



<https://tbj.ui.ac.ir/?lang=en>

Taxonomy and Biosystematics

E-ISSN: 2322-2190

Document Type: Research Paper

Vol. 13, Issue 2, No.47, Summer 2021, P:5

Received: 27/09/2021 Accepted: 30/10/2021

Molecular Identification of *Platax Orbicularis* (Forsskål, 1775) from the Persian Gulf

Adnan Shahdadi

Assistant Professor, Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
adnan1361@gmail.com

Mahdi Ghanbarifardi*

Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchestan, Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran
mehdi.ghanbarifardi@science.usb.ac.ir

Abstract

The Ephippidae, as a family with high economic and ecological values, consists of 8 genera and 15 species. The genus *Platax* has the most diversity with five species and is widespread in the Indo-Pacific region. *P. orbicularis* is reported to exist in the northern and southern waters of the Persian Gulf, the Gulf of Oman, and the Red Sea. The present study reported a specimen of *P. orbicularis* from the coast of Persian Gulf and made the COI sequence of this specimen available. Thirty-one sequences of five congener species, which were available through the GenBank, were used to analyze the molecular progeny of the genus *Platax*. The results of the current research revealed that *P. orbicularis* and *Platax teira* were in a sister group and *P. boersii* was classified next to them. Also, *P. batavianus* and *P. pinnatus* were identified as sister taxa. Molecular phylogeny was largely consistent with the comparative morphological results of the five species of the genus *Platax*.

Key words: *Platax*, Persian Gulf, molecular phylogeny, batfish.

*Corresponding author

Shahdadi, A., Ghanbarifardi, M. (2021). Molecular Identification of *Platax Orbicularis* (Forsskål, 1775) from the Persian Gulf. *Taxonomy and Biosystematics*, 13(2), 87-96.



شناسایی مولکولی خفاش ماهی گرد (*Platax orbicularis* (Forsskal, 1775) از خلیج فارس

عدنان شهدادی، استادیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

adnan1361@gmail.com

مهدی قنبری فردی*، استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

mehdi.ghanbarifardi@science.usb.ac.ir

چکیده

خانواده شینگ ماهیان (Ephippidae) با ارزش اقتصادی و بوم‌شناسی زیاد دارای هشت جنس و ۱۵ گونه است. جنس *Platax* با پنج گونه دارای بیشترین تنوع گونه‌ای است و در منطقه هند - آرام پراکنش دارد. خفاش ماهی گرد *Platax orbicularis* تاکنون از آب‌های شمال و جنوب خلیج فارس، دریای عمان و دریای سرخ گزارش شده است. مطالعه حاضر یک نمونه *P. orbicularis* را از ساحل شهرستان پارسیان (خلیج فارس) گزارش می‌کند و توالی مربوط به COI این نمونه را در دسترس قرار می‌دهد. ۳۱ توالی مربوط به پنج گونه خفاش ماهی (جنس *Platax*) از طریق بانک ژنی در دسترس قرار گرفته و برای رسم درخت تبارزایی مولکولی جنس *Platax* استفاده شده است. نتایج تحلیل مطالعه حاضر نشان می‌دهد *P. orbicularis* و *Platax teira* گونه‌های خواهری هستند و *P. boersii* در کنار آنها قرار می‌گیرد؛ همچنین گونه‌های *P. batavianus* و *P. pinnatus* آرایه‌های خواهری معرفی می‌شوند. تبارزایی مولکولی تا حد زیادی با نتایج ریخت‌شناسی مقایسه‌ای پنج گونه جنس *Platax* در مطالعات گذشته همخوانی دارد.

واژه‌های کلیدی: *Platax*، پارسیان، تبارزایی مولکولی، شینگ ماهیان.

مقدمه

طویل و عمیق است؛ همچنین این باله‌ها شبیه به بال‌های پرندگان است؛ اما با رشد ماهی، نسبت اندازه باله‌ها به بدن کاهش می‌یابد و شبیه به خفاش می‌شوند (Kuitert and Debelius, 2001). خفاش ماهی گرد *Platax orbicularis* به‌طور معمول در صخره‌های مرجانی گرمسیری مناطق هند - آرام یافت می‌شود (Nakabo, 2002; Randall, 2005). طول این گونه به ۴۰

خانواده شینگ ماهیان (Ephippidae) از هشت جنس و ۱۵ گونه تشکیل شده است (Fricke et al., 2021). جنس *Platax* با پنج گونه دارای بیشترین تنوع در این خانواده است و در منطقه هند - آرام گسترش دارد (Heemster et al., 2001). در تمام افراد نابالغ جنس *Platax*، باله‌های پشتی و مخرجی به میزان زیادی

*مسئول مکاتبات

شهدادی، عدنان، قنبری فردی، مهدی. (۱۴۰۰). شناسایی مولکولی خفاش ماهی گرد (*Platax orbicularis* (Forsskal, 1775) از خلیج فارس، تاکسونومی و

بیوسیستماتیک. ۱۳ (۴۷)، ۹۶-۸۷.



Platax وجود ندارد. هدف مطالعه حاضر ارائه نخستین توالی مولکولی نشانگر COI از *P. orbicularis* مربوط به خلیج فارس و روابط تبارزایی مولکولی گونه گفته شده با سایر اعضای جنس *Platax* است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از سواحل صخره‌ای - ماسه‌ای شهرستان پارسیان روستای بنود (27°16'50.7"N 52°43'27.2"E) (شکل ۱) در فصل بهار سال ۱۴۰۰، هنگام جزر آب دریا از حوضچه‌ای بین جزر و مدی انجام شد. یک نمونه خفاش ماهی گرد *Platax orbicularis* با استفاده از تور دستی جمع آوری شد (شکل ۲).

استخراج DNA به روش محلول نمک و از بافت آتش صورت گرفت. ۲ تا ۴ میلی گرم بافت در ۲۰۰ میکرولیتر محلول هضم سلول قرار داده شد؛ سپس ضمن له کردن و هم‌زدن مداوم، محلول حدود ۱۰ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد قرار داده شد. در مرحله بعد، ۶۸ میکرولیتر از محلول رسوب‌دهنده پروتئین به آن اضافه شد. محلول حاصل پس از سانتریفیوژ و جداسازی مایع رویی، به ۵۴۰ میکرولیتر الکل مطلق اضافه شد. محلول در طول شب در فریزر قرار گرفت و سپس با استفاده از سانتریفیوژ یخچال‌دار و به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد؛ سپس مایع رویی دور ریخته و به رسوب کف لوله‌ها ۲۵ میکرولیتر محلول TE اضافه شد. پس از بررسی نمونه‌ها به کمک ژل آگاروز و اشعه ماوراءبنفش، نمونه DNA برای انجام واکنش زنجیره‌ای پلیمرز، مناسب تشخیص داده شد.

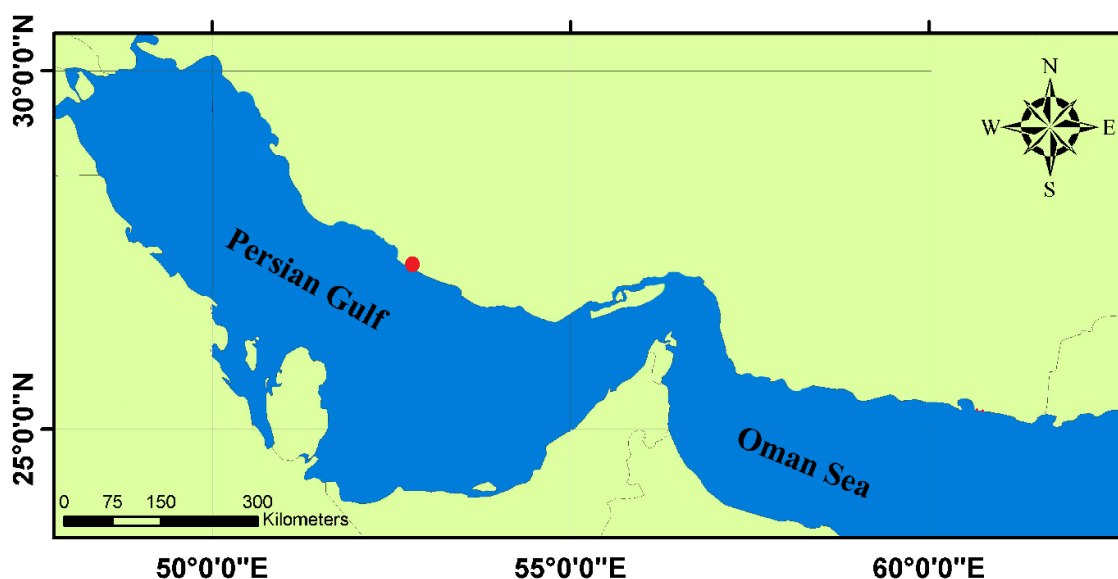
سانتی متر می‌رسد و نمونه‌های بالغ آن در صخره‌های مرجانی تا عمق ۳۰ متر یافت می‌شود. افراد نابالغ در اطراف اجسام معلق مانند تنه‌های چوبی درختان و طناب‌های موجود در آب دریا یافت می‌شود و این افراد با استفاده از رنگ آمیزی، شکل بدن و نحوه شنا از برگ‌های افتاده بر سطح آب تقلید می‌کنند تا از چشم صیادان دور بمانند (Breder, 1946). افراد نابالغ به دلیل ویژگی‌های ریختی گفته شده از ماهی‌های آکواریومی هستند و افراد بالغ ارزش خوراکی به نسبت متوسطی دارند (Assady et al., 2004).

P. orbicularis از آب‌های شمال خلیج فارس از جمله شهرستان بوشهر (Paighambari and Daliri, 2012; Pouladi et al., 2020)، جزیره لارک در نزدیکی جزیره قشم (Assady et al., 2004) و بندر لنگه (Azhdari et al., 2010) و همچنین از سواحل دریای عمان شهرستان جاسک (Hashemi et al., 2013) گزارش شده است. *Ephippus orbis* از آب‌های بین جزیره خارک و شهر بوشهر نیز گزارش شده است (Blegvad and Løppenthin, 1944). *P. orbicularis* و *Platax teira*, *Ephippus orbis* همگی اعضای خانواده شینگ ماهیان هستند و از بخش‌های جنوبی خلیج فارس و دریای عمان گزارش شده‌اند (Randall, 1995; Carpenter, 1997; Al-Masroori et al., 2004). *P. orbicularis* از دریای سرخ نیز گزارش شده است (Bogorodsky et al., 2014).

اگرچه گزارش‌های متعددی از این گونه در ایران و کشورهای همجوار وجود دارد، اطلاعات مولکولی تکمیلی برای اثبات هویت این گونه و همچنین روابط تبارزایی مولکولی آن با سایر گونه‌های درون جنس

نمونه مناسب تشخیص داده و برای توالی یابی ارسال شد. یک توالی با ۶۲۷ نوکلئوتید در بانک ژن با شماره دسترسی OK663009 ثبت شد. ۳۱ توالی مربوط به پنج گونه خفاش ماهی متعلق به جنس *Platax* از طریق بانک ژنی (جدول ۱) برای رسم درخت تبارزایی شینگ ماهیان استفاده شده است. *Chaetodipterus faber* با توجه به مطالعه ریخت‌شناسی *Acanthuriformes* در جایگاه برون‌گروه انتخاب شد (Cavalluzzi, 2000). درخت‌های تبارزایی با روش بیشینه درست‌نمایی (ML) (Huelsenbeck, 1981) و بیژن (BI) (et al., 2001) رسم شد. تحلیل ML با استفاده از RAxML v.8.1.24 (Stamatakis, 2014) با ۱۰۰۰ تکرار بوت‌استرپ و تحلیل BI با استفاده از MrBayes v.3.2.6 (Ronquist et al., 2012) با ۱۰ میلیون نسل تکرار انجام شد. شبکه هاپلوتایپی برای مقایسه توالی‌های *Platax orbicularis* از مناطق مختلف استفاده شد. شبکه هاپلوتایپی با استفاده از نرم‌افزار PopArt رسم شد (Leigh and Bryant, 2015).

واکنش زنجیره‌ای پلیمراز با استفاده از آغازگرهای رفت dgLCO1490 با توالی نوکلئوتیدی «۵- GGTCAACAAATCATAAAGAYATYGG-3» و برگشت dgHCO2198 با توالی نوکلئوتیدی «۵- TAAACTTCAGGGTGACCAAARAAYCA-3» برای تکثیر قطعه‌ای با طول حدود ۶۷۰ باز آلی از ژن سیتوکروم اکسیداز میتوکندریایی انجام شد (Meyer, 2003). واکنش در حجم ۲۵ میکرولیتر (شامل ۱۰ میکرولیتر آب، ۱۲ میکرولیتر ماستر میکس، یک میکرولیتر از هر آغازگر و یک میکرولیتر از DNA الگو) انجام شد. برنامه‌های سیکل حرارتی شامل ۳۵ سیکل بود و به ترتیب زیر انجام شد: واسرشت‌سازی اولیه در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت پنج دقیقه، واسرشت‌سازی‌های دوره‌ای در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ ثانیه، اتصال در دمای ۴۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ ثانیه، تکثیر قطعه در دمای ۷۲ درجه به مدت یک دقیقه و تکثیر نهایی در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت پنج دقیقه. پس از بررسی کیفیت محصول PCR روی ژل ۱/۵ درصد آگارز،



شکل ۱- ایستگاه جمع‌آوری خفاش ماهی *Platax orbicularis* که با دایره قرمز (GPS) نشان داده شده است.



شکل ۲- شکل خفاش ماهی *Platax orbicularis* (طول کل: ۱۳ میلی متر و طول استاندارد: ۷ تا ۱۰ میلی متر) و زیستگاه آن (شهرستان پارسیان روستای بنود).

نتایج

داده‌های جدول ۱ شامل ۶۵۰ جفت باز است که ۱۰۸ جفت باز آنها متغیر و ۱۰۲ جفت باز دارای اطلاعات پاسیمونی بود. هر دو درخت بیشینه درست‌نمایی و بیژین از نظر توپولوژی شبیه یکدیگر هستند؛ البته در طول شاخه‌ها و میزان حمایت با یکدیگر تفاوت‌هایی دارند. درخت تبارزایی مولکولی (شکل ۳) شامل دو کلاد عمده است که کلاد بالایی شامل گونه‌های *P. orbicularis*، *P. teira* و *P. boersii* است که *P. orbicularis* و *P. teira* به صورت آرایه‌های خواهری در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. کلاد پایین شامل دو آرایه خواهری *P. batavianus* و *P. pinnatus* است. شبکه هاپلوتایپی (شکل ۴) نشان داد دو گونه *P. orbicularis* و *P. teira* با ۱۳ جهش از یکدیگر جدا می‌شوند. توالی‌های مربوط به فیلیپین در مرکز تنوع جمعیت‌های گونه *P. orbicularis* قرار گرفته است و توالی‌های ژاپن و اندونزی (شرق آسیا) را به توالی‌های دریای سرخ و خلیج فارس (خاورمیانه) و سیشل (شرق آفریقا) متصل می‌کند.

Platax orbicularis (Forsskal, 1775)

Chaetodon orbicularis Forsskal [P. S.] in Niebuhr 1775:59, xii [Descriptiones animalium (Forsskal)] Jeddah, Saudi Arabia, Red Sea.

Chaetodon vespertilio Bloch [M. E.] 1787:67, Pl. 199 (fig. 2) [Naturgeschichte der ausländischen Fische v. 3] East Indies.

Platax ehrenbergii Cuvier [G.] in Cuvier & Valenciennes 1831:221 [Histoire naturelle des poissons v. 7] Al-Luhayya, Yemen, Red Sea; Massawa, Eritrea, Red Sea; Malacca, Malaysia, eastern Indian Ocean; Mauritius, Mascarenes, southwestern Indian Ocean.

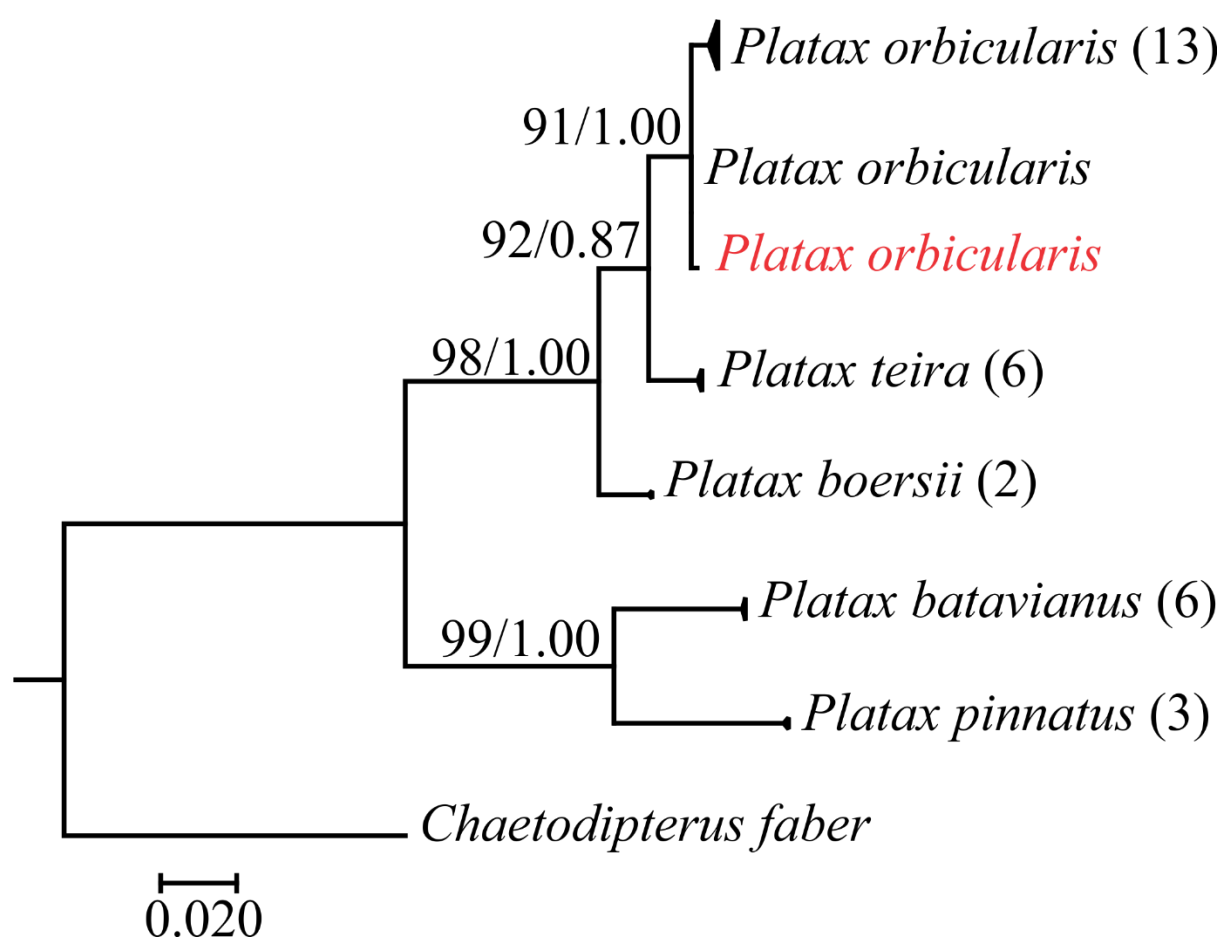
Platax blochii Cuvier [G.] in Cuvier & Valenciennes 1831:222 [Histoire naturelle des poissons v. 7] Mauritius, Mascarenes, southwestern Indian Ocean; Puducherry, India; New Guinea.

Chaetodon guttulatus Cuvier [G.] 1829:193 [Le Règne Animal (Edition 2) v. 2] No locality.

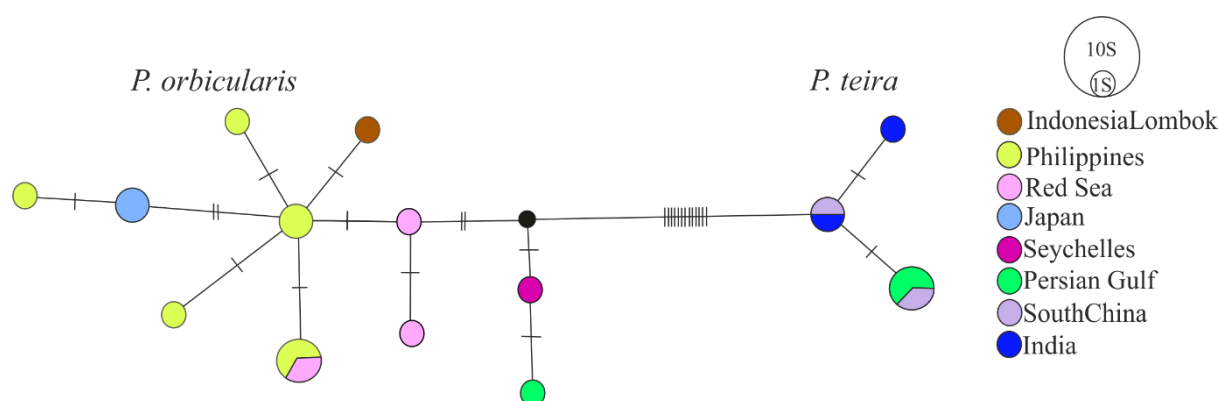
نشانگر میتوکندریایی سیتوکروم اکسیداز زیر واحد یک (COI) برای گونه *Platax orbicularis* صیدشده از شهرستان پارسیان برای نخستین بار تعیین توالی شد.

جدول ۱- آرایه‌ها و شماره‌های بازایی توالی‌های استفاده‌شده در تحلیل تبارزایی مولکولی مطالعه حاضر

Number	Species	GenBank acc. Numbers
1	<i>Platax batavianus</i>	HQ956562, DQ107767, DQ107770, DQ107768, DQ107771, DQ107769
2	<i>Platax boersii</i>	JN313144, HQ564408 GU674288, FJ58385, FJ583852
3	<i>Platax orbicularis</i>	FJ583856, FJ583854, FJ583855, MF123985, KF009644, MF123986, MH331825, JN021240, NC 013136, AP006825, KF930266, this study
4	<i>Platax pinnatus</i>	KP194929, FJ583857, FJ583858
5	<i>Platax teira</i>	HQ149898, HQ149897, KY371964, KY371965, KJ129008, KJ129007
6	<i>Chaetodipterus faber</i>	JQ365288



شکل ۳- روابط تبارزایی جنس *Platax* متعلق به خانواده شینگ ماهیان (Ephippidae) حاصل از روش بیشینه درست‌نمایی یک ژن میتوکندریایی (COI). اعداد روی شاخه‌ها به ترتیب نشان‌دهنده مقادیر پشتوان تکرار حاصل از آنالیز بیشینه درست‌نمایی و احتمال پسین از تحلیل بیژن است. در این مطالعه، نشانگر مولکولی گونه *Platax orbicularis* از پارسیان برای نخستین بار تعیین توالی شد که با رنگ قرمز نشان داده شده است. اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده تعداد توالی‌های استفاده‌شده برای هر گونه است.



شکل ۴- شبکه هاپلو تایی توالی های گونه *P. orbicularis* و *P. teira*. مساحت دایره های مربوط به یک توالی، ۱۰ توالی و مشخصات جغرافیایی توالی های استفاده شده در سمت راست شکل نشان داده شده است.

بحث

در مطالعه حاضر، توالی های نشانگر COI مربوط به پنج گونه جنس *Platax* برای نخستین بار به منظور بررسی روابط تبارزایی مولکولی این جنس بررسی شد. توالی های استفاده شده در مطالعه حاضر از مطالعات DNA barcoding حاصل شده است (Valdez-Moreno et al., 2010; Ribeiro et al., 2012; Bamanaya et al., 2016; Steinke et al., 2016; Habib et al., 2017; Hou et al., 2018; Aguilar et al., 2020). نتایج تحلیل مولکولی مطالعه حاضر (شکل ۳) نشان می دهد آرایه های *P. orbicularis*، *P. teira* و *P. boersii* در یک کلاد و دو آرایه *P. batavianus* و *P. pinnatus* نیز در کلاد دیگر قرار گرفته اند.

Platax orbicularis از آب های خلیج فارس و دریای عمان گزارش شده است (Carpenter, 1997; Al-Masroori et al., 2004; Paighambari and Daliri, 2012; Hashemi et al., 2013; Pouladi et al., 2020)؛ ولی توالی های نشانگر COI موجود در بانک ژنی مربوط به این گونه از مناطق گفته شده نیست و مربوط به سواحل کشورهای ژاپن، اندونزی، فلسطین و عربستان سعودی (دریای سرخ) می شود. مطالعه حاضر برای نخستین بار توالی ژن COI مربوط به

خفاش ماهی *P. orbicularis* را از خلیج فارس گزارش می دهد.

جنس *Platax* دارای پنج گونه معتبر است (Froese and Pauly, 2021) که از آنها در تحلیل تبارزایی مولکولی مطالعه حاضر استفاده شده است (شکل ۳). شاید تنها مطالعه مقایسه ای ریخت شناسی بین گونه های جنس *Platax*، مطالعه Kishimoto و همکاران (۱۹۸۸) باشد. در این مطالعه چهار گونه *P. orbicularis*، *P. boersii*، *P. pinnatus* و *P. batavianus* از آب های ساحلی ژاپن گزارش و ویژگی های ریختی آنها با یکدیگر مقایسه شده است؛ همچنین *P. batavianus* از جزیره بورنیو با چهار گونه گفته شده مقایسه شده است. دندان های آرواره ای، تعداد خارها و شعاع های باله ای روی هر پرتوپایه (Pterygiophore) در مطالعه Kishimoto و همکاران (۱۹۸۸) مقایسه شده و تفاوت ها و شباهت های بین پنج گونه تا حدود زیادی منطبق بر نتایج درخت مولکولی بررسی حاضر است. در دو گونه *P. pinnatus* و *P. batavianus* برجستگی وسطی دندان های آرواره بسیار بزرگ تر از برجستگی های کناری است؛ ولی در سه گونه *P.*

(Kishimoto et al., 1988, figure 2). در مقاله Kishimoto و همکاران (۱۹۸۸) بر شباهت دو گونه *P. pinnatus* و *P. batavianus* تأکید شده است؛ همین طور نتایج درخت تبارشناسی (شکل ۳) نیز قرابت این دو گونه را تأیید می‌کند. با توجه به شبکه هاپلوتایپی (شکل ۴) گفته می‌شود که مرکز تنوع گونه *P. orbicularis* جنوب شرق آسیا بوده و بعداً پراکنش آن تا غرب به سمت دریای سرخ و خلیج فارس گسترش یافته است.

سپاسگزاری

نویسندگان از آقای دکتر Ron Fricke برای ارسال مقاله ارزشمند Kishimoto و همکاران (۱۹۸۸) و از آقای احمد قاسم‌پور به دلیل کمک در نمونه‌برداری سپاسگزاری و قدردانی می‌کنند.

P. teira، *orbicularis* و *P. boersii* سه برجستگی دندان آرواره‌ای از نظر اندازه با یکدیگر تفاوت کمتری دارند؛ البته دندان آرواره‌ای *P. teira* و *P. boersii* بسیار به یکدیگر شبیه و شکل دندانی یکسانی برای هر دو گونه در نظر گرفته شده است (Kishimoto et al., 1988, figure 1). شباهت دندانی *P. batavianus* و *P. pinnatus* منطبق بر ارتباط تبارزایی مولکولی مطالعه حاضر است (شکل ۳)؛ همچنین سه گونه دیگر از لحاظ دندانی با یکدیگر شباهت‌هایی دارند و در کلاد بالایی قرار گرفته‌اند (شکل ۳).

در گونه *P. pinnatus* همیشه نخستین شعاع باله پشتی روی ششمین پرتوپایه و در گونه *P. batavianus* نخستین شعاع باله پشتی روی هفتمین پرتوپایه قرار گرفته است. سه گونه *P. orbicularis*، *P. teira* و *P. boersii* دارای حالت مشابهی هستند و همیشه نخستین شعاع باله پشتی روی پنجمین پرتوپایه قرار گرفته است.

منابع

- Aguilar, R., Ogburn, M. B., Weigt, L. A., Driskell, A. C., Macdonald, K. S. & Hines, A. H. (2020). Chesapeake Bay Barcode Initiative (CBBi): Fishes of the greater Chesapeake Bay. Submitted (MAY-2020) to the EMBL/GenBank/DBJ databases (<https://www.uniprot.org/citations/6651190125915483841>).
- Al-Masroori, H., Al-Oufi, H., McIlwain, J. L., & McLean, E. (2004). Catches of lost fish traps (ghost fishing) from fishing grounds near Muscat, Sultanate of Oman. *Fisheries Research*, 69(3), 407-414.
- Assady, H., Behzadi, S., Abdulmehdi, I., Saeidmorady, S., Mirzai, A., & Dehghani, R. (2004). A study on the status of exploring stocks of Ornamental fishes. Iranian Fisheries Science Research Institute, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center.
- Azhdari, H., Taghavi, A., Mortazavi, M. S., Azhdari, Z. H., Kamali, I., Ghasemi, Sh., Maghsodi, A. M., Valinasab, T., Tokhmefsan, M., Gharra, K., & Mazlomi, M. (2010). The effectiveness of artificial reefs for rehabilitation and production of fisheries in Iran. Iranian Fisheries Research Organization.
- Bamaniya, D. C., Pavan-Kumar, A., Gireesh-Babu, P., Sharma, N., Reang, D., Krishna, G., & Lakra, W. S. (2016). DNA barcoding of marine ornamental fishes from India. *Mitochondrial DNA Part A*, 27(5), 3093-3097.
- Blegvad, H. and Løppenthin, B. (1944). *Fishes of the Iranian Gulf*. Danish Scientific Investigations in Iran, Einar Munksgaard Copenhagen, p. 247.

- Breder, C. M. (1946). An analysis of the deceptive resemblances of fishes to plant parts with critical remarks on protective coloration, mimicry, and adaptation. *Bingham Oceanographic Collection Archives*, 10, 1-49.
- Carpenter, K. E., Krupp, F., & Jones, D. A. (1997). *Living marine resources of Kuwait, Eastern Saudi Arabia, Bahrain, Qatar, and the United Arab Emirates*. Food & Agriculture Organization.
- Cavalluzzi, M. R. (2000). *Osteology, phylogeny, and biogeography of the marine fish family Ehippidae (Perciformes, Acanthuroidei) with comments on sister group relationships*. The College of William and Mary.
- Felsenstein, J. (1981). Evolutionary trees from DNA sequences: a maximum likelihood approach. *Journal of Molecular Evolution*, 17(6), 368-376.
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N., & Fong, J. D. (2021). *Eschmeyer's catalog of fishes: genera/species by family/subfamily*. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>), Electronic version, updated August 3, 2021
- Froese, R. and Pauly, D. (2021). *Fish Base*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2021)
- Habib, K. A., Kim, C. G., Oh, J., Neogi, A. K., & Lee, Y. H. (2017). *Aquatic Biodiversity of Sundarbans, Bangladesh*. Korea Institute of Ocean Science and Technology (KIOST).
- Hashemi, S. H., Salarpouri, A., & Koosej N. (2013). *A survey on fish fauna of Hormozgan Province mangrove protected areas in IUCN category from Persian Gulf and Oman Sea*. National Conference of Persian Gulf Environmental Research.
- Heemstra, P. C. (2001). *Ehippidae-Spadefishes (Batfishes)*. In: Carpenter K. E., Niem V. (Eds.), *FAO species identification guide for fishery purposes, The living marine resources of the Western Central Pacific*, Vol. 6. FAO, Rome, pp. 3611-3622.
- Hou, G., Chen, W. T., Lu, H. S., Cheng, F., & Xie, S. G. (2018). Developing a DNA barcode library for perciform fishes in the South China Sea: species identification, accuracy, and cryptic diversity. *Molecular ecology resources*, 18(1), 137-146.
- Huelsenbeck, J. P., Ronquist, F., Nielsen, R., & Bollback, J. P. (2001). Bayesian inference of phylogeny and its impact on evolutionary biology. *Science*, 294(5550), 2310-2314.
- Kishimoto, H., Hayashi, M., Kohno, H., & Moriyama, O. (1988). Revision of Japanese batfishes (genus *Platax*). *Science Report of the Yokosuka City Museum*, 36, 19-38 [in Japanese, English summary].
- Kuiter, R. H. and Debelius, H. (2001). *Surgeonfishes, rabbitfishes and their relatives: a comprehensive guide to Acanthuroidei*. TMC publishing, Chorleywood.
- Leigh, J. W. and Bryant, D. (2015). PopART: Full-feature software for haplotype network construction. *Methods in Ecology and Evolution*, 6, 1110-1116.
- Meyer, C. P. (2003). Molecular systematics of cowries (Gastropoda: Cypraeidae) and diversification patterns in the tropics. *Biological Journal of the Linnean Society*, 79(3), 401-459.
- Nakabo, T. (2002). *Fishes of Japan with pictorial keys to the species*. English edition, Tokai University Press, Tokyo.
- Paighambari, S. Y. and Daliri, M. (2012). The by-catch composition of shrimp trawl fisheries in Bushehr coastal waters, the northern Persian Gulf. *Journal of the Persian Gulf*, 3(7), 27-36.

- Pouladi, M., Paighambari, S. Y., Millar, R. B., & Babanezhad, M. (2020). Length-weight relationships and condition factor of five marine fish species from Bushehr Province, Persian Gulf, Iran. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 36(2), 457-461.
- Randall, J. E. (1995). *Coastal fishes of Oman*. University of Hawaii Press.
- Randall, J. E. (2005). *Reef and shore fishes of the south Pacific: New Caledonia to Tahiti and the Pitcairn Islands*. University of Hawaii Press, Hawaii.
- Ribeiro, A. D. O., Caires, R. A., Mariguela, T. C., Pereira, L. H. G., Hanner, R., & Oliveira, C. (2012). DNA barcodes identify marine fishes of São Paulo State, Brazil. *Molecular Ecology Resources*, 12(6), 1012-1020.
- Ronquist, F., Teslenko, M., Van Der Mark, P., Ayres, D. L., Darling, A., Höhna, S., Larget, B., Liu, L., Suchard, M. A., & Huelsenbeck, J. P. (2012). Mr. Bayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Systematic Biology*, 61(3), 539-542.
- Stamatakis, A., (2014). RAxML version 8: a tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies. *Bioinformatics*, 30(9), 1312-1313.
- Steinke, D., Connell, A. D., & Hebert, P. D. (2016). Linking adults and immatures of South African marine fishes. *Genome*, 59(11), 959-967.
- Valdez-Moreno, M., Vásquez-Yeomans, L., Elías-Gutiérrez, M., Ivanova, N. V., & Hebert, P. D. (2010). Using DNA barcodes to connect adults and early life stages of marine fishes from the Yucatan Peninsula, Mexico: potential in fisheries management. *Marine and Freshwater Research*, 61(6), 655-671.

