



ORIGINAL RESEARCH PAPER (Humanities & Marine Management)

## Study of Distribution and Abundance of Zooplankton in the Coastal Waters of the Southern Caspian Sea (Case Study: Chalous and Nowshahr Region)

Reza Rahnama<sup>1\*</sup>, Ali Hamzehpour<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Research Expert, Department of Biological Sciences, Institute of Marine Sciences, National Institute of Oceanography and Atmospheric Sciences, Iran. Email: [reza.rah@inio.ac.ir](mailto:reza.rah@inio.ac.ir)

<sup>2</sup> Research Expert, Department of Biological Sciences, Institute of Marine Sciences, National Institute of Oceanography and Atmospheric Sciences, Iran. Email: [hamzehpour.ali@inio.ac.ir](mailto:hamzehpour.ali@inio.ac.ir)

### ARTICLE INFO

Code: A-10-849-1

#### Article History:

Received: 2019/10/23

Revised: 2021/12/11

Accepted: 2022/07/6

#### Keywords:

Zooplankton  
Chalus & Nowshahr  
Caspian Sea  
Diversity Index  
Similarity Index

\*Corresponding author:

✉ [reza.rah@inio.ac.ir](mailto:reza.rah@inio.ac.ir)



[10.52547/joc.13.50.96](https://doi.org/10.52547/joc.13.50.96)

### ABSTRACT

**Background and Objectives:** The aim of this study was to evaluate the biodiversity of zooplankton in the Caspian Sea basin in Noshahr and Chalus.

**Methodology:** Sampling was carried out in three transects including depths (5–10 and 20 m) in two seasons of 2013 (autumn and winter). Totally, 8 zooplankton groups were identified during two seasons. In autumn, the highest abundance belonged to bivalve larvae (8060 ind/m<sup>3</sup>) and the least abundance belonged to polychaetes species *N. diversicolor* (299 ind/m<sup>3</sup>). In winter, Rotifera species *Asplanchna* sp. (6877 ind/m<sup>3</sup>) had the highest abundance. The least abundance belonged to one of the larval stages of Barnacle (*Cypris* of *Balanus* sp.) (372 ind/m<sup>3</sup>).

**Findings:** In each of the two seasons, the abundance of zooplankton groups had significant differences in most of the stations ( $P < 0.05$ ). Also in autumn and winter, all identified zooplankton groups had uniform distribution. Values of species diversity and richness indices were different in two seasons. In autumn, Shannon diversity and Margalef richness indices in most of the stations were higher compare to winter. However, the values of the Simpson Diversity and the Menhinick Richness indices were higher at most stations in winter. Also, the values of qualitative (Jaccard) and quantitative (Kulczynski) similarity indices were completely different in the autumn and winter.

**Conclusion:** In autumn the stations were different in terms of qualitative and quantitative similarity indices but in winter all stations were qualitatively and quantitatively similar (100%).

©2022 JOC. All rights reserved



NUMBER OF TABLES

5



NUMBER OF FIGURES

6



NUMBER OF REFERENCES

16

## مقاله پژوهشی

## مطالعه پراکنش و فراوانی زئوپلانکتون‌ها در آبهای ساحلی جنوب دریای خزر (مطالعه موردی: منطقه چالوس و

نوشهر)

رضا رهنما<sup>۱\*</sup>، علی حمزه پور<sup>۲</sup><sup>۱</sup> کارشناس پژوهشی گروه علوم زیستی، پژوهشکده علوم دریایی، پژوهشگاه ملی اقیانوسشناسی و علوم جوی، ایران<sup>۲</sup> کارشناس پژوهشی گروه علوم زیستی، پژوهشکده علوم دریایی، پژوهشگاه ملی اقیانوسشناسی و علوم جوی، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۸/۱ تاریخ بازبینی: ۱۴۰۰/۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۱۵	<p><b>پیشینه و مبانی نظری پژوهش:</b> این مطالعه بررسی تنوع زیستی زئوپلانکتون‌های آبهای حوضه جنوبی دریای خزر در محدوده شهرهای نوشهر و چالوس بود. نمونه برداریها در سه نیم خط عمود بر ساحل شامل اعماق (۵- ۱۰ و ۲۰ متر) در دو فصل پاییز و زمستان سال ۱۳۹۲ انجام شد.</p> <p><b>روش‌شناسی:</b> در مجموع، طی دو فصل ۸ گروه زئوپلانکتونی شناسایی شدند. در فصل پاییز بیشترین فراوانی متعلق به لارو دوکفه ایها (۸۰۶۰ فرد در متر مکعب) و کمترین فراوانی متعلق به کرم پرتار <i>N. diversicolor</i> (۲۹۹ فرد در متر مکعب) بود. در فصل زمستان، گونه گردانتن <i>Asplanchna</i> sp. (۶۸۷۷ فرد در متر مکعب) دارای بیشترین فراوانی بود. کمترین فراوانی نیز به یکی از مراحل لاروی بارناکل (<i>Cypris of Balanus</i> sp.) (۳۷۲ فرد در متر مکعب) تعلق داشت. در هر یک از دو فصل، فراوانی گروه‌های زئوپلانکتونی در بیشتر ایستگاهها دارای اختلاف معنی داری با هم بودند (<math>P &lt; 0.05</math>). همچنین در فصول پاییز و زمستان، تمامی گروههای زئوپلانکتونی شناسایی شده دارای پراکنش یکنواخت بودند.</p> <p><b>یافته‌ها:</b> مقادیر شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای در دو فصل متفاوت از یکدیگر بودند. شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون و غنای گونه‌ای مارگالف در اکثریت ایستگاه‌ها در فصل پاییز بیشتر از زمستان بودند. در حالیکه، مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌ای سیمپسون و غنای گونه‌ای مینهینیک در بیشتر ایستگاه‌ها در فصل زمستان بالاتر بودند. همچنین، مقادیر شاخص‌های تشابه کیفی (جاکارد) و کمی (کولزینسکی)، در دو فصل پاییز و زمستان کاملاً متفاوت از هم بودند.</p> <p><b>نتیجه‌گیری:</b> در پاییز ایستگاه‌ها از نظر شاخص‌های تشابه کیفی و کمی با هم متفاوت بودند اما در زمستان، تمامی ایستگاه‌ها از نظر شاخص‌های تشابه کیفی و کمی یکسان بودند (۱۰۰٪).</p>
<b>واژگان کلیدی:</b> زئوپلانکتون چالوس و نوشهر دریای خزر شاخص تنوع شاخص تشابه	
*نویسنده مسئول ✉ reza.rah@inio.ac.ir	

## مقدمه

دریای خزر بزرگترین توده آبی محصور در خشکی جهان است که مساحتی حدود ۳/۵ میلیون کیلومترمربع را به خود اختصاص داده است. این دریا بین عرضهای ۳۶ و ۶۲ درجه شمالی قرار دارد. دریای خزر براساس ویژگی های جغرافیایی و بررسی پارامترهای مختلف فیزیکی و شیمی به سه بخش خزر شمالی، خزر میانی و خزر جنوبی قابل تقسیم می باشد. بخش خزر شمالی کم عمق بوده و بیشینه عمق دریای خزر در بخش جنوبی آن قرار دارد. حجم آب دریا در سه قسمت خزر شمالی، خزر میانی و خزر جنوبی به ترتیب ۰/۵، ۳۳/۹ و ۶۵/۶ درصد از حجم کل آب دریا را شامل می شود [۱]. حدود ۱۳۰ رودخانه بزرگ و کوچک به داخل دریای خزر می ریزد که اکثر رودخانه های مهم و اصلی در سواحل شمالی و غربی دریای خزر واقع شده و در بخش شرقی دریای خزر عملاً رودخانه دائمی وجود ندارد. رودخانه های ولگا، اورال، کورا، ترک، سمور و سولک بیشترین سهم آب ورودی به دریای خزر را تشکیل داده و درصد کمی از آب ورودی به دریای خزر توسط رودخانه های کوچکی در سواحل ایران تامین می شود [۲]. در قسمت جنوبی دریای خزر رودخانه سفیدرود مهمترین رود ورودی به دریای خزر است. دریای خزر تحت تاثیر نوسانات اکولوژیک گسترده ای طی ۳۰ سال اخیر بوده است که سبب ورود آلودگی منابع آبی ورودی در بخش جنوبی دریای خزر به سموم کشاورزی، ارگانوکلره، مواد زائد صنعتی و خانگی شده است.

زئوپلانکتونها به عنوان یکی از بهترین معرف هایی هستند که جهت بررسی پیشینه و شرایط تغییرات زیست محیطی می توان استفاده نمود [۳]. اینها همچنین به عنوان غذای انتخابی بسیاری از ماهیان هستند و به این صورت نقش مهمی در ارتباط مراحل بالاتر زنجیره غذایی ایفا می نمایند [۴]. هرگونه تغییر در ترکیب جمعیتی این موجودات تاثیرات بالقوه ای بر روی جمعیت سایر آبزیان از جمله ماهیها که بخش عمده ای از سبد غذایی و چرخه اقتصادی جوامع ساکن در نواحی ساحلی را تشکیل می دهد، می گذارد. زئوپلانکتون ها در چرخه غذایی پلاژیک نقش مهمی در انتقال انرژی بین تولید کنندگان اولیه و ماهیان پلاژیک ایفا می نمایند [۵]. مطالعات زئوپلانکتونها طی سالهای ۳۵-۱۹۳۴ برای نخستین بار روی زئوپلانکتونهای خزر شمالی در اعماق مختلف دریا در فصل تابستان انجام گرفت و از سال ۱۹۳۸ بررسی و مطالعه وضعیت

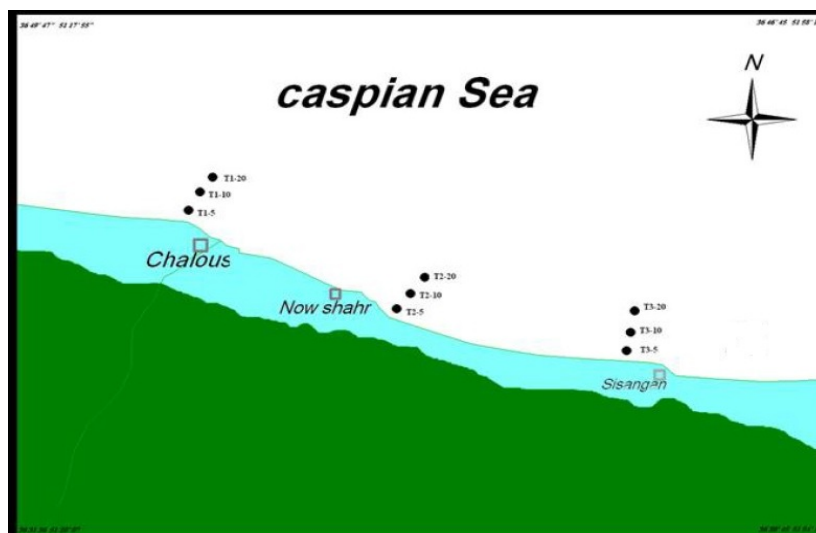
پلانکتونها شروع شد و همه ساله در خزر شمالی و بطور نامنظم در خزر میانی و جنوبی انجام گرفت (روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۲). [۶]

سواحل جنوبی دریای خزر (سواحل ایران) بطور پراکنده در سال ۱۳۵۷ توسط یک گروه از کشور شوروی سابق با همکاری سازمان حفاظت محیط زیست مورد بررسی قرار گرفت (هوفپیان، ۱۳۵۷). طرح هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوضه جنوبی دریای خزر از سال ۱۳۷۰ با اهداف مختلف از جمله بر روی زئوپلانکتونها در این حوضه آغاز گردید.

براین اساس مطالعه حاضر جهت بررسی پراکنش و فراوانی زئوپلانکتون ها در بخش جنوبی دریای خزر در منطقه نوشهر و چالوس انجام گرفت. با توجه به وجود بندر نوشهر که یکی از بنادر مهم کشتیرانی در حوضه جنوبی دریای خزر می باشد و سالانه کشتیهای بسیاری از سایر مناطق شمالی دریا و نیز دریاچه های همجوار به این منطقه وارد می شوند، احتمال ورود گونه های جدید و مهاجم توسط آب توازن کشتیها بسیار محتمل است. با توجه به تاثیر ورود گونه های جدید و مهاجم بر روی زنجیره غذایی اکوسیستم، بررسی تنوع و فراوانی زئوپلانکتونها در این ناحیه ضروری به نظر می رسد.

## روش انجام کار

مطالعه زئوپلانکتونهای حوضه جنوبی دریای خزر در محدوده (نوشهر و چالوس) طی دو فصل پاییز و زمستان ( آبان ماه و اسفند ماه ۱۳۹۲) در ۳ نیم خط عمود بر ساحل شامل عمقهای (۵ - ۱۰ و ۲۰ متر) انجام گرفت (شکل ۱). نمونه برداری بصورت تورکشی عمودی، توسط تور پلانکتون گیر با چشمه ۱۰۰ میکرون انجام شد. تور کشی در اعماق ۵ و ۱۰ متر یک بار و در عمق ۲۰ متر، دو بار انجام گرفت. پس از بالا آوردن تور، با پاشیدن آب از لایه بیرونی تور به سمت داخل، نمونه ها در انتهای تور جمع گردیدند. سپس نمونه های هر ایستگاه در ظروف شیشه ای با فرمالین ۴٪ تثبیت شدند [۷]. پس از انتقال به آزمایشگاه، نمونه ها جهت شمارش زئوپلانکتون ها توسط پیپت روی ظرف شمارش بوگاروف قرار گرفتند [۸] و در زیر میکروسکوپ شمارش و شناسایی شدند. تعداد هر گونه زئوپلانکتون بر حسب فرد در متر مکعب ( $\text{ind.M}^{-3}$ ) محاسبه گردید.



شکل ۱. ایستگاه های نمونه برداری در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه چالوس و نوشهر)

در خلال نمونه برداریها، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب دریا شامل: دما- شوری- pH- اکسیژن محلول با استفاده از دستگاه (Hach, HQ 40d) اندازه گیری شدند.

محاسبات آماری:

شاخصهای تنوع و تشابه در ایستگاههای نمونه برداری با استفاده از نرم افزار Past محاسبه گردیدند. مقایسه میانگین شاخص تنوع شانون و غنای گونه ای مارگالف در بین ایستگاههای مختلف و نیز مقایسه فراوانی زئوپلانکتونها در هر یک از ایستگاههای نمونه برداری توسط نرم افزار (Spss ver 16) مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون آماری (Tukey) استفاده گردید.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل اندازه گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب دریای خزر در هریک از ایستگاه های مورد نظر در دو فصل پاییز و زمستان در جدول ۱ نشان داده شده است.

براساس مطالعه صورت گرفته طی دو فصل پاییز و زمستان، در مجموع ۸ گروه زئوپلانکتونی در ایستگاههای نمونه برداری شده شناسایی شد. فراوانی زئوپلانکتونهای شناسایی شده در هر یک از ایستگاههای نمونه برداری در فصول پاییز و زمستان در (جدول ۲) نشان داده شده است.

جهت شناسایی گروههای زئوپلانکتونی از اطلس بیمهرگان دریای خزر و نیز اطلس زئوپلانکتونهای دریای بالتیک استفاده شد. پس از شمارش و شناسایی نمونه ها، شاخص تنوع گونه ای شانون و نیز شاخصهای یکنواختی گونه ای شانون- وینر و سیمپسون و همچنین شاخص غنای گونه ای مارگالف برای هر یک از ایستگاههای نمونه برداری محاسبه گردید.

به منظور بررسی میزان تشابه ایستگاهها، از شاخصهای تشابه (Jaccard) و (Kulczynski) استفاده شد (مشائی، ۱۳۸۲). همچنین جهت تعیین نوع پراکنش گروههای زئوپلانکتونی شناسایی شده فرمول زیر مورد استفاده قرار گرفت (محمدزاده و همکاران، ۱۳۸۸):

$$A = \frac{\text{var}}{\text{ave}}$$

A= شاخص پراکنش.

var= واریانس گروه زئوپلانکتونی شناسایی شده.

ave= میانگین فراوانی گروه زئوپلانکتونی شناسایی شده.

اگر شاخص پراکنش بزرگتر از میانگین فراوانی باشد (پراکنش لکه ای)، اگر شاخص پراکنش کوچکتر از میانگین فراوانی باشد (پراکنش یکنواخت) و اگر شاخص پراکنش برابر میانگین فراوانی باشد (پراکنش تصادفی) می باشد.

جدول ۱- مقادیر اندازه گیری شده فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب دریای خزر

پاییز	pH	اکسیژن	شوری	دما
T <sub>1</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	۸,۵۹	۷,۸۵	۱۲,۳۴	۲۰,۴۳
T <sub>1</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	۸,۶۳	۷,۶۷	۱۲,۴۲	۲۰,۹
T <sub>1</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	۸,۶۹	۷,۹۳	۱۲,۶۱	۲۱,۰۴
T <sub>2</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	۸,۷	۸,۱۱	۱۲,۴	۱۹,۹۷
T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	۸,۶۴	۸,۲۷	۱۲,۳۵	۲۰,۰۹
T <sub>2</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	۸,۷۲	۷,۹۷	۱۲,۶۶	۲۰,۶۶
T <sub>3</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	۸,۷۹	۸,۲۹	۱۲,۷۳	۱۹,۹
T <sub>3</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	۸,۸	۸,۳۹	۱۲,۷۳	۱۹,۹
T <sub>3</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	۸,۸۱	۸,۳۳	۱۲,۶۸	۲۰,۲
زمستان				
T <sub>1</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	۸,۵۶	۱۰,۰۳	۱۱,۳۲	۱۱,۹
T <sub>1</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	۸,۵۷	۹,۳	۱۱,۵۸	۱۱,۵
T <sub>1</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	۸,۵۵	۹,۶۲	۱۱,۸۶	۱۱,۴
T <sub>2</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	۸,۶	۱۰,۰۵	۱۱,۹۳	۱۱,۳
T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	۸,۶	۹,۸	۱۲,۲۵	۱۱,۸
T <sub>2</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	۸,۵۵	۹,۳۹	۱۲,۳۷	۱۱
T <sub>3</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	۸,۵۹	۱۰,۰۵	۱۱,۹۱	۱۱,۹
T <sub>3</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	۸,۵۸	۹,۹۷	۱۲,۰۴	۱۱,۷
T <sub>3</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	۸,۵۵	۹,۲	۱۱,۸	۱۱,۵

جدول ۲. فراوانی (±SD) زئوپلانکتونها (Ind.M<sup>-3</sup>) در ایستگاههای نمونه برداری در فصول پاییز و زمستان

پاییز	A.t	N.a	N.d	Bra	Asp	N.b	Cyp.B	Lam.l
T <sub>1</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	10267±666	4433±306	-	6033±115	-	467±153	333±58	9333±379
T <sub>1</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	5089±379	2911±342	-	3264±238	-	243±104	200±67	4911±473
T <sub>1</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	5667±291	1911±269	177±78	2067±176	-	199±69	221±103	3488±314
T <sub>2</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	14394±1036	7272±243	300±87	1539±151	-	1389±297	822±225	6755±1084
T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	8600±300	2033±351	533±208	3933±611	-	367±58	733±230	11600±265
T <sub>2</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	6807±239	1861±173	250±83	2833±287	-	417±416	444±96	8000±221
T <sub>3</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	3633±208	5000±3466	-	5000±436	-	200±367	467±115	10733±462
T <sub>3</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	4722±1406	1156±407	203±5	5278±1579	-	200±322	227±64	9100±2081
T <sub>3</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	3206±476	1522±197	350±60	4689±665	-	417±322	-	8622±991
زمستان								
T <sub>1</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	4700±450	3650±180	-	-	2667±369	500±180	250±100	-
T <sub>1</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	2489±454	2689±482	-	-	3600±400	1177±278	266±67	-
T <sub>1</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	2044±269	3000±467	-	-	5800±702	333±176	378±204	-
T <sub>2</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	8945±1209	7361±502	-	-	12639±293	1083±334	278±127	-
T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	3500±361	1250±265	-	-	2333±480	1000±400	283±76	-
T <sub>2</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	3000±406	2000±290	-	-	3245±367	1533±306	622±234	-
T <sub>3</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	11417±546	11945±115	-	-	14695±459	417±84	389±173	-
T <sub>3</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	6511±401	6689±492	-	-	9822±713	600±267	467±177	-
T <sub>3</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	5222±591	4194±316	-	-	7089±334	917±363	417±220	-

diversicolor - Bra: *Brachionus* sp. tonsa - N.a: Nauplius of *A.tonsa* - N.d: *Nereis* A.t: *Acartia* Asp: *Asplanchna* sp. - N.b: Nauplius of *Balanus* sp. - Cyp.B: Cypris of *Balanus* sp. - Lam.l: Lamellibranch larvae

همکاران در سال ۲۰۱۲ مطالعه مشابهی را انجام دادند و تنها ۱۴ گونه را در این منطقه مشاهده نمودند. در مطالعه انجام شده توسط (Bagheri et al., 2013) [۹]، ۱۲ گونه از هولوپلانکتونها در بخش جنوب غربی دریای خزر مشاهده گردید. تنوع و ترکیب زئوپلانکتونها در بخش جنوب غربی دریای خزر توسط (Bagheri et al., 2013) بررسی گردید و بر این اساس ۲۶ گونه زئوپلانکتون شناسایی شد. با این حال، در مطالعه انجام شده توسط روشن طبری و همکاران در سال (۱۳۸۲) در بخش جنوبی دریای خزر ۵۵ گونه زئوپلانکتون شناسایی گردید. بنابر این به نظر می رسد که در مطالعه حاضر کمترین تنوع زئوپلانکتونها مشاهده

بر این اساس، ترکیب گروه‌های زئوپلانکتونی موجود از نظر حضور و یا عدم حضور برخی از گونه‌ها در هر یک از دو فصل مورد نظر متفاوت است. در فصل پاییز ۷ گروه زئوپلانکتونی و در زمستان ۵ گروه زئوپلانکتونی شناسایی شدند. در مطالعه انجام شده بر روی تنوع و فراوانی فصلی زئوپلانکتونها در جنوب دریای خزر که توسط (Rowshantabari et al., 2014) [۶] انجام گرفت ۲۲ گونه زئوپلانکتوندر بخش جنوبی دریای خزر مشاهده گردید که شامل ۴ گونه از کوپه پوداها، ۹ روتیفر، ۲ پروتوزوا و ۷ کلاوسرا بود. بیشترین تنوع مربوط به روتیفرها و پس از آن کلاوسرا بود. همچنین روشن طبری و

ایستگاه T<sub>2</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub> دارای اختلاف معنی دار با اکثر ایستگاههای نمونه برداری بود. فراوانی *N. diversicolor* نیز در تعدادی از ایستگاهها نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بود. همچنین فراوانی مراحل لاروی *Balanus sp.* (Nauplius و Cypris) بین ایستگاههای مختلف دارای اختلاف معنی دار می باشد.

با این وجود که بین برخی از ایستگاهها نیز هیچ گونه اختلاف معنی داری از نظر فراوانی زئوپلانکتونها مشاهده نگردید ( $P>0.05$ ).

در فصل زمستان فراوانی پاروپای *A. tonsa* در دو ایستگاه (T<sub>2</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub> - T<sub>3</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub>) دارای اختلاف معنی دار با همه ایستگاه های دیگر بود. همچنین، فراوانی مرحله لاروی آن (Nauplius of *A. tonsa*) نیز در ایستگاه (T<sub>3</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub>) دارای اختلاف معنی دار با همه ایستگاه ها بود. فراوانی گونه گردانتن *Asplanchna sp.* در برخی از ایستگاه ها دارای اختلاف معنی دار با سایر ایستگاه ها بود، اما فراوانی این گونه در چهار ایستگاه دارای اختلاف معنی دار با سایر ایستگاه های دیگر بود (T<sub>1</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub> - T<sub>2</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub> - T<sub>3</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub> - T<sub>3</sub>S<sub>2</sub>D<sub>10</sub>). همچنین بین برخی از ایستگاه ها اختلاف معنی دار از نظر فراوانی مرحله لاروی *Nauplius of Balanus sp.* مشاهده گردید. اما فراوانی دیگر مرحله لاروی این سخت پوستان (*Cypris of Balanus sp.*) در هیچ یک از ایستگاه ها اختلاف معنی داری را نشان نداد ( $P>0.05$ ).

در بین گروههای زئوپلانکتونی شناسایی شده در پاییز، لارو دوکفه ایها (Lamellibranch larvae) دارای بیشترین فراوانی در کل ایستگاهها بود (۲۶۲۷±۸۰۶۰ فرد در متر مکعب) (۳۵ درصد کل زئوپلانکتون ها). پس از آن گونه (*A. tonsa*) قرار داشت با فراوانی (۳۶۱۰±۶۹۳۲ فرد در متر مکعب) (۳۰ درصد کل زئوپلانکتون ها). کمترین فراوانی نیز متعلق به کرم پرتار (*N. diversicolor*) با فراوانی (۱۸۲±۲۹۹ فرد در متر مکعب) (۱ درصد کل زئوپلانکتون ها) بود (شکل ۲). اما در فصل زمستان بیشترین فراوانی در بین گروههای زئوپلانکتونی متعلق به گونه روتیفر (*Asplanchna sp.*) (۳۱۵۴±۶۸۷۷ فرد در متر مکعب) بود که ۳۸ درصد از فراوانی کل زئوپلانکتونهای شناسایی شده در این فصل را شامل می گردد. در مطالعه صورت گرفته بر روی پراکنش گروه های مختلف پلانکتونی در اعماق مختلف بخش جنوبی دریای خزر توسط (روشن طبری و همکاران، ۱۳۹۲) چنین روندی در فصل زمستان مشاهده گردید. رشد و تکثیر روتیفرها در درجه حرارت کم انجام می گیرد، به همین دلیل در فصل پاییز با کاهش دما جمعیت آنها افزایش میابد که تا فصل بهار ادامه دارد، ولی در فصل زمستان به حداکثر میزان خود می رسد (روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۶). کمترین فراوانی نیز به مرحله لاروی بارناکل (*Cypris of Balanus sp.*) با

شده است. به نظر می رسد که تنوع زئوپلانکتونها پس از هجوم شانه دار (*M. leidy*) کاهش یافته است و همچنان روند کاهشی آن ادامه دارد. مطالعات مشابهی توسط (روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۶: Roohi et al., 2010. Hosseini et al., 2011) [۶، ۱۰] انجام شد. آنها به روشنی بیان نمودند که تنوع زئوپلانکتونها پس از هجوم شانه دار در اواخر دهه ۸۰ میلادی به دریای خزر بطور قابل ملاحظه ای کاهش یافته است. *M. leidy* یک شکارچی فعال بوده و از زئوپلانکتونها و لارو ماهیان تغذیه می نماید و اگر جمعیت آن بطور غیر معمول افزایش یابد باعث کاهش شدید در زیتوده زئوپلانکتونها می گردد (Mayer, 1912; Herman et al., 1968: روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۶). [۶، ۱۱، ۱۲] همچنین گونه های مهاجم بر روی حضور یا عدم حضور برخی از زئوپلانکتونها در اکوسیستم تاثیر گذار می باشند. بنابراین، حضور برخی از گونه ها بشدت تحت تاثیر نوسانات زیتوده و فراوانی این شانه دار مهاجم (*M. leidy*) قرار دارد (Shiganova et al., 2001). [۱۳]

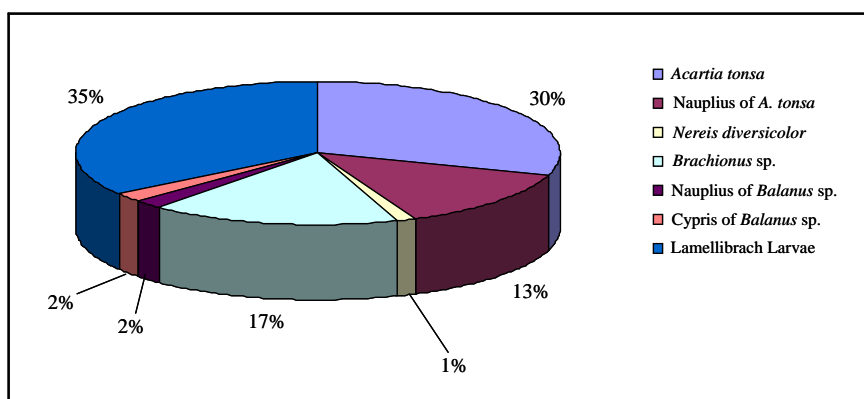
در فصل زمستان لارو دوکفه ایها و کرم پرتار *N. diversicolor* مشاهده نشدند. همچنین گونه روتیفر (*Brachionus sp.*) جای خود را به دیگر عضو این شاخه (*Asplanchna sp.*) داد. در واقع تنوع زئوپلانکتونها با شروع فصل زمستان کاهش یافت.

در فصل پاییز، گونه پاروپای (*A. tonsa*) دارای بیشترین فراوانی در ایستگاه (T<sub>2</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub>) بود (۱۰۳۶±۱۴۹۳۴). در حالیکه در فصل زمستان گونه (*Asplanchna sp.*) از شاخه گردان تنان (*Rotifera*) دارای بیشترین فراوانی بود (۴۵۹±۱۴۶۹۵). کمترین فراوانی در پاییز متعلق به کرم پرتار (*N. diversicolor*) در ایستگاه (T<sub>1</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub>) بود (۱۷۸±۱۷۸). در زمستان مرحله لاروی بارناکل (*Cypris of Balanus sp.*) در ایستگاه (T<sub>1</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub>) دارای کمترین فراوانی بود (۱۰۰±۲۵۰).

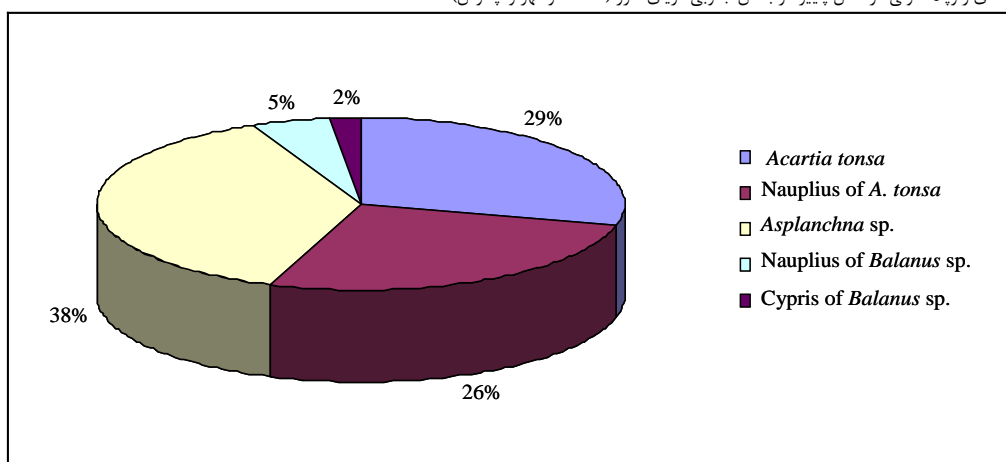
بطور کلی در دو فصل پاییز و زمستان ایستگاه های ۵ متر دارای بیشترین تراکم زئوپلانکتون ها در تمامی ترانسکت های مورد مطالعه بودند. این روند در مطالعه انجام شده توسط (روشن طبری و همکاران، ۱۳۹۲) [۶] تحت عنوان پراکنش گروه های مختلف زئوپلانکتونی در اعماق مختلف حوضه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۷، نیز مشاهده گردید.

مقایسه فراوانی هریک از گروههای زئوپلانکتونی در فصل پاییز، در ایستگاههای مختلف با استفاده از آزمون آماری (Tukey) نشان داد که اختلاف معنی دار ( $P<0.05$ ) بین فراوانی زئوپلانکتون ها در ایستگاههای مختلف وجود دارد. فراوانی (*Brachionus - A. tonsa sp.* و Lamellibranch larvae) اکثر ایستگاهها دارای اختلاف معنی دار بود ( $P<0.05$ ). فراوانی *Nauplius of A. tonsa* در برخی ایستگاهها دارای اختلاف معنی دار با یک یا دو ایستگاه دیگر بود، اما در

فراوانی (۱۲۱±۳۷۲ فرد در متر مکعب) (۲ درصد از کل زئوپلانکتونهای شناسایی شده) تعلق داشت (شکل ۳).



شکل ۲- درصد فراوانی گروه های زئوپلانکتونی در فصل پاییز در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه نوشهر و چالوس).



شکل ۳- درصد فراوانی گروه های زئوپلانکتونی در فصل زمستان در بخش جنوبی دریای خزر (منطقه نوشهر و چالوس).

در فصل پاییز مقدار شاخص تنوع شانون در ایستگاههای مختلف بین (۱/۴۵ تا ۱/۳۵) متغیر بود. بیشترین آن در ایستگاههای (T<sub>1</sub>S<sub>2</sub>D<sub>10</sub>) و (T<sub>1</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub>) و کمترین مقدار آن در ایستگاههای (T<sub>3</sub>S<sub>2</sub>D<sub>10</sub>) و (T<sub>3</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub>) مشاهده گردید.

نوع پراکنش هر یک از گروههای زئوپلانکتونی در ایستگاههای نمونه برداری در (جدول ۳) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده میگردد، در هر دو فصل پاییز و زمستان، تمامی گروههای زئوپلانکتونی شناسایی شده دارای پراکنش یکنواخت می باشند. شاخصهای تنوع و غنای گونه ای محاسبه شده برای ایستگاههای مورد بررسی در فصول پاییز و زمستان در (جدول ۴) نشان داده شده اند.

جدول ۳- نوع پراکنش گروههای زئوپلانکتونی شناسایی شده در فصول پاییز و زمستان در حوضه جنوبی دریای خزر (منطقه نوشهر و چالوس).

نوع پراکنش	شاخص پراکنش	میانگین فراوانی	گروه زئوپلانکتونی
یکنواخت	1781	6932±3514	<i>tonsa Acartia</i>
یکنواخت	1539	3122±2192	Nauplius of <i>A. tonsa</i>
یکنواخت	76	299±152	<i>Nereis diversicolor</i>
یکنواخت	636	3848±1564	<i>Brachionus</i> sp.
یکنواخت	302	455±371	Nauplius of <i>Balanus</i> sp.
یکنواخت	144	435±251	Cypris of <i>Balanus</i> sp.
یکنواخت	860	8060±2633	Lamellibrach larvae
زمستان			
یکنواخت	1872	5314±3154	<i>tonsa Acartia</i>
یکنواخت	2393	4753±3372	Nauplius of <i>A. tonsa</i>
یکنواخت	3026	6877±4562	sp. <i>Asplanchna</i>
یکنواخت	192	840±379	Nauplius of <i>Balanus</i> sp.
یکنواخت	39	372±121	Cypris of <i>Balanus</i> sp.



جدول ۴. میانگین شاخصهای تنوع زیستی زئوپلانکتونها در فصول پاییز و زمستان در حوضه جنوبی دریای خزر (منطقه نوشهر - چالوس).

ایستگاه	سیمپسون	یکنواختی غنای گونه ای سیمپسون	شانون-وینر	یکنواختی تنوع گونه ای شانون-وینر	مارگالف
پاییز					
T <sub>1</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	0.26	0.83	1.43	0.98	0.48
T <sub>1</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	0.24	0.77	1.45	1	0.51
T <sub>1</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	0.27	0.87	1.45	1	0.62
T <sub>2</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	0.29	0.93	1.43	0.98	0.57
T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	0.29	0.93	1.41	0.97	0.58
T <sub>2</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	0.28	0.90	1.43	0.98	0.60
T <sub>3</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	0.29	0.93	1.39	0.95	0.48
T <sub>3</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	0.30	0.96	1.35	0.93	0.60
T <sub>3</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	0.31	1	1.35	0.93	0.50
زمستان					
T <sub>1</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	0.3	0.86	1.28	0.86	0.42
T <sub>1</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	0.26	0.74	1.40	0.94	0.43
T <sub>1</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	0.35	1	1.21	0.81	0.42
T <sub>2</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	0.32	0.91	1.23	0.82	0.38
T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	0.29	0.83	1.37	0.92	0.44
T <sub>2</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	0.24	0.68	1.49	1	0.43
T <sub>3</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	0.32	0.91	1.18	0.79	0.37
T <sub>3</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	0.31	0.88	1.24	0.83	0.39
T <sub>3</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	0.30	0.86	1.30	0.87	0.40

جدول ۵. درصد تشابه کیفی جاکارد بین ایستگاههای مختلف از نظر گروه های زئوپلانکتونی شناسایی شده در فصل پاییز.

Stations	T <sub>3</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	T <sub>3</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	T <sub>3</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	T <sub>2</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	T <sub>2</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	T <sub>1</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	T <sub>1</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>
T <sub>1</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	71.4	85.7	100	85.7	85.7	85.7	85.7	100
T <sub>1</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	71.4	85.7	100	85.7	85.7	85.7	85.7	
T <sub>1</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	85.7	100	85.7	100	100	100		
T <sub>2</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	85.7	100	85.7	100	100			
T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	85.7	100	85.7	100				
T <sub>2</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	85.7	100	85.7					
T <sub>3</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	71.4	85.7						
T <sub>3</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	85.7							

جدول ۶. درصد تشابه کمی کولزینسکی بین ایستگاههای مختلف از نظر گروه های زئوپلانکتونی شناسایی شده در فصل پاییز.

Station	T <sub>3</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	T <sub>3</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	T <sub>3</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	T <sub>2</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	T <sub>2</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	T <sub>1</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	T <sub>1</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>
T <sub>1</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	83.3	92.8	100	92.8	92.8	92.8	92.8	100
T <sub>1</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	83.3	92.8	100	92.8	92.8	92.8	92.8	
T <sub>1</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	92.8	100	92.8	100	100	100		
T <sub>2</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	92.8	100	92.8	100	100			
T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	92.8	100	92.8	100				
T <sub>2</sub> S <sub>3</sub> D <sub>20</sub>	92.8	100	92.8					
T <sub>3</sub> S <sub>1</sub> D <sub>5</sub>	83.3	92.8						
T <sub>3</sub> S <sub>2</sub> D <sub>10</sub>	92.8							

فصل پاییز در تمامی ایستگاه ها از مقادیر این شاخص در فصل زمستان بیشتر بود.

بیشترین مقدار شاخص تنوع گونه ای سیمپسون در فصل پاییز در ایستگاه (T<sub>3</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub>) (۰/۳۱) و کمترین مقدار آن در ایستگاه (T<sub>1</sub>S<sub>2</sub>D<sub>10</sub>) (۰/۲۴) مشاهده گردید. اما در فصل زمستان بیشترین مقدار این شاخص در ایستگاه (T<sub>1</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub>) (۰/۳۵) و کمترین آن در ایستگاه (T<sub>2</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub>) (۰/۲۴) مشاهده شد. مقایسه مقادیر این شاخص در فصول پاییز و زمستان نشان داد که، مقدار شاخص تنوع گونه ای سیمپسون در اکثر ایستگاهها در فصل زمستان بیشتر از فصل پاییز است. تنها در دو ایستگاه (T<sub>2</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub> و T<sub>3</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub>) مقادیر این شاخص در فصل پاییز بیشتر از زمستان بود.

در فصل زمستان تغییرات شاخص تنوع شانون بین (۱/۱۸ تا ۱/۴۹) است. بیشترین مقدار آن در ایستگاه (T<sub>2</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub>) و کمترین آن در ایستگاه (T<sub>3</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub>) مشاهده گردید. مقادیر شاخص تنوع شانون در فصل پاییز در تمامی ایستگاهها به جز (T<sub>2</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub>) از مقادیر محاسبه شده برای این شاخص در فصل زمستان بیشتر است.

مقدار شاخص یکنواختی تنوع گونه ای (شانون-وینر) در فصل پاییز بین (۱ تا ۰/۹۳) و در فصل زمستان بین (۱ تا ۰/۷۹) متغیر بود.

در فصل پاییز بیشترین مقدار شاخص غنای گونه ای مارگالف در ایستگاه (T<sub>1</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub>) (۰/۶۳) و کمترین آن در ایستگاههای (T<sub>3</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub> و T<sub>1</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub>) (۰/۴۸) مشاهده گردید. در فصل زمستان بیشترین مقدار این شاخص در ایستگاه (T<sub>2</sub>S<sub>2</sub>D<sub>10</sub>) (۰/۴۴) و کمترین آن در ایستگاه (T<sub>3</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub>) (۰/۳۷) مشاهده شد. همچنین مقادیر شاخص غنای گونه ای مارگالف در



دارای تشابه کیفی یکسان بودند و میزان شاخص تشابه جاکارد در تمامی ایستگاهها ۱۰۰٪ بود.

میزان تشابه کمی براساس شاخص کولزینسکی در فصل پاییز بین ایستگاه های مختلف از (۱۰۰٪ تا ۸۳/۳) متغیر بود (جدول ۶). سه ایستگاه (T<sub>1</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub> و T<sub>1</sub>S<sub>2</sub>D<sub>10</sub> - T<sub>3</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub>) و نیز ایستگاه های (T<sub>2</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub> و T<sub>2</sub>S<sub>2</sub>D<sub>10</sub> - T<sub>2</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub> - T<sub>1</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub>) از نظر شاخص کولزینسکی دارای تشابه کمی یکسان بودند. تنها ایستگاه T<sub>3</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub> دارای شاخص تشابه کولزینسکی متفاوت از سایر ایستگاهها بود (شکل ۵). اما در فصل زمستان، تمامی ایستگاهها از نظر شاخص تشابه کمی کولزینسکی یکسان بودند. میزان این شاخص برای تمامی ایستگاهها ۱۰۰٪ بود.

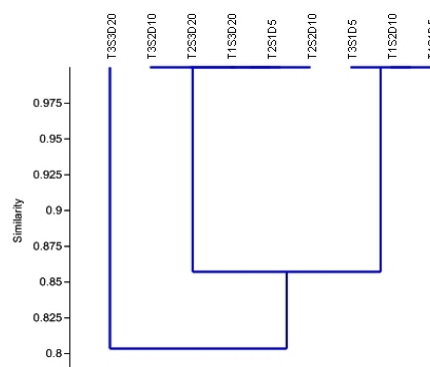
### نتیجه گیری

بر اساس نتایج بدست آمده و نیز سایر مطالعات انجام گرفته در این زمینه می توان گفت که طی سالهای اخیر تغییرات گسترده ای در شبکه غذایی اکوسیستم ساحلی بخش جنوبی دریای خزر ایجاد شده که می توان به کاهش زیتوده و فراوانی زئوپلانکتونها و تغییر در ترکیب گونه های موجود، تغییر در فراوانی و ترکیب گونه ای فیتوپلانکتونها و نیز تغییر در سطوح بالاتر شبکه غذایی مانند کاهش ذخایر ماهیان کیلکا اشاره کرد (Roohi et al., 2010; Fazli, 2011; Nsrollahzadeh et al., 2008 [۱۵, ۱۴, ۱۰]). نتایج بدست آمده نشان می دهند که در مناطق ساحلی تراکم و زیتوده زئوپلانکتونها بیشتر بوده و این مناطق دارای اهمیت بیشتری در تغذیه ماهیان می باشند. از این رو با آگاهی از زئوپلانکتون ها در مکان های مختلف بخش جنوبی دریای خزر امکان برنامه ریزی های دقیقتری در ارتباط با سایر جنبه های این دریا وجود خواهد داشت. [۱۶]

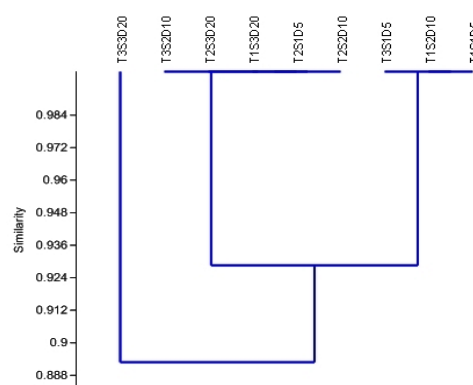
### References

1. Kostianoy AG, Kosarev AN. The Caspian Sea Environment. The Handbook of Environmental Chemistry. 2005;5. doi: 10.1007/b138238
2. Leonov AV, Nazarov NA. Nutrient Input into the Caspian Sea with River Runoff. Water Resource. 2001;28(6):656-65. doi: 10.1023/A:1012889930257
3. Sipkay CS, Kiss KT, Vadadi-Fulop CC, Hufnagel L. Trends in research on the possible effects of

همچنین شاخص یکنواختی غنای گونه ای سیمپسون در فصل پاییز بین (۱ تا ۰/۷۷) و در فصل زمستان بین (۱ تا ۰/۶۸) متغیر بود.



شکل ۴. دندوگرام تشابه ایستگاههای نمونه برداری بر اساس شاخص تشابه جاکارد در فصل پاییز.



شکل ۵- دندوگرام تشابه ایستگاههای نمونه برداری بر اساس شاخص تشابه کولزینسکی در فصل پاییز.

در فصل پاییز میزان تشابه کیفی بر اساس شاخص جاکارد بین ایستگاههای مختلف از (۱۰۰٪ تا ۷۱/۴) متغیر بود (جدول ۵). سه ایستگاه (T<sub>1</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub> و T<sub>1</sub>S<sub>2</sub>D<sub>10</sub> - T<sub>3</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub>) و همچنین ایستگاههای (T<sub>2</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub> و T<sub>2</sub>S<sub>2</sub>D<sub>10</sub> - T<sub>2</sub>S<sub>1</sub>D<sub>5</sub> - T<sub>1</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub>) دارای تشابه کیفی یکسان بودند. تنها ایستگاه T<sub>3</sub>S<sub>3</sub>D<sub>20</sub> از نظر شاخص تشابه جاکارد از سایر ایستگاهها متفاوت بود (شکل ۴). اما در فصل زمستان تمامی ایستگاهها

- climate change concerning aquatic ecosystems with special emphasis on the modeling approach. Appl Ecol Environ Res. 2009;7(2):171-98. doi: 10.15666/aeer/0702\_171198
4. Taylor AH, Allen JI, Clark PA. Extraction of a weak climatic signal by an ecosystem. Nature. 2002;416(6881):629-32. doi: 10.1038/416629a pmid: 11948350

5. Gowen N, O'Donovan M, Casey I, Rath M, Delaby L, Stakelum G. The effect of grass cultivars differing in heading date and ploidy on the performance and dry matter intake of spring calving dairy cows at pasture. *Animal Res.* 2003;52(4):321-36. doi: [10.1051/animres:2003025](https://doi.org/10.1051/animres:2003025)
6. Rowshantabari M, Fatemi SMR, Pourgholam R, Mousavi- Nadoushan R. Latest Diversity Trend and Seasonal Abundance of Population of Zooplankton (Holoplankton) Communities in the South Caspian Sea, Iran. *Iran J Fisheries Sci.* 2014;13(2):437-48.
7. Wetzel RG, Likens GE. *Limnological analysis* 3 ed. Springer-Verlag, New York 1991. 429 p.
8. Newell GE, Newell RC. *Marine plankton: a practical guide.* Hutchinson London. 1977. 244 p.
9. Bagheri S, Sabkara J, Mirzajani A, Khodaparast SH, Yosefzad E, Yeok FS. List of Zooplankton Taxa in the Caspian Sea Waters of Iran. *J Marine Biol.* 2013;134263. doi: [10.1155/2013/134263](https://doi.org/10.1155/2013/134263)
10. Roohi A, Kideys AE, Sajjadi A, Hashemian A, Pourgholam R, Fazli H, et al. Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. *Biological Invasion.* 2010;12:2343-61. doi: [10.1007/s10530-009-9648-4](https://doi.org/10.1007/s10530-009-9648-4)
11. Herman SS, Mihursky JA, McErlean AJ. Zooplankton and environmental characteristics of the Patuxent estuary. *Chesapeake Sci.* 1968;9:67-82. doi: [10.2307/1351248](https://doi.org/10.2307/1351248)
12. Mayer AG. *tenophores of the Atlantic Coast of North America.* Carnegie Institution of Washington. C. 1912;162:58. doi: [10.5962/bhl.title.5968](https://doi.org/10.5962/bhl.title.5968)
13. Shiganova T, Mirzoyan Z, Studenikina E, Volovik S, Siokou-Frangou I, Zervoudaki S, et al. Population development of the invader ctenophore *Mnemiopsis leidyi*, in the Black Sea and in other seas of the Mediterranean basin. *Marine Biol.* 2001;139:431-45. doi: [10.1007/s002270100554](https://doi.org/10.1007/s002270100554)
14. Fazli H. Some environmental factors effects on species composition, catch and CPUE of Kilka in the Caspian Sea. *Int J Natur Resource Marine Sci.* 2011;1:75-82.
15. Nasrollahzadeh HS, Din ZB, Foong SY, Makhloogh A. Trophic status of the Iranian Caspian Sea based on water quality parameters and phytoplankton diversity. *Continental Shelf Res.* 2008;28:1153-65. doi: [10.1016/j.csr.2008.02.015](https://doi.org/10.1016/j.csr.2008.02.015)
16. Bagheri S, Mashhor M, Wan Maznah WO, Negarestan H. Distribution of *Mnemiopsis leidyi* and zooplankton in the south-western Caspian Sea, 2008. International Offshore and polar engineering Conference. 20-25 June 2010. Beijing, China 2010.

## AUTHOR(S) BIOSKETCHES

**Reza Rahnama R.** Research Expert, Department of Biological Sciences, Institute of Marine Sciences, National Institute of Oceanography and Atmospheric Sciences, Iran.

✉ reza.rah@inio.ac.ir

**Hamzehpour, A.,** Research Expert, Department of Biological Sciences, Institute of Marine Sciences, National Institute of Oceanography and Atmospheric Sciences, Iran

✉ hamzehpour.ali@inio.ac.ir



## HOW TO CITE THIS ARTICLE

**Citation (Vancouver)** Rahnama R, Hamzehpour A. Study of Distribution and Abundance of Zooplankton in the Coastal Waters of the Southern Caspian Sea (Case Study: Chalous and Nowshahr Region). *J Oceanography*. 2022. 13(50): 96-106

 <http://doi.org/10.12345/joc.13.50.96>

 <http://joc.inio.ac.ir/article-1-1456-fa.html>

 <https://orcid.org/0000-0002-8311-5238>



## COPYRIGHTS

©2022 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.