

بررسی اکولوژیک الگوی پراکنش *Prorocentrum* در لایه‌های سطحی خلیج فارس - استان بوشهر

- **مهناز ربانی‌ها:** موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۱۶
- **فاطمه محسنی‌زاده*:** پژوهشکده میگو کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، صندوق پستی: ۱۳۷۴
- **فریدون عوفی:** موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۱۶

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۵

چکیده

طی گشت تحقیقاتی در آب‌های خلیج فارس در محدوده استان بوشهر در سال ۱۳۸۸، جنس *Prorocentrum* از نمونه‌های جمع‌آوری شده در گروه غالب بودند. نمونه‌برداری طی چهار فصل و از ۱۵ ایستگاه و لایه سطحی (عمق ۱۰ متر) انجام گرفت. در این مطالعه، به منظور بررسی اکولوژیک و الگوی پراکنش و تعیین ارتباط آن با شرایط هیدرولوژیک منطقه، با توجه به غیرنرمال بودن داده‌ها از آنالیز رگرسیون غیرپارامتریک (GAM) Generalized Additive Models استفاده شد. نتایج نشان داد که از میان فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری شده: شوری، درجه حرارت، اکسیژن و مواد مغذی (نیترات، سولفات و فسفات)، تنها شوری در آب‌های ساحلی با اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) عامل اصلی تاثیرگذار در حضور جنس مذکور بوده است. در مقایسه زمانی، *Prorocentrum* در فصل گرم سال ($7/28632/7 \pm 110808$) تعداد در مترمکعب) و در مقایسه مکانی، در ایستگاه منطقه مطاف، (محدوده جنوب استان بوشهر و هم مرز دریایی با استان هرمزگان)، به تعداد (434635 ± 368800) حداکثر تراکم را داشت. آنالیز ANOVA اختلاف معنی‌داری را در تراکم بین ایستگاه‌ها نشان نداد ($p > 0.05$).

کلمات کلیدی: *Prorocentrum*، مدل‌های جمعی تعمیم یافته، لایه‌های سطحی، استان بوشهر، خلیج فارس



مقدمه

نمونه‌برداری شامل فاکتورهای غیرزیستی (فیزیکی و شیمیایی) و پلانکتون‌ها بود به این منظور پارامترهای دما، شوری، اکسیژن محلول، با استفاده از دستگاه CTD اندازه‌گیری شدند. در هر ایستگاه، جهت سنجش مواد مغذی سیلیکات، فسفات، نیترات و نمونه‌برداری فیتوپلانکتون از نمونه‌بردار نیکسین ۵ لیتری استفاده شد.

جهت محاسبه گونه‌ها در مترمکعب از فرمول زیر استفاده شد:

$$= V \times N \times 1000$$

V

N: تعداد شمارش شده هر گونه در ۰/۱ میلی‌لیتر

V: حجم برداشت شده جهت شمارش توسط استمپل پی پت ۰/۱ میلی‌لیتر

V: حجم نمونه پس از سانتریفوژ نمودن به میلی‌لیتر

بررسی‌ها براساس منابع (Boney, ۱۹۸۹؛ Clesceri و همکاران،

۱۹۸۹؛ Newell و Newell، ۱۹۷۷) صورت گرفت.



شکل ۱: نقشه و موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در محدوده خلیج فارس

جدول ۱: موقعیت ایستگاه‌های مورد بررسی

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	۵۲/۳۴۰۲	۲۷/۲۱۰۶
۲	۵۲/۲۸۰۸	۲۷/۱۳۰۲
۳	۵۲/۲۲۰۸	۲۷/۰۴۰۸
۴	۵۲/۰۲۰۴	۲۷/۴۷۰۴
۵	۵۱/۵۶۰۴	۲۷/۳۹۰۰
۶	۵۱/۵۰۰۴	۲۷/۳۱۰۲
۷	۵۱/۲۵۲۱	۲۷/۴۹۳۵
۸	۵۲/۱۸۰۰	۲۷/۴۰۰۸
۹	۵۱/۱۱۰۴	۲۷/۳۲۰۴
۱۰	۵۱/۱۱۰۴	۲۶/۱۵۰۶
۱۱	۵۱/۰۲۰۴	۲۸/۰۹۰۶
۱۲	۵۰/۵۳۰۴	۲۸/۰۳۰۶
۱۳	۵۰/۵۶۰۴	۲۸/۴۰۰۲
۱۴	۵۰/۴۶۰۸	۲۸/۳۴۰۲
۱۵	۵۰/۳۷۰۸	۲۸/۲۸۰۸

گونه‌های *Prorocentrum* متعلق به آب‌های گرم و شور بوده و در دو گروه کفزی یا اپی‌فیتیک و پلانکتونی به‌لحاظ اکولوژیک قرار دارند که با توجه به‌خورداری از دو تاژک، توانایی جابجایی و تحرک را دارند و به یک سطح از طریق یک پایه اتصال از جنس مخاطی متصل می‌شوند. بسیاری از پلانکتون‌ها، توانایی شکوفایی دارند، بسیاری از گونه‌های کفزی سمی هستند و می‌توانند به تراکم زیاد در هر سانتی‌متر مربع برسند (Tomas, ۱۹۹۷). منابع مختلف مجموعه‌ای از عوامل فیزیکی، شیمیایی و حتی بیولوژیک در حضور فیتوپلانکتون‌های هر منطقه را برای و شکوفایی جلبکی ذکر کرده‌اند از جمله گونه‌های *P. sigmoide*، *P. triestinum*، *P. donghaiense*، *P. micans* و *P. triestinum* در آب‌های ساحلی کشور چین، توسط Yang و همکاران (۲۰۰۹) شناسایی گردید در این مطالعه عوامل موثر در حداکثر فراوانی در گونه‌ها متفاوت بوده است برای مثال *P. triestinum* در درجه حرارت ۱۸/۵-۱۹/۵ درجه سانتی‌گراد و شوری ۲۹/۵۸-۳۰/۹۵ psu به‌حداکثر تراکم می‌رسد در صورتی که *P. donghaiense* در دمای ۱۸/۵-۲۱/۳ درجه سانتی‌گراد و شوری ۲۹/۰۳ psu مناسب رشد آن می‌باشد. این جنس دارای گونه‌های متعددی است که بعضی از آن‌ها با توانایی تولید سم در شرایطی از جمله شکوفایی موجب آسیب به اکوسیستم و نهایتاً خسارت زیست محیطی می‌شوند. طی چندین سال گذشته شکوفایی متعدد در آب‌های سواحل ایرانی خلیج فارس صورت گرفته و آثار حضور بیش‌تر گونه‌های متعلق به جنس *Prorocentrum* در کنار سایر گونه‌ها از جمله *Noctiluca*، *Alexandrium sp.*، *Gymnodinium sp.* و *Oscillatoria sp.* مشاهده می‌شود (محسنی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹). در مطالعه ایزدپناهی و همکاران (۱۳۸۰) نیز جنس *Prorocentrum* در گروه غالب قرار داشته است. از طرفی با توجه به نقش شرایط محیطی آب‌های گرم و شور خلیج فارس، بررسی دقیق‌تر و اختصاصی شرایط اکولوژیک زیستی جنس *Prorocentrum* از اهمیت ویژه برخوردار است که در مقاله حاضر با استفاده از مدل رگرسیون به آن پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این بررسی به‌صورت فصلی در سال ۱۳۸۸ در محدوده جغرافیایی ۵۱° ۰۵' تا ۵۲° ۴۵' طول شرقی و ۲۶° ۴۵' تا ۲۸° ۷۰' عرض شمالی، در آب‌های سطحی (عمق ۱۰ متر) انجام گردید (شکل ۱ و جدول ۱).

عملیات نمونه‌برداری: نمونه‌برداری از لایه سطحی و بر روی ۵ ترانسکت (ردیف) عمود بر ساحل و جمعاً از ۱۵ ایستگاه انجام گردید.

۲۱/۳۲ تا حداکثر ۳۳/۳ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد. کمینه شوری ۳۷/۵۵ گرم در هزار و بیشینه آن ۴۰/۶۷، کمینه اکسیژن محلول ۳/۱۵ و حداکثر ۷/۹ میلی‌گرم در لیتر، سیلیکات با حداقل ۰/۵ و حداکثر ۶/۹، فسفات با حداقل ۰/۰۴ و حداکثر ۱/۱۴، نیتريت با کمینه ۰/۱۳ و بیشینه ۶/۲۶ میکرومول بر لیتر در منطقه مورد بررسی به‌دست آمد. طی یک‌سال بررسی از جمعیت *Prorocentrum* $50357/33 \pm 15103/5$ میانگین سلول در مترمکعب جمع‌آوری گردید در مقایسه ایستگاهی بیش‌ترین تراکم جنس مذکور از ایستگاه ۴ مشاهده گردید (اشکال ۲ و ۳) که نتیجه آنالیز ANOVA به‌منظور تعیین وجود اختلاف معنی‌دار تراکم جنس مذکور در بین ایستگاه‌ها نیز آشکار شد، ایستگاه ۴ با سایر ایستگاه‌ها اختلاف تراکم داشته است ($p < 0.05$).

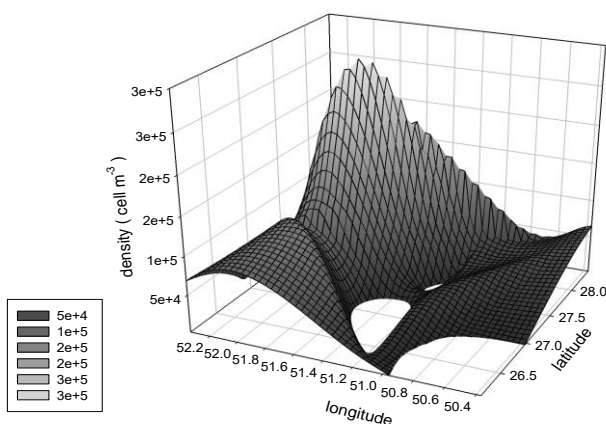
جهت انجام آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار R و بسته‌های آماری آن استفاده گردید (R version 2.11.1) به‌منظور یافتن ارتباط بین جمعیت *Prorocentrum* با فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری شده با توجه به این که رگرسیون غیرخطی و داده‌های وابسته غیرنرمال بودند از رگرسیون لجستیک جمعی (مدل‌های جمعی تعمیم یافته (GAM) یا (Generalized Additive Models) در بسته آماری Mixed MGCV (GAM Computation Vehicle) استفاده گردید (Wood, 2012) که در این آنالیز پس از تغییرات داده‌های فیزیکی (شوری، درجه حرارت، اکسیژن) و مواد مغذی (نیتريت، سولفات و فسفات) با هموارسازی (smooth) آن‌ها رگرسیون گرفته شد. با توجه به غیرنرمال بودن داده‌ها در مقایسه فصلی از Kruskal Wallis.test و مقایسه تراکم *Prorocentrum* در بین ایستگاهی با توجه به نرمال بودن داده‌ها از ANOVA استفاده شد.

نتایج

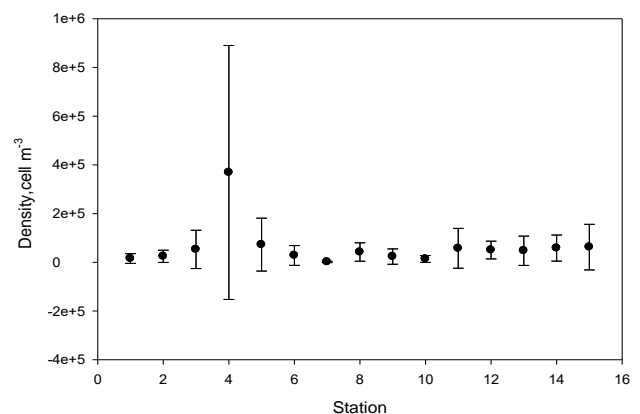
فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری شده در فصول نمونه‌برداری در جدول ۲ نشان داده شده است. تغییرات درجه حرارت آب از حداقل

جدول ۲: فاکتورهای اندازه‌گیری شده در فصول نمونه‌برداری انحراف معیار \pm میانگین

فاکتور فصل	درجه حرارت (سانتی‌گراد)	شوری (Psi)	اکسیژن (میلی‌گرم/لیتر)	سولفات (میکرومول/لیتر)	فسفات (میکرومول/لیتر)	نیتريت (میکرومول/لیتر)
بهار	۲۶/۷ \pm ۲/۳	۳۸/۶ \pm ۰/۹	۶/۲ \pm ۰/۴	۳/۳ \pm ۱/۱	۰/۷ \pm ۰/۱	۱/۳ \pm ۰/۰۶
تابستان	۳۰/۷ \pm ۳/۴	۳۹/۲ \pm ۰/۶	۶/۷ \pm ۰/۹	۱/۲ \pm ۰/۴	۰/۲ \pm ۰/۱	۰/۲ \pm ۰/۱
پاییز	۲۵/۶ \pm ۰/۶	۴۰/۰ \pm ۰/۲	۵/۳ \pm ۰/۹	۲/۴ \pm ۰/۶	۰/۵ \pm ۰/۱	۰/۵ \pm ۰/۴
زمستان	۲۲/۳ \pm ۱/۰	۳۹/۷ \pm ۰/۴	۶/۵ \pm ۰/۴	۵/۲ \pm ۱/۳	۰/۸ \pm ۰/۱	۰/۸ \pm ۱/۳



شکل ۳: موقعیت *Prorocentrum* براساس طول و عرض جغرافیایی منطقه مورد بررسی

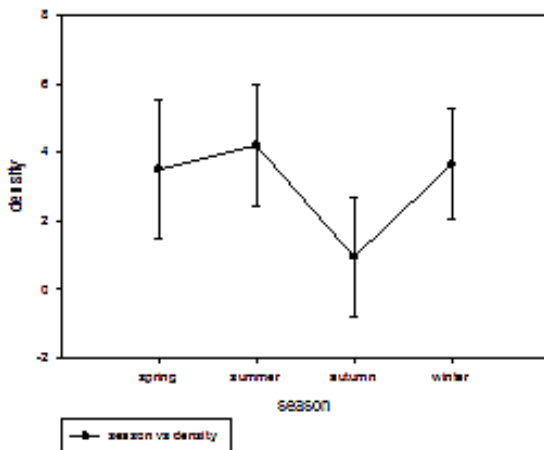


شکل ۲: تغییرات تراکم *Prorocentrum* در ایستگاه‌های نمونه‌برداری



تابستان و کم‌ترین مقدار متعلق به پاییز به‌دست آمد (شکل ۴)، نتیجه آنالیز Kruskal-Wallis نیز نشان‌دهنده این اختلاف بود ($p < 0.05$).

ایستگاه نامبرده در ناحیه آب‌های ساحلی و محدوده ناحیه مطاف قرار داشت. در مقایسه فصلی نیز بیش‌ترین تراکم در فصل



شکل ۴: تغییر تراکم *Prorocentrum* (تعداد سلول بر مترمکعب) در فصول نمونه‌برداری، محور عمودی بر اساس $Y = \log(x+1)$ تنظیم شده است

در منطقه ۳۹/۳ psu و دامنه تغییرات آن ۴۰/۶-۳۷/۵ psu بود که کم‌ترین آن در فصل بهار مشاهده شد و بیش‌ترین مقدار آن در هر ترانسکت در آب‌های ساحلی نسبت به ایستگاه‌های دور از ساحل مشاهده شد.

نتیجه آنالیز رگرسیون GAM بین جمعیت *Prorocentrum* با داده‌های محیطی اندازه‌گیری شده نشان داد که شوری تنها عامل تاثیرگذار بر توده *Prorocentrum* بوده است (جدول ۲). میانگین شوری

جدول ۲: میزان همبستگی فاکتورهای اندازه‌گیری شده با جمعیت *Prorocentrum*

فاکتور	درجه آزادی تخمینی (Edf)	Ref.dof	آنالیز واریانس (F)	سطح معنی‌دار (p-value)
(درجه حرارت) s	۱	۱	۰/۳۶۰	۰/۵۵۲
(شوری) s	۸/۲۶۳	۸/۸۱۹	۲۷/۰۸۸	$3/47 e^{-14}***$
(اکسیژن) s	۱/۵۱۰	۱/۸۵۲	۰/۹۵۴	۰/۳۸۸
(سولفات) s	۱	۱	۰/۳۳۳	۰/۵۶۷
(فسفات) s	۱/۷۹	۲/۲۷۷	۱/۸۵۴	۰/۱۶۲
(نیترات) s	۱	۱	۰/۴۴۳	۰/۵۰۹

s (هموارسازی، smooth)، درجه حرارت (سانتی‌گراد)، شوری (psu)، اکسیژن (میلی‌گرم‌الیترا)، نتریت (میکرومول‌الیترا)

بحث

بر این افزایش جنس مذکور در آب‌های ناحیه مطاف دیده می‌شود. منطقه مذکور دارای ویژگی خاصی است به‌نحوی که شرایط محیطی و وضعیت فیزیکی و شیمیایی در جنوب‌شرق و شمال‌غرب این برجستگی تا حدودی متفاوت می‌باشد در منطقه جنوب‌شرق مطاف، شیب لایه‌های حرارتی، شوری، چگالی ویژه و اکسیژن محلول در بهار تشکیل می‌گردد، در تابستان شدت می‌یابد، در پاییز کاهش یافته ولی در لایه‌های عمقی ادامه می‌یابد و در زمستان از بین می‌رود. ولی در منطقه شمال‌غربی، شکست لایه‌های مذکور تنها در فصول بهار و تابستان برقرار بوده و در فصل پاییز هم‌زمان با بروز تغییرات جوی، ستون آب یک‌دست گردیده و این حالت تا پایان زمستان برقرار می‌باشد که با تغییر شرایط اکولوژیک، فاکتورهای زیستی از

بررسی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که نمونه‌های *Prorocentrum* در منطقه مطالعه در بعد زمانی و مکانی اختلاف معنی‌دار نشان داده و تابستان بیش‌ترین و پاییز کم‌ترین تراکم را داشته است و در ناحیه مجاور مطاف هم مرز دو استان بوشهر و هرمزگان بیش‌ترین تراکم دیده شد. در مطالعه حاضر از بین تمامی فاکتورهای بررسی شده، شوری عامل اصلی تغییرات فیتوپلانکتون مورد نظر در آب‌های سطحی شناخته شد دامنه تغییرات شوری در آب‌های سطحی منطقه بین ۳۷/۵۵-۴۰/۶۷ و با میانگین ۳۹/۳۵ psu بود که حداکثر آن در فصل پاییز مشاهده شد که با کاهش تراکم *Prorocentrum* همراه بود علاوه



انجام مطالعات میدانی مستمر جهت تفسیر شرایط فعلی و پیش‌بینی دقیق سناریوهای آینده است ضروری است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از رییس پژوهشکده میگو کشور و همکاران آن مرکز به جهت اجرا و همکاری در نمونه برداری کمال تشکر به عمل می‌آید.

منابع

۱. ایزدپناهی، غ.، ۱۳۸۰. بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج فارس. پژوهشکده میگوی کشور. ۲۰۸ صفحه.
۲. محسنی‌زاده، ف.؛ آئین‌جمشید، خ. و نوری‌نژاد، م.، ۱۳۸۹. شناسایی و بررسی شاخص‌های زیستی فیتوپلانکتون‌های آب‌های ساحلی استان بوشهر به هنگام و پس از کشند قرمز بر اثر *Cochlodinium polikrikoides* در خلیج فارس. نخستین همایش ملی علوم زیستی دریای مکران. ۶۱ صفحه.
۳. مهوری، ع. و دودی، س.، ۱۳۸۹. بررسی تغییرات هفتگی در ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون‌های تنگه هرمز. مجله اقیانوس‌شناسی. سال ۱، شماره ۲، صفحات ۲۳ تا ۳۳.
۴. Anderson, D.; Gilbert, P.M. and Burkholder, J.M., 2002. Harmful algal blooms and eutrophication: Nutrient sources, composition and consequences. *Estuaries*. Vol. 25, pp: 704-726.
۵. Boney, A.D., 1989. *Phytoplankton*, Edward Annoid, British Library Cataloguing Pub. 118 p.
۶. Clesceri, L.S.; Greenberg, A.E. and Trussell, R.R., 1989. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. 1624 p.
۷. Gilbert, P.M. and Burkholder, J.M., 2006. "The complex relationships". In E. Granéli and J. Turner (eds.), *the Ecology of Harmful Algae*. Spring-Verlag, New York. pp: 341-354.
۸. Glibert, P.M.; Harrison, J.; Heil, C. and Seitzinger, S., 2006. Escalating worldwide use of urea, a global change contributing to coastal eutrophication. *Biogeochemistry*. Vol. 77, pp: 441-463.
۹. MOOPM. 1999. *Manual of Oceanographic Observation and Pollutant Analyses Methods*, ROPME Publishing. 3rd Ed. Vol. 483, 29 p.
۱۰. Morton, S.L.; Faust, M.A.; Fairey, E.A. and Moeller, P.D.R., 2002. Morphology and toxicology of *Prorocentrum arabianum* sp. nov. (dinophyceae), a toxic dinoflagellate from the Gulf of Oman, Arabian Sea. *Harmful Algae*. Vol. 1, pp: 393-400.
۱۱. Newell, G.E. and Newell, R.C., ۱۹۷۷. *Marine Plankton*, Hatchinson of London, UK. 244 p.
۱۲. R version 2.11.1. 2010. Copyright (C) 2010 The R Foundation for Statistical Computing.
۱۳. Smayda, T., 1990. Novel and nuisance blooms in the sea: Evidence for a global epidemic. In: E. Geranelli, B. Sundstrom, L. Edler, and D.M. Anderson (eds), *Toxic Marine Phytoplankton*. Elsevier Science Publishing, New York. pp: 29-40.

جمله جمعیت پلانکتونی نیز دچار تغییر می‌شوند (ایزدپناهی، ۱۳۸۰). در سری مطالعات انجام شده در خصوص تعیین عوامل موثر بر حضور و تراکم *Prorocentrum* در منطقه‌های مشابه، موارد متفاوتی ذکر شده است. افزایش مواد مغذی در آب‌های ساحلی از طریق افزایش فعالیت‌های انسانی در بخش صنعت، کشاورزی و آبی‌پروری و همچنین جابجایی آب از طریق تخلیه آب توازن کشتی‌های تجاری در بروز پدیده کشند یا شکوفایی‌های مضر پلانکتونی موثر می‌باشند (Gilbert و Burkholder، ۲۰۰۶؛ Smayda، ۱۹۹۰) از این‌رو بین افزایش میزان مواد مغذی و توسعه شکوفایی‌های پلانکتونی ارتباط تنگاتنگی وجود دارد (Gilbert و همکاران، ۲۰۰۶؛ Gilbert و Burkholder، ۲۰۰۶؛ Anderson، ۲۰۰۲). گونه‌های جدید *Prorocentrum*، *P. arabianum* نیز از غنای غذایی در خلیج عمان گزارش شده‌اند (Morton، ۲۰۰۲). گونه‌های *Prorocentrum* توانایی در کسب انواعی از مواد غذایی، آلی، معدنی و معلق مواد غذایی را دارند و خیلی سریع می‌توانند رشد کنند.

در مطالعه‌ای که توسط Yang و همکاران (۲۰۰۹) در آب‌های ساحلی کشور چین صورت گرفت گونه‌های *P. donghaiense*، *P. micans*، *P. donghaiense*، *P. triestinum*، *P. sigmoide*، *P. triestinum* شناسایی گردید و بیش‌ترین تراکم در آب‌های سطحی گزارش شد، ولی عوامل موثر در حداکثر فراوانی در گونه‌ها متفاوت بوده است. برای مثال *P. triestinum* در درجه حرارت ۱۹/۵-۱۸/۵ درجه سانتی‌گراد و شوری ۲۹/۵۸-۳۰/۹۵ psu به حداکثر تراکم می‌رسد در صورتی که *P. donghaiense* در دمای ۲۱/۳-۱۸/۵ درجه سانتی‌گراد و شوری ۲۹/۰۳ psu مناسب رشد آن می‌باشد.

در تحقیق انجام شده در خور Golden Horn (ترکیه) شرایط مناسب حضور *Prorocentrum minimum* به‌عنوان نمونه سمی را درجه حرارت زیاد و شوری ذکر کردند (Erdogan و Tas، ۲۰۱۱). مهوری و دودی (۱۳۸۹) در بررسی آب‌های منطقه تنگه هرمز اظهار داشتند که دما، همبستگی مثبت با تراکم *Prorocentrum* دارد.

اکوسیستم ساحلی خلیج فارس در دهه‌های اخیر با شکوفایی‌های متنوع و متعدد مواجه شده است که عوامل متعددی از جمله عوامل طبیعی و انسانی می‌توانند موجب این تغییرات شده باشند تغییرات اقلیمی شدید در سال‌های اخیر، ناشی از گرمایش جهانی و فشارهای وارد بر اکوسیستم خلیج فارس ناشی از سوءمدیریت در خشکی و دریا از عوامل موثر در شکوفایی‌ها بوده‌اند. هرچند تاکنون شکوفایی جنس *Prorocentrum* در سواحل خلیج فارس رخ نداده است، ولی شناسایی و مطالعه گونه‌های آن با توجه به پتانسیل مضر بسیاری از گونه‌های وابسته از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و اجرای یک برنامه نظارتی و



۱۴. **Taş, S. and Erdoğan, O., ۲۰۱۱.** A review on the Bloom Dynamics of a Harmful Dinoflagellate *Prorocentrum* minimum in the Golden Horn Estuary. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 11, pp: 673-681.
۱۵. **Tomas, C.R., 1997.** Identifying Marine Phytoplankton, Academic, Press, San Diego. 858 p.
۱۶. **Wood, S., 2012.** Mixed GAM Computation Vehicle with GCV/AIC/REML smoothness estimation Package MGCV Version 1.7-16, 198 p.
۱۷. **Yang, L.I.; Song Hui, L.; Tian Jiu, J.; Huan, L.; Yun Pu, X. and Sheng Pao, Y., 2009.** Dynamics of *Prorocentrum* population and its relation with environmental factors in Nanji Islands Sea Area. Acta Hydrobiologica Sinica .Vol. 33, No. 2, pp: 236-245.

