نقش ویژگی‌های رسوب بر فراوانی و تنوع سیست داینوفلاژله‌ها در خلیج چابهار

گیلان عطاران فریمان[1*]
صدیقه نورزایی[2]
حسین جعفری[3]

۱. دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دانشکده علوم دریایی، استادیار گروه زیست‌شناسی دریا، چابهار، ایران
۲. دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دانشکده علوم دریایی، دانشجوی کارشناسی ارشد رشته زیست‌شناسی دریا، چابهار، ایران
۳. دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دانشکده علوم دریایی، استادیار گروه علوم پایه، چابهار، ایران

***مسئول مکاتبات:**
Gilan.attaran@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۳۰
این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

چکیده

داینوفلاژله‌ها از مهم‌ترین گروه‌های فیتوپلانکتونی هستند که در چرخه تولیدمثلی و نیز در شرایط نامساعد محیطی تولید سیست می‌کنند. نقش سیست‌ها در رسوبات به عنوان بذر برای هدایت و شکوفا شدن گونه‌های مختلف فیتوپلانکتونی می‌باشد. در این مطالعه نمونه‌برداری از رسوبات خلیج چابهار در شهریور ماه ۱۳۹۲ انجام شد. فراوانی سیست‌ها در ۴ ایستگاه بر اساس شاخص‌های اکولوژیکی غالبیت، غنای گونه‌ای، تنوع گونه‌ای و یکنواختی مورد بررسی قرار گرفت. در مجموع ۲۲ گونه متعلق به ۶ جنس از سیست داینوفلاژله‌ها شناسایی شدند که جنس *Scrippsiella* دارای بیش‌ترین فراوانی و جنس‌های *Alexandrium* و *Dubridinium* کم‌ترین حضور را داشتند. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که ایستگاه‌های مختلف از نظر فراوانی گونه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار هستند. همچنین در این مطالعه نوع دانه‌بندی و میزان مواد آلی موجود در رسوب نشان داد که همبستگی مثبتی بین میزان مواد آلی با پراکنش و فراوانی سیست‌ها وجود دارد به طوری که بیش‌ترین فراوانی سیست‌ها در ایستگاه ۳ با ۲۳۹۹ عدد سیست در ۱۰۰ گرم رسوب که دارای بیش‌ترین میزان کل مواد آلی است، مشاهده شد. میزان شاخص غنای گونه‌ای و تنوع گونه‌ای در ایستگاه ۳ با ۲/۳۱ و ۴/۱۳ بیشتر از ایستگاه‌های دیگر است. به طور کلی می‌توان بیان کرد که این تحقیق اطلاعات مفیدی در مورد پتانسیل بلوم گونه‌های مضر جلبکی در منطقه مورد مطالعه ارائه می‌دهد.

واژگان کلیدی: تنوع گونه‌ای، رسوبات، خلیج چابهار، سیست داینوفلاژله‌ها، فیتوپلانکتون.

مقدمه

فیتوپلانکتون تولیدکنندگان مهم دریاها و اقیانوس‌ها و پایه هرم انرژی هستند. مطالعه فیتوپلانکتون به منظور شناسایی حلقه اول شبکه غذایی، پایه حیات و تولید اکوسیستم‌های آبی ضروری است. بسیاری از گونه‌های فیتوپلانکتون در طی چرخه زندگی خود ایجاد سیست می‌کنند. داینوفلاژله‌ها به عنوان دومین گروه غالب بعد از دیاتومه‌ها در آب‌های ساحلی یکی از مهم‌ترین گروه‌های میکروجلبک‌هایی هستند که دارای حدود ۲۰۰۰ گونه می‌باشند (Graham and Wilcox, 2000). بیش از ۲۰۰ گونه از آن‌ها بخشی از زندگی خود را به صورت سیست در حال استراحت در رسوبات طی می‌کنند (Head, 1996; Attaran-Fariman, 2012) داینوهافلاژله‌ها در طول چرخه زندگی خود توانایی تولید دو نوع سلول غیرمتحرک را دارند که به نام‌های سیست موقت (دارای دیواره نازک است) و سیست خفته یا در حال استراحت (که محصول تولید مثل جنسی است) نامیده می‌شود (Dale, 1983). ایجاد سیست‌های موقت به نظر می‌رسد به دلیل وجود شرایط استرس‌زا مانند آشفتگی‌های زیستی و کمبود مواد غذایی باشد (Fistarol *et al.*, 2004). مرحله‌ی خفته ممکن است بلند مدت یا کوتاه مدت باشد که سیست در این مرحله توسط دیواره‌ی مقاوم محافظت می‌شود (Matsuoka and Fukuyo, 2000). سیست‌های موقت زمانی که شرایط مناسب باشد می‌توانند به سرعت به حالت رویشی درآیند و سلول‌های متحرک شوند در نتیجه مقاومت در برابر نوسانات کوتاه مدت زیست محیطی را دارند (Anderson, 1998). هر دو نوع سیست (موقت و در حال استراحت) نشان‌دهنده مقاومت شیمیایی بالای

داینوهافلاژله‌ها هستند (Fensome *et al*., 1996; Kokinos *et al*., 1998). ایجاد سیست همچنین می‌تواند یک مکانسیم دفاعی نه تنها در برابر عوامل استرس‌زای محیطی بلکه دربرابر ترکیبات شیمیایی آلی موجود در محیط نیز باشد. دیواره آلی سیست در برابر عوامل فیزیکی، شیمیایی و تخریب فیزیولوژیکی مقاوم هستند (Fensome *et al.,* 1993). سیست‌ها می‌توانند در شرایط نامساعد محیطی زنده بمانند و بنابراین نقش مهمی به عنوان منبع بذر در رسوبات دریا دارند (Dale, 1983). برای گونه‌هایی که تولید سیست می‌کنند ارزیابی رسوبات می‌تواند به عنوان مشخصه‌ای برای ثبت وقوع و شکوفا شدن آن‌ها در ستون آب در طول زمان باشد. بنابراین مطالعه‌ی سیست می‌تواند مکمل اطلاعات بدست آمده از فیتوپلانکتون باشد (Dale, 1983). توانایی تولید سیست از اهمیت زیست محیطی ویژه‌ای برای گونه‌های میکروجلبک، برای تضمین بقای آنها، تسهیل تکرار بلوم و ترویج پراکندگی آن‌ها برخوردار است (Dale, 1997). مرحله سیست یک مرحله استراحت اجباری است که پس از فراهم شدن شرایط مساعد، آن‌ها دوباره به یک جمعیت متحرک تبدیل می‌شوند. بسیاری از گونه‌های مضر فیتوپلانکتون تولیدکننده سم هستند که باعث شکوفایی جلبکی مضر می‌شوند (Matsuoka and Fukuyo, 2000; Attaran-Fariman and Javid, 2013). با شناخت سیست فیتوپلانکتون که داینوفلاژله‌ها از مهم‌ترین آن‌ها هستند، می‌توان گزارشی از گونه‌های مضری که پتانسیلی برای شکوفایی دارند ارائه داد. تاکنون مطالعات زیادی در ایران بر روی سیست فیتوپلانکتون انجام نشده است. تنها تحقیق‌های انجام شده مربوط به مطالعات Attaran-fariman و همکاران (۲۰۰۷ و ۲۰۱۲) Attaran-fariman و Javid (۲۰۱۳) می‌باشد. در آب‌های ساحلی دیگر نقاط دنیا مطالعات زیادی بر روی پراکنش و تنوع سیست داینوفلاژله‌ها صورت گرفته است. به عنوان مثال Alves و همکاران (۲۰۰۸) پراکنش، فراوانی و تنوع زیستی سیست داینوفلاژله را در شیلی بررسی کردند. Joyce و همکاران (۲۰۰۵) در خلیج Saldanha در جنوب آفریقا و Srivilai و همکاران (۲۰۱۲) در رسوبات دریایی تایلند به شناسایی سیست‌ها پرداختند. خلیج چابهار بزرگ‌ترین خلیج ایران در حاشیه سواحل دریای عمان و نزدیک‌ترین آبراه به اقیانوس هند است. این خلیج به‌خاطر شکل حلقه‌ای (Ω) خود در زمین‌شناسی از نوع خلیج‌های امگایی یا نعلی شکل نامیده می‌شود. عرض دهانه آن حدود ۲۰ کیلومتر، فاصله شرق تا غرب آن حدود ۱۷ کیلومتر است و بیشینه عمق آن حدود ۲۰ متر است. از آن‌جایی که خلیج چابهار دارای شرایط آب و هوایی گرمسیری است و در معرض ورزش بادهای مانسون قراردارد و هر ساله بلوم‌های فیتوپلانکتونی از آن گزارش می‌شود و می‌تواند ازمهم‌ترین مکان‌هایی باشد که سیست فیتوپلانکتون در آن بررسی گردد. در این مطالعه سعی شده است که علاوه بر بررسی ایستگاه‌هایی که تاکنون مطالعه شناسایی و تنوع سیست فیتوپلانکتون آن‌ها بررسی نشده‌اند به بیان برخی از عوامل تاثیرگذار بر فراوانی و تنوع سیست فیتوپلانکتون مثل میزان مواد آلی و نوع رسوب و چگونگی تاثیر آن‌ها بپردازد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از رسوبات خلیج چابهار با استفاده از گرپ اکمن با سطح جمع‌کنندگی ۲۲۵ سانتی متر مربع در چهار ایستگاه با ۳ تکرار در شهریور ماه ۱۳۹۲ انجام شد. نمونه‌ی رسوب از عمق‌های متفاوتی برداشت شد (جدول ۱). رسوبات پس از جمع‌آوری به آزمایشگاه انتقال داده شد. ۱۰ گرم از رسوبات پس از مخلوط کردن با آب دریا با الک‌های ۱۰۰ و ۱۲۵ میکرون الک شدند. سپس براساس روش ارائه شده در Attaran–fariman (۲۰۰۷) سیست‌ها زیر میکروسکوپ اینورت مدل TS100 شناسایی، جداسازی و شمارش شدند. شناسایی بر اساس مقالات و منابع قابل دسترسی (Attaran–fariman, 2007; Dale, 1983; Fensome *et al*., 1996; Kokinos *et al*., 1998;) انجام شد. برای تعیین نوع دانه‌بندی رسوبات از سری الک‌های ۰/۰۶۳، ۰/۱۲۵، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌متر استفاده شد. نوع دانه‌بندی نیز بر اساس روش Buchanan (۱۹۸۴) تعیین شد. برای تعیین میزان TOM موجود در رسوب از روش ارائه شده توسط Huang و Lin (۲۰۰۳) استفاده شد. جهت بررسی ارتباط بین فراوانی گونه‌ها، ایستگاه‌های مختلف، نوع دانه‌بندی و میزان مواد آلی (TOM) از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ و Minitab نسخه ۱۶ و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. به منظور محاسبه‌ی تنوع زیستی سیست داینوفلاژله‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه از شاخص‌های غنای گونه‌ای مارگالف (Margalef, 1958) که از فرمول زیر محاسبه می‌شود، استفاده گردید.

$$R = \frac{S-1}{Ln(N)}$$

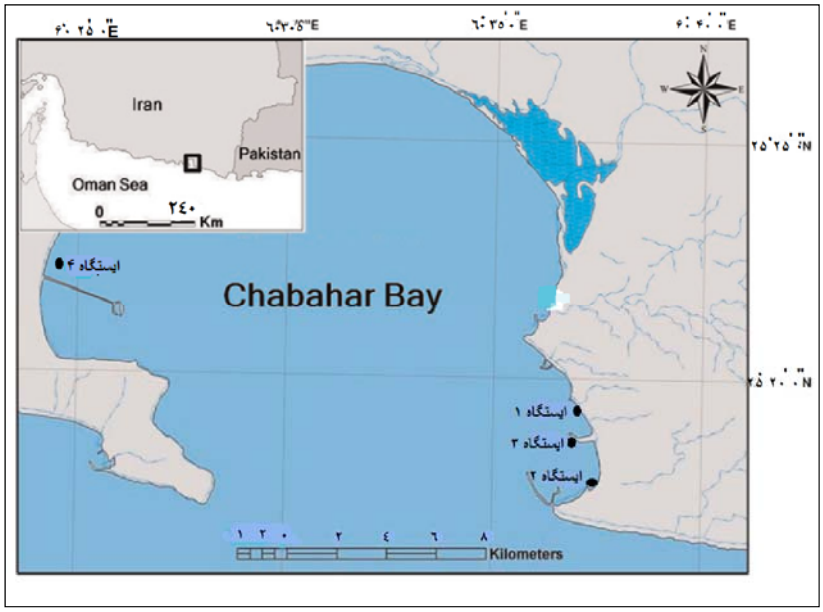
در این فرمول R شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، S تعداد گونه‌های مشاهده شده و N تعداد کل افراد مشاهده شده از تمام گونه‌هاست. برای محاسبه تنوع گونه‌ای و غالبیت به ترتیب از تنوع گونه‌ای شانون-وینر (Weaver and Shannon, 1949; Shannon, 1948) و شاخص غالبیت سیمپسون (Simpson, 1949) استفاده گردید که از فرمول‌های زیر محاسبه می‌شوند.

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} pi(lnpi)$$

$$D = \sum [\frac{ni(ni-1)}{N(N-1)}]$$

که H' شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر، pi نسبت تعداد افراد یک گونه به کل افراد و D شاخص غالبیت سیمپسون می‌باشد. همچنین برای بررسی شاخص یکنواختی از توابع یکنواختی پیلو (Pielou, 1966) استفاده شد که به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$e = H/lnS$$



شکل۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در خلیج چابهار.

نتایج

نتایج حاصل از بررسی دانه‌بندی رسوبات و میزان کل مواد آلی و عمق در جدول ۱ آورده شده است. نتایج بررسی‌ها بر روی رسوبات نشان داد که میزان شن در رسوبات ایستگاه‌های مختلف متفاوت است که این باعث اختلاف در نوع دانه‌بندی ایستگاه‌های مختلف شده است. به است طوری که ایستگاه ۱و ۲و ۳ دارای رسوب سیلت- رس، درشت‌ترین دانه‌بندی را دارند. البته درصد رس در ایستگاه ۳ نسبت به ایستگاه ۱ و ۲ بیشتر و ایستگاه کنارک با رسوب رسی-گلی ریزترین نوع دانه‌بندی را داراست. همچنین رسوب ایستگاه ۳ با ۱/۳۵ گرم TOM در رسوب بیش‌ترین میزان مواد آلی را داراست و ایستگاه ۱ با ۰/۷۵ گرم TOM در رسوب کم‌ترین میزان مواد آلی را دارد. با استفاده از آنالیز یک طرفه مشخص شد که میزان مواد آلی موجود در رسوب و فراوانی سیست‌ها در ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری دارند و نتایج حاصل از همبستگی اسپرمن نشان داد که بین فراوانی سیست در رسوبات و میزان مواد آلی در رسوب همبستگی معنی‌دار و مثبتی وجود دارد (P<۰/۰۵). در حالی که رابطه‌ای معنی‌داری بین نوع رسوب و فراوانی سیست‌ها مشاهده نشد (P>۰/۰۵) (جدول ۲).

جدول ۱: ایستگاه‌های نمونه‌برداری تحقیق حاضر (۱۳۹۲).

ایستگاه	نام	عرض جغرافیایی (N)	طول جغرافیایی (E)	عمق آب (m)	نوع رسوب	درصد مواد آلی (TOM)
۱	ساحل هتل لیپار	۲۵°۱۹´۰۳"	۶۰°۱۵´۰۲"	۵	Silt sandy	۷۵/۰
۲	اسکله هفت تیر	۲۵°۱۷´۴۶"	۶۰°۳۷´۲۴"	۲	Silt sandy	۰/۹۹
۳	اسکله کلانتری	۲۵°۱۸´۵۶"	۶۰°۳۶´۳۰"	۵	silt sand	۱/۳۵
۴	ساحل کنارک	۲۵°۲۰´۴۹"	۶۰°۲۶´۱۰"	۶	muddy Sandy	۰/۹۰

جدول ۲: ضرایب همبستگی بین فراوانی سیست‌ها با نوع رسوب و میزان مواد آلی.

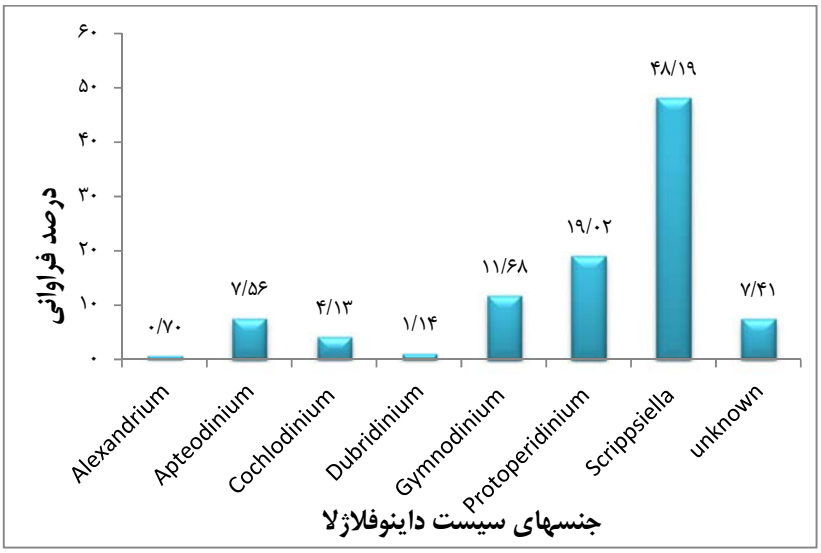
	میزان مواد آلی	نوع رسوب
ضریب همبستگی	۰/۶۹۴	۰/۴۹۲
Sig.	۰/۰۲	۰/۱

همبستگی با احتمال خطای کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار است.

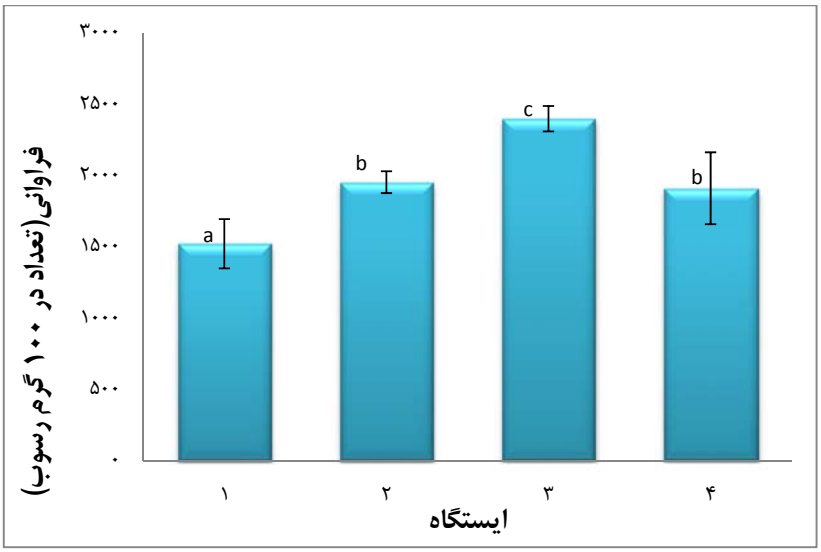
در این مطالعه ۲۲ گونه متعلق به ۶ جنس از سیست داینوفلاژله‌های *Alexandrium* با ۱ گونه، *Apteodinium* با ۱ گونه، *Dubridinium* با ۱ گونه، *Gymnodinium* با ۱ گونه، *Protoperidinium* با ۷ گونه، *Scrippsiella* با ۷ گونه و ۴ گونه ناشناخته شناسایی شده‌اند. گونه‌های مربوط به جنس *Scrippsiella* با بیش‌ترین حضور در ایستگاه‌ها و با ۴۸ درصد فراوانی در ۱۰۰ گرم رسوب بیش‌ترین فراوانی و جنس‌های *Alexandrium* و *Dubridinium* فقط با حضور در یک ایستگاه و با در صد فراوانی۱/۱۰۰ گرم کم‌ترین فراوانی را داشتند (جدول ۳ و شکل ۲). نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه مقایسه فراوانی در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که میانگین فراوانی سیست‌ها در ایستگاه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب ۱۳۶۶، ۱۹۵۴، ۲۳۹۹ و ۱۹۱۱ عدد در ۱۰۰ گرم رسوب است (شکل ۳). مقایسه مقادیر فوق نشادن داد که فراوانی سیست‌ها بین ایستگاه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری دارد ($P<۰/۰۵$).

جدول ۳: حضور و عدم حضور جنس/گونه‌های سیست داینوفلاژله‌های شناسایی شده در چهار ایستگاه خلیج چابهار (۱۳۹۲).

سیست داینوفلاژله‌ها	ایستگاه			
	۱	۲	۳	٤
Alexandrium tamarense	-	+	-	-
Apteodinium crassus	+	+	+	+
Cochlodinium cf.polykrikoides	+	+	+	+
spp Dubridinium	-	-	+	-
Gymnodinium trapeziforme	+	+	+	+
Protoperidinium conicoides	+	+	+	-
Protoperidinium leonis	-	-	+	-
Protoperidinium latissimum	-	+	-	-
Protoperidinium oblongum	-	+	+	-
Protoperidinium pentagonum	+	+	+	+
Protoperidinium stellatum	-	-	-	+
Protoperidinium sp	+	+	+	+
Scrippsiella lachrymosa	+	+	+	+
Scrippsiella trochoidea	+	+	+	+
Scrippsiella Precaria	+	+	+	+
Scrippsiella sp.3	+	+	+	+
Scrippsiella sp.6	+	+	+	+
Scrippsiella sp.7	+	+	+	+
Scrippsiella sp	-	+	+	-
Unknown cyst 1	-	+	+	+
Unknown cyst 2	-	-	+	-
Unknown cyst 3	-	+	-	+
Unknown cyst 4	-	-	+	-

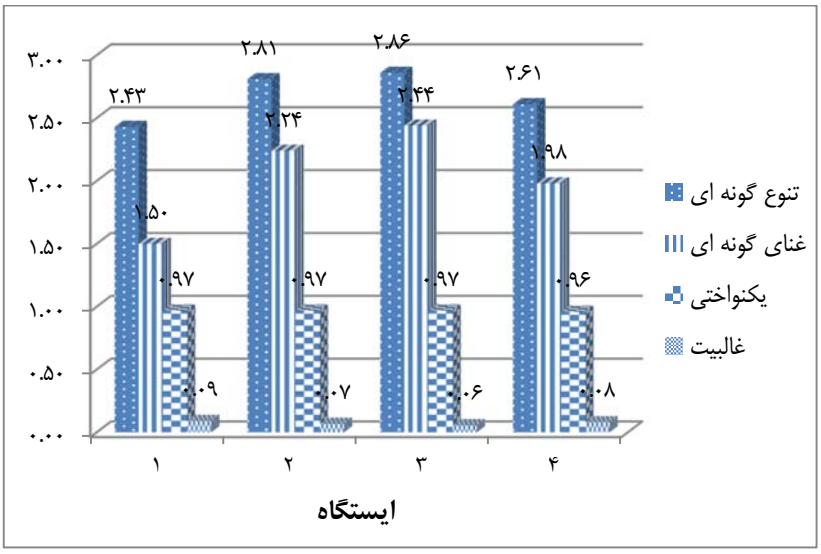


شکل۲: درصد فراوانی سیست‌های شناسایی شده در رسوبات خلیج چابهار (۱۳۹۲).



شکل ۳: مقایسه فراوانی داینوفلاژله‌ها در ایستگاه‌های مختلف خلیج چابهار (۱۳۹۲).

نتایج بررسی شاخص‌های اکولوژیکی در چهار ایستگاه مورد مطالعه نشان داد که میزان شاخص غنای گونه‌ای در ایستگاه ۳ دارای بالاترین مقدار و در ایستگاه ۱ کم‌ترین مقدار رابه خود اختصاص داده‌اند و در مجموع میزان شاخص غنای گونه‌ای در ایستگاه‌های ۳، ۲، ۴ و ۱ سیر نزولی را نشان می دهد. شاخص تنوع گونه‌ای در ایستگاه ۳ دارای بالاترین مقدار و در ایستگاه ۱ کم‌ترین مقدار را دارد و در مجموع این شاخص در ایستگاه‌های ۳، ۲، ۴ و ۱ سیر نزولی را دارد. این امر با روند تغییرات شاخص غنای گونه‌ای مطابقت دارد. همچنین میزان شاخص یکنواختی با تنوع گونه‌ای رابطه‌ی مستقیم دارد. از آن جایی که میزان شاخص غالبیت با تنوع گونه‌ای رابطه‌ی معکوس دارد، میزان این شاخص در ایستگاه ۱ دارای بیش‌ترین مقدار و در ایستگاه ۳ کم‌ترین مقدار را دارد (شکل ۴). همچنین از نظر آماری تنوع گونه‌ای و غنای گونه‌ای با سطح معنی‌داری P=۰/۰۰ در ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار است و شاخص یکنواختی با سطح معنی‌داری P=۰/۱۶۴ در ایستگاه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری ندارد.



شکل ٤: تغییرات میزان شاخص‌های اکولوژیکی در ایستگاه‌های مختلف.

بحث و نتیجه‌گیری

اکوسیستم‌های دریا تحت تاثیر عوامل زیادی است که تعدادی از آن‌ها داخلی و برخی خارجی هستند. مجموعه این عوامل برتنوع و فراوانی سیست داینوفلاژله‌ها اثر می‌گذارد. از جمله این عوامل می‌توان آلودگی، میزان مواد آلی و نوع رسوب را نام برد (Taylor, 1987). Liu و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که بیش‌ترین فراوانی سیست‌ها در خلیج Sishili مربوط به گونه‌های *Alexandrium Spiniferite sp minutum/affine*, *Protoperidinium sp*, *Operculodinium cf.delicates,* است. افزایش مواد آلی و ورود فاضلاب‌ها و آلودگی‌های صنعتی تاثیر مستقیم بر فراوانی سیست‌ها دارند. فراوانی داینوفلاژله‌ها وابسته به دانه بندی رسوبات هم می‌باشد. در رسوبات دانه ریزتر که از جنس رس و گل هستند سیست‌ها با فراوانی و تنوع بیشتری وجود دارند و رسوب دانه ریز به طور غیر مستقیم نشان‌دهنده فرایند رسوب‌گذاری مناسب است (Anderson, 2003). همچنین ورود آلودگی‌های صنعتی از فراوانی و تنوع سیست‌ها می‌کاهد (Liu *et al*., 2012). در بررسی‌هایی که در این مطالعه (خلیج چابهار) صورت گرفت نتایج مشابه و اطلاعات مفیدی درمورد فلور سیستی داینوفلاژله‌ها و توزیع آن‌ها فراهم شد. تفاوت معنی‌داری بین فراوانی و توزیع سیست‌ها در ایستگاه‌های مختلف وجود دارد که این می‌تواند به سه دلیل عمده باشد ۱: میزان فراوانی در فاز متحرک (میزان بازده تولید سیست) در ماه‌های قبل از نمونه‌برداری ۲: رژیم رسوب‌گذاری منطقه مورد مطالعه که موجب کاهش یا افزایش سیست‌ها در رسوبات می‌شود. ۳: میزان مواد آلی در رسوبات (Blanco, 1995). پس از بررسی‌هایی که بر روی نوع رسوب ، فراوانی و تنوع سیست‌ها انجام شد، مشاهده شد که با وجود این که در ایستگاه‌های ۱ و ۲ و ۳ نوع رسوب یکسان است ولی فراوانی و تنوع سیست داینوفلاژله‌ها متفاوت است که یکی از دلایل این تفاوت می‌تواند اختلاف در میزان مواد آلی موجود در رسوب باشد. به طوری که ایستگاه ۳ واقع در نزدیکی اسکله شهید کلانتری که محل ورود فاضلاب انسانی است میزان مواد آلی، فراوانی و تنوع سیست‌ها (در ۱۰۰ گرم رسوب) بیش‌تر از ایستگاه‌های دیگر است. همچنین ایستگاه ۲ به دلیل نزدیکی با ایستگاه ۳، در معرض ورود فاضلاب قرار می‌گیرد که فراوانی و تنوع سیست‌ها در این منطقه نیز افزایش یافته‌اند. ولی در ساحل کنارک به دلیل ورود آلودگی‌های صنعتی مثل فاضلاب کارخانه آب شیرین‌کن باعث افزایش فلزات سنگین شده است. با توجه به این که رسوبات آن دانه ریزتر از ایستگاه ۲ و ۳ است، فراوانی سیست‌ها کمتر مشاهده شد. Pospelova و Head (۲۰۰۲) نیز به این نکته اشاره کردند که مناطقی که دارای استرس آلودگی هستند نسبت به مناطق غیرآلوده دارای تنوع کمتری هستند. ایستگاه ۱ به دلیل این‌که یک منطقه حفاظت شده است و هیچ‌گونه فاضلاب انسانی و آلودگی به آن وارد نمی‌شود، ولی رسوب آن درشت‌تر از ایستگاه ۴ است از فراوانی و تنوع کمی برخوردار است که درشت بودن سایز ذرات رسوبی و در نتیجه کاهش مواد غذایی می‌تواند سبب کاهش فراوانی داینوفلاژله‌ها در این ایستگاه باشد. در این تحقیق جنس *Scrippsiella* تقریباً با حضور در تمام ایستگاه‌ها بیش‌ترین فراوانی را به خود اختصاص داده است. مطالعات Attaran-fariman (۲۰۰۷) و Attaran-Fariman (۲۰۱۲) در خلیج چابهار و Satta و همکاران (۲۰۱۳) در دو خلیج از دریای مدیترانه نشان دادند که گونه‌های جنس *Scrippsiella* در نقاط ساحلی از گونه‌های غالب هستند. در این مطالعه جنس‌های *Scrippsiella* و *Protoperidinium* هرکدام با تعداد ۷ گونه بیش‌ترین تنوع گونه‌ای را دارا هستند. Thorsen و Dale (۱۹۹۷) بیان کردند که تنوع و فراوانی بالای یک یا چند جنس می‌تواند به دلیل سازگاری بالای آن‌ها باشد که آن‌ها را قادر ساخته که در هر شرایطی زیست نمایند. همین‌طور گونه‌های *Apteodinium Gymnodinium trapeziforme, Scrippsiella trochoidea ,Scrippsiella Precaria crassus* در ۱۰۰ گرم رسوب بیش‌ترین فراوانی را دارند.

مطالعات Attaran-fariman (۲۰۰۷ و ۲۰۱۲) نشان داد که سیست گونه‌های *G. trapeziforme* بومی دریای عمان است و برای اولین بار از این منطقه کشف و نام‌گذاری گردیده است که با توجه به توضیحات داده شده می‌توان بیان کرد که میزان مواد آلی بیشتر از نوع دانه‌بندی، فراوانی و تنوع سیست‌ها را تحت تاثیر قرار داده است، به طوری که افزایش TOM و افزایش فراوانی سیست داینوفلاژله‌ها الگوی یکسانی را نشان می‌دهند (ایستگاه ۱< ایستگاه ۴< ایستگاه ۲< ایستگاه ۳). Liu و همکاران (۲۰۱۲) بیان کرد که فراوانی سیست‌های هتروتروف به طور قابل توجهی به نوع دانه‌بندی بستگی ندارد. تنوع گونه‌ای بخش عظیمی از مطالعات تنوع زیستی را به خود اختصاص داده

است و شامل دو جزء غنای گونه‌ای (R) و یکنواختی (Evenness) می‌باشد. شاخص برابری معیاری از یکنواختی گونه‌های مختلف در جمعیت سیست فیتوپلانکتونی است. با توجه به این‌که یکی از اجزای تنوع گونه‌ای می‌باشد اگر میزان تراز زیستی بالا باشد و همین‌طور چگونگی توزیع افراد در جمعیت سیست‌ها (غنای گونه‌ای) مناسب باشد تنوع گونه‌ای می‌تواند بالا باشد و نشان دهنده این است که غالبیت (شاخص سیمپسون) کاهش یافته است (شکل ۴). بالا بودن میزان شاخص تراز زیستی در برخی از ایستگاه‌ها نشان دهنده‌ی وجود شرایط مساعد مثل بالا بودن میزان مواد آلی در محیط است. بالا بودن میزان شاخص غالبیت در ایستگاه ۱ نشان می‌دهد این ایستگاه به دلیل این‌که محیط حفاظت شده است و هیچ‌گونه فاضلاب به آن راه نمی‌یابد و دانه درشت بودن رسوب آن از تنوع گونه‌ای آن کاسته شده است. گونه Orolva و همکاران (۲۰۰۴) کار مشابهی برای شناسایی و پراکنش سیست داینوفلاژله‌ها در شرق روسیه انجام دادند که در این تحقیق ۴۲ گونه به نمایندگی از ۱۷ جنس شناسایی شد و بیان کرد که سیست‌ها با گونه‌های سمی در همه ایستگاه‌ها مورد مطالعه یافت شد. در این تحقیق یک سیست گونه سمی *Alexandrium tamarense* شناسایی و فقط در ایستگاه ۲ مشاهده شد که فراوانی آن اندک است و به نظر می‌رسد احتمال بلوم این گونه در آب‌های دریای عمان ضعیف خواهد بود. مطالعات Attaran-fariman (۲۰۱۰) نشان داد که گونه سمی *A. tamarense* در ستون آب هم حضور دارد و دارای فراوانی قابل توجهی در طول یک سال نمونه‌برداری با توالی هر دو هفته یک بار نبوده است. در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که سیست داینوفلاژله‌ها واکنش متفاوتی را در مقابل آلودگی و مواد مغذی از خود نشان می‌دهد. غنی‌سازی مواد غذایی به طور قابل توجهی باعث افزایش فراوانی سیست‌ها و آلودگی‌های صنعتی باعث کاهش فراوانی سیست‌ها می‌شود که مطالعات Zonneveld و همکاران (۲۰۱۲) این فرضیه را حمایت می‌کند. مواد آلی موجود در رسوب و اندازه رسوبات می‌تواند باعث افزایش یا کاهش انباشت سیست‌ها در رسوبات شود که در روشن ساختن اطلاعات زیست محیطی مشکلاتی را به وجود می‌آورند. به طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که سنجش عواملی از قبیل میزان مواد مغذی در ستون آب می‌تواند بر فراوانی سیست‌ها نیز تاثیر بگذارد زیرا نوترینت‌ها از عوامل محدودکننده رشد فیتوپلانکتون می‌باشند که بالطبع نیز بر روی فراوانی سیست‌ها تاثیر می‌گذارد.

سپاسگزاری

بدین ترتیب از کارشناسان آزمایشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، خانم‌ها جهانتیغ و بهروزی و جناب آقای زادعباس نهایت تشکر و سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

Alves, C., Varela, D., Navarrete, F., Fernandez, P. and Leal, P., 2008. Distribution, abundance and diversity of modern dinoflagellate cyst assemblages from southern Chile. Botanica Marina, 51: 399- 410

Anderson, D. F., 1998. Physiology and bloom dynamics of toxic *Alexandrium* species, with emphasis on life cycle transitions. In: Physiological Ecology of Harmful Algal Blooms Eds. Anderson, D. C., Cembella, A.d and Hallegraeff, G.M ., first edition, Springer, Berlin. pp. 29–48.,

Anderson, D. F., 2003. Cyst methodologies. In: Manual on Harmful Marine Microalgae Eds. Hallegraeff, G. A., Anderson, D.M. and Cembella, A.D., first edition, Monographs on Oceanographic Methodology, UNESCO.pp. 165–190.

Attaran-Fariman G., 2010. Dispersion of potentially HABs former species along the south-east coast of the Oman Sea (Iranian waters). Final Report of the Project to Iran's Marine Environment Chabahar: Chabahar Maritime University.

Attaran-Fariman, G. and Javid, P., 2013. The phylogeny of Heterocapsa sp. (Dinophyceae) isolated from the south coast of Iran during a *Cochlodinium polykrikoides* bloom. Turkish Journal of Botany37: 778-783.

Attaran-Fariman, G. K., 2012. First observation of dinoflagellate resting cysts from recent sediments of the southeast of Iran. Algological Studies, 140: 51-80.

Attaran-Fariman, G., 2007. Dinoflagellate cysts and *Chattonella* resting stages from resent sediments of the southeast coast of Iran. phD thesis, university of Tasmani, Lansstvn, Australia.

Blanco, J., 1995. Cyst production in four species of neritic dinoflagellates. Journal of Plankton Research, 17(1): 165–182.

Buchanan, J., 1984. Methods for the study of marine benthos. In: Macrofauna Techniques Eds. Holme N. M. and McIntyre, A.D., Third edition, Blackwell Scientific, London. 41p.

Dale, B. 1983. Dinoflagellate resting cysts: Benthic plankton. In: Survival Strategies of the Algae Ed. Fryxell, G., first edition, Cambridge University Press, Cambridge. pp. 69-136.

Dale, B., 1977. Cysts of the toxic red-tide dinoflagellate *Gonyaulax excavate* (Braarud) Balech from Oslofjiorden, Norway. Sarsia, 63(1): 29-34.

Fensome, R. A., Riding, J. B. and Taylor, F. J. R., 1996. Chapter 6 – Dinoflagellates. In: Palynology, Principles and Application Eds. Jansonius, J. and McGregor, D.C., frist edition. American Association of Stratigraphic Palynologists, United States of America. pp. 107–169.

Fensome, R. T., Taylor, F. J. R., Norris, G., Sarjeant, W. A. S., Wharton, D. I. and Williams, G. L., 1993. A classification of living and fossil dinoflagellate. Micropaleontology, New York. 351 p.

Fistarol, G. L., Legrand, C., Rengefors, k. and Granéli, E., 2004. Temporary cyst formation in phytoplankton: a response to allelopathic competitors?. Environmental Microbiology, 6(8): 791-798.

Graham, L. and Wilcox, L., 2000. Algae. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey,164pp

Head, M., 1996. Modern dinoflagellate cysts and their biological affinities. In: Palynology: Principles and Applications. Eds. Jansonius, J. M. and McGregor, D.C. The American Association of Stratigraphic Palynologists, Dallas. pp. 1197–1248.

Huang, K. M. and Lin, S., 2003. Consequences and implication of heavy metal spatial variation in sediments of the Keelung River drainage basin, Taiwan. Chemosphere, 53(9): 1113-1121.

Joyce, L. P., Pitcher, G. C., du Randt, A. and Monteiro, P. M. S., 2005. Dinoflagellate cysts from surface sediments of Saldanha Bay, South Africa: an indication of the potential risk of harmful algal blooms. Harmful Algae, 4(2): 309-318.

Kokinos, J. E. Eglinton, T. I., Goni, M. A., Boon, J. J. and Martoglio, P. A., 1998. Characterization of a highly resistant biomacromolecular material in the cell wall of a marine dinoflagellate resting cyst. Organism Geochemistry, 28(5): 265–288.

Liu, D. S., Shi, Y., Di, B., Sun, Q., Wang, Y., Dong , Z. and Shao, H., 2012. The impact of different pollution sources on modern dinoflagellate cysts in Sishili Bay Yellow Sea, China. Marine Micropaleontology, 84: 1-13.

Margalef, R., 1958. Information Theory in Ecology. General Systematics, 3: 36-71.

Matsuoka, K. A., 1995. Taxonomy of cysts. In: Manual on Harmful Marine Microalgae. Ed. Hallegraeff, G. A., Anderson, D.M. and Cembella, A.D., second edition, IOC Manualsand Guides., Unesco. pp. 381-401.

Matsuoka, K. and Fukuyo, Y., 2000. Technical Guide for Modern Dinoflagellate Cyst Study. WESTPAC-HAB/WESTPAC/IOC, Japan

Orlova, T., Morozova, T. V., Gribble, K. E., Kulis, D. M. and Anderson, D. M., 2004. Dinoflagellate cysts in recent marine sediments from the east coast of Russia. Botanica Marina, 47(1): 184-201.

Pielou, E. C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of Theoretical Biology, 13: 131-144.

Pospelova, V. and Head, M. J., 2002. Islandinium brevispinosum sp. nov. (Dinoflagellata), a new organic-walled dinoflagellate cyst from modern estuarine sediments of New England (USA). Journal of Phycology, 38 (3): 593–601.

Satta, C. A., Angles, S., Luglie, A., Guillen , J., Sechi , N., Camp, J. and Garces, E., 2013. Studies on dinoflagellate cyst assemblages in two estuarine Mediterranean bays:A useful tool for the discovery and mapping of harmful algal species. Harmful Algae, 24: 65–79.

Shannon, C. E., 1948. A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal, 27: 379–423 and 623–656.

Simpson, 1949. Measurement of diversity. Nature, 163: 688-702.

Srivilai, D. L., Lirdwitayaprasit, T. and Fukuyo, Y., 2005. Distridution dinoflagellate cysts in the surface sediment of the coastal areas in Chonburi Province, Thailand. Coastal Marine Science, 35(1): 11-19.

Taylor, F. G. R., 1987. Ecology of dinoflagellates. In: The Biology of Dinoflagellates. Ed. F. Taylor, Bot . Monogr. pp. 399–529.

Thorsen, T. and Dale, B., 1997. Dinoflagellate cysts as indicators of pollution and past climate in a Norwegian fjord. Holocene, 7: 433–446.

Weaver, W. and Shannon, C. E., 1949. The Mathematical Theory of Communication. Urbana, Illinois: University of Illinois.

Zonneveld, K., Chen, L., Elshanawany, R., Fischer, H., Hoins, M., Ibrahim, M. and Versteegh, G., 2012. The use of dinoflagellate cysts to separate human-induced from natural variability in the trophic state of the Po River discharge plume over the two centuries. Marine Pollutry Bulletin, 64(1): 114–132.