تنوع، بازتاب تغییرات در فرایندهای محیط‌زیستی مانند تولید، روند انتقال انرژی، فشارهای غیرزیستی، اثرات متقابل زیستی، فاکتورهای محیطی، شرایط بستر، عمق و حتی شرایط زیستگاهی می‌باشد (Samoilys *et al*., 2022; Yuxiang *et al*.,2021). در نتیجه تنوع و فراوانی بالاتر و یکنواختی گونه‌ها در ایستگاه اول که دارای عمق متوسط،بستر دارای اجتماعات مرجانی شاداب و زنده بود و شرایط دور از مناطق پر استرس مسکونی و آلودگی‌های نفتی (Palialexis *et al*.,2011) داشت به احتمال قوی می‌تواند جوامع ماهیان زینتی از جمله دوشیزه ماهیان که در مطالعه‌ی حاضر مورد بررسی قرار گرفت را تحت تأثیر قرار داد باشد. مدل‌های آماری پراکنش گونه‌ها در برنامه‌های مدیریتی و حفاظتی، در واقع مطالعهٔ رابطهٔ میـان متغیرهـای زیستی و حضور گونه، تشخیص زیستگاه‌های ضروری گونه و پیشـگویی نحـوه اثرگـذاری متغییرها و تغییرات آب و هوا بر توزیع گونه‌هـا می‌باشد.

نتیجه‌گیری

ب این مطالعه نشان داد که ساختار جامعه دوشیزه‌ماهیان اطراف جزیره لارک عمدتاً توسط ویژگی‌های محلی زیستگاه شکل می‌گیرد. بالاترین تنوع و پایداری در ایستگاه اول مشاهده شد که با پیچیدگی ساختاری بیشتر بستر، شرایط هیدرودینامیکی پایدارتر و غالبیت زیستگاه‌های مرجانی زنده مرتبط بود. در مقابل، کاهش تنوع و افزایش غالبیت گونه‌ای خاص در ایستگاه‌های دیگر، احتمالاً بازتاب کاهش کیفیت ساختاری بستر و افزایش تنش‌های محیطی است. الگوی حضور پایدار گونه‌های کلیدی مانند*A. vaigiensis* و *C. xanthopterygia* در سراسر منطقه، سازگاری گسترده این گونه‌ها را تأیید می‌کند، در حالی که حساسیت گونه‌هایی مانند *A. sordidus* به تغییرات فصلی و مکانی، تفاوت در دامنه تحمل اکولوژیک درون خانواده را برجسته می‌سازد. به طور کلی، یافته‌ها بر

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]

این امر تأکید دارند که حفظ پیچیدگی ساختاری و سلامت بسترهای مرجانی عامل تعیین‌کننده‌ای در پایداری جوامع ماهیان صخره‌ای وابسته به زیستگاه، مانند دوشیزه‌ماهیان، در اکوسیستم‌های جزایر خلیج فارس است. بنابراین، پایش مستمر این گروه به‌عنوان گونه‌های شاخص می‌تواند مبنای علمی مناسبی برای مدیریت، حفاظت و برنامه‌ریزی‌های احیای زیست‌بوم‌های صخره‌ای و مرجانی در خلیج فارس فراهم آورد.

References

Abdoli, L. and Akbarzadeh, A. 2024. Assessment of growth characteristics of the fish Talal (*Rastrelliger kanagurta*) in the coastal waters of Hormozgan province. *Journal of Aquatic Ecology*; 14 (3): 1-15.

Allen, G.R., 1991. Damselfishes of the world. agris.fao.org. CRC Press.

Ardakani, M.R., 2005. General Ecology, First Edition, Tehran University Press, Page: 317. (In Persian).

Assady, H., Behzadi, S., Iran, A., Seidmorady, S., Mirzai, A. and Dehghani, R., 2004. A study on status of exploting stocks of Ornamental fishes. (In Persian).

Behzadi S, Darvishi M, Salarpouri A, Akbarzadeh Gh.A, Vahab Nezhad A, SeidMorady S., 2019. Assessment of fish biodiversity in artificial reefs of the Persian Gulf (Hormozgan province, Salakh and Bostaneh ports). 7.(In Persian)

Behzadi S, Salarpouri A, Darvishi M, Daghoghi B, Mortazavi M.S. 2011. Study of biotic communities for artificial reef placement in Hormuzgan Province waters, the Persian Gulf. *Iranian Scientific Fisheries Journal,* 20(2):9-16. URL: http://isfj.ir/article-1-364-en.html(In Persian).

Behzadi S., Darvishi S., Salarpoori A., Momni M., Pourmozaffar S., Dehghani R., 2022. Determination of Coral-fish Standing Biomass by using non-definitive test and UVC method (Abu Mosa Island, Persian Gulf). JFST; 11 (3): 6. URL: http://jair.gonbad.ac.ir/article-1-829-en.html (In Persian).

Behzadi S., Salarpouri A., Darvishi M., Gozari M., Momeni M., Akbarzadeh GH.A. 2023. Estimation of coral reef fish biomass by UVC method in Hengam Island, Persian Gulf. *Journal of Applied Ichthyological Research*, 10(4): 1-7. https://doi.org/10.22034/jair.10.4.3.

Behzadi S.B, Salarpouri A, Darvishi M, Akbarzadeh Chamachaei GH.A, pourmozaffar S, gozari M., 2020.Estimating standing stock size of Reef and Ornamental fishes in Larak Island, the Persian Gulf. JFST; 9 (1) :31-37.DOR: https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23225513.1398.9.1.7.6 (In Persian).

Behzadi, S., Salarpouri, A., Darvishi, M., Daghoghi, B., Siead Moradi, S. and Rameshi, H., 2011. Study of existing biological communities in Hormuzgan province waters (Persian Gulf) for installation of artificial reefs. URL: http://isfj.ir/article-1-416-en.html (In Persian).

Bianchi, G., 1985. FAO Species identification sheets for fishery purposes. Field guide to the commercial marine and brackish water species of Pakistan. CRC Press.

Bohnsack, J.A., Bannerot, S. P., 1986.A Stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reefs. NOAA Technical Report NMFS 41: 1 -15.

Boswell, K.M., Wells, R.J., Cowan Jr, J.H. and 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), pp.879-889. https://doi.org/10.5343/bms.2010.1026.

Brock, R.E., 1982. A critique of the visual census method for assessing coral reef fish populations. Bulletin of Marine Science, 32(1), pp.269-276.CRC Press.

Burt, J.A., Feary, D.A., Bauman, A.G., Usseglio, P., Cavalcante, G.H. and Sale, P.F., 2011. Biogeographic patterns of reef fish community structure in the northeastern Arabian Peninsula. *ICES Journal of Marine Science*, 68(9), pp.1875-1883. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsr129

De Bruin, G.H. P, Russell B.C.andBougusch. A.,1995. FAO Species Identification Field Guilde for Fisheries Purposes, The Marine Fishery Resources of Sri Lanka. F.A.O, Rome, Italy.65p CRC Press.

Eagderi, S., Fricke, R., Esmaeili, HR. and Jalili, P., 2019. Annotated checklist of the fishes of the Persian Gulf: diversity and conservation status, *Iranian Journal of Ichthyology*, 6, 1-171. DOI: https://doi.org/10.22034/iji.v6i0.454.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]

Ferrier, S., 2002. Mapping spatial pattern in biodiversity for regional conservation planning: where to from here?. Systematic biology, 51(2), pp.331-363. https://doi.org/10.1080/10635150252899806.

Fischer W, Bianchi G.,1984. FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Indian Ocean (Fishing Area 51). Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1-6. https://doi.org/10.18960/seitai.54.1_35

Francour, P., Liret, C. and Harvey, E., 1999. Comparison of fish abundance estimates made by remote underwater video and visual census. Nat Sicil, 23, pp.155-168. http://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.10.011.

Fricke, R., Eschmeyer, W.N. and Laan, R., 2025. Catalog of fishes: genera, species, references. Available at: https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp.

Ghazilou, A., Shokri, M.R. and Gladstone, W., 2019. Comparison of baited remote underwater video (BRUV) and underwater visual census (UVC) for assessment of reef fish in a marginal reef in the northern Persian Gulf. Iranian Journal of Ichthyology. DOI: https://doi.org/10.22034/iji.v6i3.353.

Gratwicke, B. and Speight, M.R., 2005. Effects of habitat complexity on Caribbean marine fish assemblages. Marine Ecology Progress Series, 292, pp.301-310. https://doi.org/10.3354/meps292301.

Harrington, F.A., 1986. Iran: surveys of the southern Iranian coastline with recommendations for additional marine reserves. Promotion of the establishment of marine parks and reserves in the northern Indian Ocean including the Red Sea and the Persian Gulf. IUCN Publications, New series, (35), p.5075.

Hosseinzadeh Sahafi, H., 2000. Identification of marine ornamental fishes in northern part of the Persian Gulf, Iran. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 2(2), pp.21-36. URL: http://jifro.ir/article-1-3178-fa.html (In Persian).

Hubert, N., Dettai, A., Pruvost, P., Cruaud, C., Kulbicki, M., Myers, R.F. and Borsa, P., 2017. Geography and life history traits account for the accumulation of cryptic diversity among Indo-West Pacific coral reef fishes. Marine Ecology Progress Series, 583, pp.179-193.DOI: https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x

Komyakova, V., Munday, P.L. and Jones, G.P., 2013. Relative importance of coral cover, habitat complexity and diversity in determining the structure of reef fish communities. PLoS One, 8(12), p.e83178. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083178.

Labrosse, P., Kulbicki, M. and Ferraris, J., 2002. Underwater visual fish census surveys: Proper use and implementation. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community. CRC Press.

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

Ludwig, J. and Reynolds, J. F., 1988. Statistical ecology. A primer on methods and computing. A Niley international publication. America: 324. CRC Press.

McClanahan, T.R., Schroeder, R.E., Friedlander, A.M., Vigliola, L., Wantiez, L., Caselle, J.E., Graham, N.A., Wilson, S., Edgar, G.J., Stuart-Smith, R.D. and Oddenyo, R.M., 2019. Global baselines and benchmarks for fish biomass: comparing remote reefs and fisheries closures. Marine Ecology Progress Series, 612, pp.167-192. https://doi.org/10.3354/meps12874

Mellin, C., Ferraris, J., Galzin, R., Harmelin-Vivien, M., Kulbicki, M. and De Loma, T.L., 2008. Natural and anthropogenic influences on the diversity structure of reef fish communities in the Tuamotu Archipelago (French Polynesia). ecological modelling, 218(1-2), pp.182-187. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2008.07.021

Messmer, V., Jones, G.P., Munday, P.L., Holbrook, S.J., Schmitt, R.J. and Brooks, A.J. 2011. Habitat biodiversity as a determinant of fish community structure on coral reefs. Ecology, 92(12), pp.2285-2298. https://doi.org/10.1890/11-0037.1

Moazzam, M. and Osmany, H.B.,2024. Damselfishes Fishes (Family Pomacentridae) Of Pakistan. INT. J. BIOL. BIOTECH., 21 (3): 427-442. Damselfishes fishes (family Pomacentridae) of PakistanPDF.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]

Mora, C., 2015. Large-scale patterns and processes in reef fish richness. Ecology of fishes on coral reefs, pp.88-96. https://doi.org/10.1038/nature01393.

Nadon, M.O., 2014. Improving stock assessment capabilities for the coral reef fishes of Hawaii and the Pacific region (Doctoral dissertation, University of Miami).

Owfi, F., Rabbaniha, M., Al-Obeid Mehana, S. and Mahichi, F., 2015. Biodiversity and distribution patterns of coral reef ecosystems in ROPME Sea Area (Inner part: Persian Gulf-Iranian waters). Journal of Survey in Fisheries Sciences, 1(2), pp.21-26. https://doi.org/10.18331/SFS2015.1.2.3

Palialexis A., Georgakarakos S., Karakassia L., Lika K., Valavanis V.D. 2011. Prediction of marine species distribution from presence–absence acoustic data: comparing the Fitting efficiency and the predictive capacity of conventional and novel distribution models. Hydrobiologia, 67: 241-266. https://doi.org/10.1007/s10750-011-0673-9

Parravicini, V., Kulbicki, M., Bellwood, D.R., Friedlander, A.M., Arias-Gonzalez, J.E., Chabanet, P., Floeter, S.R., Myers, R., Vigliola, L., D'agata, S. and Mouillot, D., 2013. Global patterns and predictors of tropical reef fish species richness. Echography, 36(12), pp.1254-1262. https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.00291.x

Pauly, D., Alder, J., Bennett, E., Christensen, V., Tyedmers, P. and Watson, R., 2003. The future for fisheries. Science, 302(5649), pp.1359-1361. https://doi: 10.1126/science.1088667

Regional Organization for the Protection of the Marine Environment, 1999. Manual of Oceanographic Observations and Pollutant Analyses Methods (MOOPAM). Regional Organization for the Protection of the Marine Environment. CRC Press.

Roberts, C.M., McClean, C.J., Veron, J.E., Hawkins, J.P., Allen, G.R., McAllister, D.E., Mittermeier, C.G., Schueler, F.W., Spalding, M., Wells, F. and Vynne, C., 2002. Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical reefs. Science, 295(5558), pp.1280-1284. https://doi.org/10.1126/science.1067728.

Samoilys, M., Alvarez-Filip, L., Myers, R. and Chabanet, P., 2022. Diversity of coral reef fishes in the western Indian Ocean: Implications for Conservation. Diversity, 14(2), p.102. https://doi.org/10.3390/d14020102.

Sikkink, P., Zuur, A., Ieno, E. and Smith, G., 2007. Monitoring for change: using generalised least squares, non-metric multidimensional scaling, and the Mantel test on western Montana grasslands. Analysing ecological data, pp.463-484. https://doi.org/10.1007/978-0-387-45972-1_26.

Smith,M.M and Heemstra.C.,1996. Smith, S Sea Fishes, Springer verlag, Heidelberg, New York,London, Paris, Tokyo 25-35p. CRC Press.

Sparre, Per.; Venema, Siebren C. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper. No.306. Rome. FAO. 1998. 407p. CRC Press.

Tornabene, L., Van Tassell, J.L., Robertson, D.R. and Baldwin, C.C., 2016. Repeated invasions into the twilight zone: evolutionary origins of a novel assemblage of fishes from deep Caribbean reefs. Molecular Ecology, 25(15), pp.3662-3682. https://doi 10.1111/mec.13704.

Valinassab, T. and Tavakoli-Kolour, P., 2014. Identification and assess anthropogenic impacts on species richness of coral reef fishes in Larak Island, Persian Gulf. International Journal of Marine Science. https://doi.org/10.5376/ijms.2014.04.0053.

Willis, T. J. and Anderson, M. J., 2003. Structure of cryptic reef fish assemblages: relation-ships with habitat characteristics and predator density. Marine Ecology Progress Series257, 200-211. https://doi.org/10.3354/meps257209

Worm, B., Hilborn, R., Baum, J.K., Branch, T.A., Collie, J.S., Costello, C., Fogarty, M.J., Fulton, E.A., Hutchings, J.A., Jennings, S. and Jensen, O.P., 2009. Rebuilding global fisheries. science, 325(5940), pp.578-585. https://doi: 10.1126/science.1173146.

Yuxiang, Z.H.A.N.G., Wei, L.I.U., Hailong, Z.H.A.O., Chenghong, W.U. and Min, C.H.E.N., 2021. Diversity analysis of nekton in the offshore waters of Hainan Island in spring and autumn. Journal of Fisheries Research, 43(2), pp.133-142. https://doi 10.14012/j.cnki.fjsc.2021.02.003.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-07]