

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



**عنوان :**

**پژوهش در تنوع گونه ها، چالشها و فرصتهای  
محیط زیستی و اقلیمی ماهیان خاویاری دریای خزر**

**مجری :**

**پژوهشکده علوم زمین**

**پژوهشگر مجری :**

**دکتر علیرضا واعظی**

- به مصداق «من لم يشكر المخلوق لم يشكر الخالق» مجری طرح خود را سپاسگزار همیاری و همکاری صمیمانه دکتر سید محمد مجابی، دکتر قربانعلی محمدپور، دکتر رضا شاهی فر و دکتر حورا کوچکیان می‌داند.

امید آنکه نوشتار پیش رو چون شمعی هرچند خرد و کوچک روشنگر راه آینده و مورد استفاده تمامی وام داران این مرز و بوم قرار گرفته و چشم اندازی نو از دانش را پیش روی دانش پژوهان و آینده سازان ایران عزیز بگشاید.

## چکیده

ماهیان خاویاری از گونه های ارزشمندی هستند که ذخایر آنها به دلایل متعدد از جمله صید بی رویه و غیرقانونی، تخریب زیستگاه و آلودگی به مرز نابودی رسیده است و تقریباً تمام گونه های خاویاری در لیست گونه های در معرض خطر انقراض قرار گرفته اند. در این بین تجزیه و تحلیل اثرات گرمایش جهانی بر روی دریای خزر و اکوسیستم های مرتبط با محیط زندگی ماهیان خاویاری بسیار ضروری می باشد.

بررسی پژوهش های معتبر در این مطالعه بیانگر این فرضیه است که با ادامه روند گرمایش جهانی سامانه مانسون در جنوب کشور تقویت یافته و با توجه به تاثیرات اثبات شده دیرینه اقلیمی این پدیده بر انتقال رو به شمال بادهای غرب وزان میانی و به تبع آن افزایش میزان بارش بر روی حوضه آبریز رودخانه ولگا به عنوان اصلی ترین تامین کننده آب دریای خزر، تراز آب دریای خزر افزایش خواهد یافت. همچنین وابستگی تراز آب خزر با فعالیت های خورشیدی نیز نشانگر افزایش آبی تراز آب است. به بیان دیگر بخش عمده ی حوضه ی آبریز دریای خزر در سرزمین اروپایی روسیه واقع است. پیش بینی دمای هوا و میزان بارندگی حاکی از افزایش بارش و افزایش دما در این بخش است. اما پیش بینی افزایش بارش روی حوضه ی ولگا و دیگر بخش های حوضه ی آبریز خزر (قفقاز، البرز و زاگرس) دارای دو روند کاملاً متضاد هستند. علی رغم کاهش بارش دیگر بخش ها، در در نهایت افزایش بارندگی در حوضه ی ولگا باعث افزایش آبدهی ولگا به حوضه ی خزر و به تبع آن افزایش تراز آب دریای خزر خواهد شد.

با افزایش تراز آب و کاهش شوری می توان شاهد تاثیرات مثبت در بهبود وضعیت ذخایر طبیعی و افزایش راندمان تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری بود. همچنین افزایش دما بر تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری به دلیل افزایش طول دوره دمایی مناسب برای پرورش و تغذیه ماهیان خاویاری تاثیر مثبت و در ذخایر بی تاثیر خواهد بود. البته در مقابل کاهش بارندگی در دیگر بخش های حوضه ی آبریز خزر سبب کاهش دبی رودخانه ها می گردد و تاثیر قایل توجهی بر کاهش ذخایر و کاهش راندمان تکثیر و پرورش این ماهیان ارزشمند خواهد داشت. همچنین افزایش اسیدیته، افزایش میزان وقوع بلوم های پلانکتونی و تغییر شدید جریان های دریایی تاثیرات منفی بر موارد مذکور خواهد گذاشت. البته باید توجه نمود که ورود آلاینده ها به منابع آبی، وقوع بلوهای پلانکتونی، ورود گونه های مهاجم و بسیاری از تغییرات دیگر، تأثیرات مخرب تغییرات آب و هوایی را تشدید می نماید. در راستای سازگاری با پیامدهای تغییر اقلیم، با اتخاذ تدابیر

مدیریتی و اجرائی ارائه شده در این پژوهش جهت حفاظت و بهره برداری پایدار از ذخایر باارزش خاویاری دریای خزر می‌توان اثرات منفی را تخفیف داد.

**کلمات کلیدی:** دریای خزر، ماهیان خاویاری، تغییر اقلیم، افزایش دما، سازگاری.

فصل اول.....	۱۲
۱ - کلیات.....	۱۲
۱ - ۱ - مقدمه.....	۱۲
۱ - ۲ - تعریف مساله.....	۱۴
۱ - ۳ - فرضیات.....	۱۵
۱ - ۴ - اهداف.....	۱۶
۱ - ۴ - ۱ - هدف کلی:	۱۶
۱ - ۴ - ۲ - هدف جزئی:	۱۶
۱ - ۵ - ضرورت اجرای طرح:	۱۷
۱ - ۶ - روش اجرا:	۱۷
۱ - ۷ - ساختار گزارش.....	۱۸
فصل دوم.....	۲۰
۲ - دریای خزر.....	۲۰
۲ - ۱ - نام های مختلف دریا.....	۲۰
۲ - ۱ - ۱ - دریای خزر.....	۲۰
۲ - ۱ - ۲ - دریای طبرستان.....	۲۱
۲ - ۱ - ۳ - دریای مازندران.....	۲۱
۲ - ۱ - ۴ - دریای هیرکان (گرگان).....	۲۲
۲ - ۱ - ۵ - دریای کاسپین (کاسپی).....	۲۲
۲ - ۲ - خصوصیات کلی دریای خزر.....	۲۳
۲ - ۲ - ۱ - شرایط جوی دریای خزر.....	۲۵
۲ - ۲ - ۱ - ۱ - میانگین دمای هوای سالانه دریای خزر.....	۲۵
۲ - ۲ - ۲ - منابع تأمین کننده آب دریای خزر.....	۲۶
۲ - ۳ - تقسیمات جغرافیایی و سیاسی دریای خزر.....	۲۷
۲ - ۳ - ۱ - تقسیم بندی دریای خزر براساس موقعیت جغرافیایی، ویژگی های ساختاری بستر و ساختارهای فیزیکی	۲۷
۲ - ۳ - ۱ - ۱ - خزر شمالی.....	۲۷
۲ - ۳ - ۱ - ۲ - خزر میانی.....	۲۸
۲ - ۳ - ۱ - ۳ - خزر جنوبی.....	۲۹
۲ - ۳ - ۲ - رژیم حقوقی و مناقشات بین المللی.....	۲۹
۲ - ۳ - ۲ - ۱ - تعدیل های تدریجی در دیپلماسی خزری ایران.....	۳۰
۲ - ۳ - ۲ - ۲ - رژیم کندومینیوم یا حاکمیت مشترک بر دریای خزر.....	۳۱

۳۱	۲-۳-۲-۳- تقسیم دریای خزر
۳۳	۲-۳-۲-۴- کنوانسیون رژیم حقوقی دریای خزر در قزاقستان
۳۴	۲-۴- زمین ساخت و پیدایش حوضه رسوبی خزر جنوبی
۳۶	۲-۵- ویژگی های سواحل دریای خزر
۳۸	۲-۵-۱- سواحل دلتایی دریای خزر
۳۹	۲-۵-۲- سواحل غیردلتایی دریای خزر
۳۹	۲-۶- ویژگی های سواحل ایرانی دریای خزر
۴۳	۲-۶-۱- ترکیب شیمیایی
۴۳	۲-۶-۲- رسوبات بستر
۴۳	۲-۷- اهمیت های اقتصادی دریای خزر
۴۴	۲-۷-۱- نفت و گاز دریای خزر
۴۶	۲-۷-۲- ذخایر ماهی و صیادی
۴۶	۲-۷-۳- خطوط کشتی رانی و حمل و نقل
۴۷	۲-۷-۴- گردشگری و توریسم
۴۷	۲-۸- برخی از خطراتی که اکوسیستم دریای خزر را تهدید می کند
۴۷	۲-۸-۱- آلودگی های نفتی و فاضلاب های خانگی، صنعتی و کشاورزی
۴۸	۲-۸-۲- کاهش شدید بسیاری از گونه های ماهیان دریای خزر
۴۹	۲-۸-۳- آثار اکوسیستم گردشگری ساحلی
۴۹	۲-۸-۴- زلزله و سونامی
۴۹	۲-۸-۵- دگرگونی های حجم و سطح آب دریا
۵۰	۲-۹- جمع بندی

## فصل سوم..... ۵۱

### ۳- گیاهان و جانوران دریای خزر و تنوع گونه های ماهیان خاویاری..... ۵۱

۵۱	۳-۱- مقدمه
۵۱	۳-۲- بررسی اجمالی گیاهان و جانوران دریای خزر
۵۲	۳-۲-۱- باکتری ها
۵۲	۳-۲-۲- مخمر ها
۵۲	۳-۲-۳- گیاهان عالی (ماکروفیت ها)
۵۲	۳-۲-۴- گیاهان پست
۵۳	۳-۲-۵- بی مهرگان
۵۳	۳-۲-۶- پرندگان
۵۴	۳-۲-۷- خزندگان
۵۴	۳-۲-۸- پستانداران
۵۵	۳-۲-۹- ماهیان دریای خزر
۵۵	۳-۳- تنوع گونه های ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر

- ۳ - ۴ - ماهیان خاویاری..... ۵۶
- ۳-۴-۱- تاس ماهی ایرانی..... ۵۷
- ۳-۴-۲- تاس ماهی شیپ..... ۵۸
- ۳-۴-۳- اوزون برون..... ۵۹
- ۳-۴-۴- فیل ماهی..... ۶۰
- ۳ - ۵ - جمع بندی..... ۶۱

## فصل چهارم..... ۶۲

### ۴ - وضعیت صید، ذخایر و تجارت ماهیان خاویاری..... ۶۲

- ۴ - ۱ - مقدمه..... ۶۲
- ۴ - ۲ - خاستگاه خاویار..... ۶۳
- ۴ - ۳ - صید ماهیان خاویاری و تاثیرات پیمان سایتس بر آن..... ۶۴
- ۴-۳-۱- تاریخچه صید ماهیان خاویاری..... ۶۴
- ۴-۳-۲- روند تغییرات صید ماهیان خاویاری در جهان و ایران..... ۶۵
- ۴-۳-۳- پیمان سایتس..... ۶۶
- ۴ - ۴ - وضعیت ذخایر ماهیان خاویاری و خاویار کشور..... ۶۸
- ۴-۴-۱- تکثیر، تولید و رهاسای بچه ماهیان خاویاری جهت بازسازی ذخائر دریای خزر..... ۶۹
- ۴-۴-۲- عوامل کاهش شدید ذخایر ماهیان خاویاری..... ۷۰
- ۴ - ۵ - صیدگاههای ایرانی ماهیان خاویاری..... ۷۱
- ۴ - ۶ - پرورش بازاری ماهیان خاویاری و تولید خاویار..... ۷۲
- ۴ - ۷ - تجارت خاویار..... ۷۴
- ۴ - ۸ - ارزش غذایی خاویار..... ۷۶
- ۴ - ۹ - نقش کرونا در تجارت خاویار..... ۷۶
- ۴ - ۱۰ - ابعاد حقوقی مدیریت جامع دریای خزر..... ۷۷
- ۴ - ۱۱ - پیشنهادات در زمینه حفاظت از ماهیان خاویاری وحشی و توسعه پرورش ماهیان خاویاری..... ۷۹
- ۴ - ۱۲ - جمع بندی..... ۸۰

## فصل پنجم..... ۸۲

### ۵ - بررسی اثرات تغییر اقلیم بر سواحل جنوبی دریای خزر و روشهای سازگاری با آن..... ۸۲

- ۵ - ۱ - مقدمه..... ۸۲
- ۵ - ۲ - نوسانات تراز آب دریای خزر..... ۸۳
- ۵-۲-۱- مقدمه..... ۸۳
- ۵-۲-۲- دلایل نوسانات تراز آب دریای خزر..... ۸۵
- ۵-۲-۲-۱- عوامل مؤثر در تغییر حجم آب..... ۸۵
- ۵-۲-۲-۲- عوامل تاثیر گذار بر حجم حوضه..... ۸۵
- ۵-۲-۲-۳- عوامل مؤثر بر بیلان آب حوضه خزر..... ۸۶



۸۸.....	۵-۲-۲-۴ عوامل مؤثر بر حرکت آب .....
۸۹.....	۵-۲-۳ تاریخچه ی نوسانات تراز آب دریای خزر.....
۹۳.....	۵-۲-۴ نوسانات تراز آب در دوره اندازه گیری های دستگاهی .....
۹۵.....	۵-۲-۵ دریایی تاثیر و تاثر محیطی اقلیمی دریای خزر در دوره اندازه گیری های دستگاهی .....
۹۸.....	۵-۲-۶ تبعات ناشی از افزایش سطح تراز آب دریای.....
۹۹.....	۵-۳-۳ اثر تغییر اقلیم بر نواحی ساحلی ایرانی دریای خزر.....
۹۹.....	۵-۳-۱ اثر کاهش بارش و افزایش دما .....
۱۰۰.....	۵-۳-۲ توسعه بیابان زایی .....
۱۰۰.....	۵-۳-۳ اختلال در فرآیندهای زیستی دهانه رودخانه‌ها.....
۱۰۱.....	۵-۳-۴ اثرات نوسان تراز آب دریای خزر.....
۱۰۱.....	۵-۳-۵ اثر نوسان تراز آب بر هیدروفیزیک ناحیه ساحلی .....
۱۰۱.....	۵-۳-۵-۱ موج .....
۱۰۲.....	۵-۳-۵-۲ شوری .....
۱۰۲.....	۵-۳-۶ تأثیر تغییرات تراز آب بر چرخه‌ی آب.....
۱۰۳.....	۵-۳-۷ اثر نوسان تراز آب بر هیدرووشیمی .....
۱۰۵.....	۵-۳-۸ اثر نوسان تراز آب بر خطوط ساحلی.....
۱۰۵.....	۵-۳-۸-۱ اثر نوسان تراز آب خزر بر بوم‌سامانه‌ها .....
۱۰۶.....	۵-۳-۸-۲ اثر افزایش تراز آب دریای خزر در بازفرآوری آلانده‌ها .....
۱۰۹.....	۵-۳-۹ یوتروفیکاسیون.....
۱۰۹.....	۵-۴-۴ روش‌های سازگاری با اثر تغییر اقلیم در سواحل خزر.....
۱۰۹.....	۵-۴-۱ مقدمه.....
۱۱۰.....	۵-۴-۲ راه‌کارهای ملی .....
۱۱۰.....	۵-۴-۲-۱ مدیریت منابع آب .....
۱۱۱.....	۵-۴-۲-۲ مدیریت خط ساحلی .....
۱۱۲.....	۵-۴-۲-۳ حفظ و بازسازی اکوسیستم‌های ساحلی- دریایی .....
۱۱۳.....	۵-۴-۲-۴ راه‌کارهای منطقه‌ای .....
۱۱۵.....	<b>فصل ششم.....</b>

۱۱۵.....	<b>۶- ارزیابی آسیب پذیری و سازگاری بخش شیلات نسبت به تغییر اقلیم.....</b>
۱۱۵.....	۶-۱-۱ مقدمه.....
۱۱۶.....	۶-۲-۱ ارزیابی آسیب‌پذیری ذخایر دریایی ناشی از تغییرات اقلیم.....
۱۱۷.....	۶-۲-۱-۱ شاخص‌های تأثیرگذار محیطی و زیستی بر آسیب پذیری ماهیان خاویاری.....
۱۱۸.....	۶-۲-۲-۱ ذخایر ماهیان خاویاری.....
۱۱۹.....	۶-۳-۳ آسیب پذیری آبی پروری.....
۱۲۰.....	۶-۳-۱-۱ آبی پروری ماهیان خاویاری.....
۱۲۱.....	۶-۳-۲-۱ آبی پروری در قفس .....

۴-۶ - طراحی پرسشنامه محقق ساخته و اخذ نظرات کارشناسان به منظور تعیین تاثیر پیامدها از دو معیار	
ذخائر و تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری.....	۱۲۱
۵-۶ - جمع بندی آسیب پذیری ذخایر و آبی پروری ماهیان خاویاری.....	۱۲۵
۶-۶ - سازگاری و انطباق پذیری در بخش شیلات.....	۱۲۸
۶-۶-۱- انطباق پذیری و سازگاری در فعالیتهای صیادی مرتبط با کاهش ذخایر آبیان.....	۱۲۹
۶-۶-۱-۱- ماهیان خاویاری.....	۱۳۱
۶-۶-۲- سازگاری و کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی در فعالیتهای آبی پروری.....	۱۳۲
۶-۶-۱-۲- آبی پروری ماهیان خاویاری.....	۱۳۴
۶-۶-۲-۲- آبی پروری پرورش در قفس.....	۱۳۵
۶-۶-۳- ظرفیت سازی و سیاست گذاری های سازگاری شیلات.....	۱۳۷
<b>منابع و مراجع.....</b>	<b>۱۳۹</b>
<b>پیوست.....</b>	<b>۱۴۴</b>

## فهرست اشکال

### صفحه

- شکل ۱-۲- نام دریای مازندران در نقشه ترسیمی (روزنامه پایتخت دی ماه ۱۲۸۹)..... ۲۲
- شکل ۲-۲- نقشه ایالت ورکانه شامل استان‌های گیلان، مازندران و گلستان (که شامل نواحی ای از ترکمنستان فعلی است) به انضمام دریای گرگان می‌باشد..... ۲۲
- شکل ۳-۲- نقشه دریای خزر در نقشه ایران در دوره افشاریه..... ۲۳
- شکل ۴-۲- تصویر ماهواره‌ای دریاچه خزر..... ۲۴
- شکل ۵-۲- کشورهای همسایه دریاچه خزر..... ۲۴
- شکل ۶-۲- نقشه دریای خزر..... ۲۸
- شکل ۷-۲- طبقه بندی سواحل ایرانی دریای خزر و نیمرخ های فلات قاره آن. ۱- منطقه آستارا-رضوانشهر؛ ۲- منطقه انزلی رودسر؛ ۳- منطقه رامسر-نور؛ ۴- منطقه نور-نکا؛ ۵- منطقه گلستان (جنوب خاوری)..... ۴۱
- شکل ۱-۳- پنج گونه از انواع ماهیانی خاویاری که در دریای خزر زیست میکنند..... ۵۷
- شکل ۱-۴- موارد مختلف استفاده از ماهیان خاویاری و خویار..... ۶۳
- شکل ۲-۴- روند تغییرات جهانی صید ماهیان خاویاری در جهان..... ۶۵
- شکل ۳-۴- روند تغییرات صید ماهیان خاویاری (تن) در ایران در سالهای ۱۳۹۷ تا ۱۳۷۹ (منبع : سالنامه آماری سازمان شیلات ایران)..... ۶۶
- شکل ۴-۴- تعداد بچه ماهی تولید شده در سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۷ (منبع : سالنامه آماری سازمان شیلات ایران)..... ۷۰
- شکل ۵-۴- نقشه تأسیسات و نواحی مختلف شیلاتی و محل صیدگاه های ماهیان خاویاری در سواحل ایرانی دریای خزر (انتشارات اداره کل تولید و بهره برداری ماهیان خاویاری، شیلات ایران، ۱۳۷۸)..... ۷۲
- شکل ۶-۴- ماهیان خاویاری پرورشی..... ۷۳
- شکل ۷-۴- روند صادرات خویار (حاصل از ماهیان وحشی تا سال ۲۰۱۰ و پرورشی از آن به بعد) بر حسب (تن) در سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۸ (منبع: سالنامه آماری شیلات ایران)..... ۷۴
- شکل ۸-۴- بسته بندی قوطی های دو کیلوگرم خویار حاصل از ماهیان خاویاری وحشی..... ۷۵
- شکل ۱-۵- فلات ایران از دیدگاه هواشناسی یکی از مناطق بسیار پویای جهان محسوب می‌شود که اقلیم آن را برآیند اندرکنش جبهه پرفشار سیبری، بادهای غربی مدیترانه‌ای و بادهای موسمی اقیانوس هند (مونسون) کنترل می‌کند (Gurjazkaite et al., 2018; Sharifi et al., 2015; Vaezi et al., 2019)..... ۸۳
- شکل ۲-۵- نوسان تراز آب دریای خزر طی دهه‌ها سال اخیر (اقتباس از Rychagov, 1997)..... ۹۳
- شکل ۳-۵- منحنی تغییرات شتاب نوسانی سطح تراز آب دریای خزر از ۱۸۳۵-۲۰۱۵ میلادی..... ۹۴

## فصل اول

### ۱ - کلیات

#### ۱-۱ - مقدمه

دریای خزر بزرگترین توده‌ی آبی محصور در خشکی است که به طور طبیعی با دریا‌های آزاد ارتباط ندارد. حوضه‌ی آبریز خزر از منطقه‌ی بیابانی خشک در جنوب‌خاور تا مناطق معتدل مرطوب در عرض‌های جغرافیایی بالا پراکنده است. به استثنای تبخیر، دریای خزر هیچگونه خروجی نداشته و عملاً گردش آب دریا در آن به کندی صورت می‌گیرد. بنابراین، دریای خزر دریای بسته‌ای است که سطح آب مختص به خود را، مستقل از سطح آب اقیانوس‌ها و آب‌های آزاد دارد. در طول قرن‌های متمادی، سطح آب دریای خزر متناسب با میزان ورودی آب از رودخانه ولگا، که این میزان هم تابعی از مقدار بارندگی در حوضه آبریز این رودخانه بوده است، تغییر یافته است. میزان این تغییرات تابعی از سیکل نوسانات و وضعیت جوی و آب و هوایی اقیانوس آتلانتیک شمالی می‌باشد، که در طول هزاران کیلومتر در شمال و غرب گسترده است. تمامی این عوامل، موجب آن گردیده است که دریای خزر به عنوان یک منطقه با ارزش جهت مطالعه اثرات تغییرات آب و هوایی مطرح باشد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

دریای خزر، طی قرون متمادی زیستگاه ماهیان با ارزش خاویاری بوده است، که تخم آنها به عنوان خاویار عمل‌آوری و شهرت جهانی دارد. در سال‌های اخیر، صید بی‌رویه و برخی مخاطرات دیگر، موجب آن شده که ذخایر ماهیان خاویاری به شدت در معرض خطر قرار گرفته، و سازمان‌ها و طرفداران زیست محیطی ممنوعیت صید ماهیان خاویاری را تا بهبود کامل ذخایر این ماهیان دنبال نمایند. فک دریای خزر، که بومی این دریا می‌باشد، یکی از گونه‌های نادر پستاندار آبی می‌باشد که در آب‌های بسته این دریا ادامه حیات داده است. همچنین، تعداد زیادی از انواع پرندگان مختص این دریا، گونه‌های مختلفی از انواع ماهیان، شامل ماهی سفید، ماهی کلمه، ماهی کفال، کپور، ماهی آزاد، و تعداد دیگری از ماهیان، که

عمده آنها در معرض آسیب‌پذیری و خطر قرار گرفته‌اند، منابع زنده این دریا را تشکیل می‌دهند. در مجموع، حدود ۱۶۵۰ گونه، شامل ۳۵۰ گونه فیتوپلانکتونی، ۳۱۵ گونه زئوپلانکتونی، ۸۵۵ گونه بنتیک، ۱۲۵ گونه ماهی، ۲ گونه خرچنگ و ۱ گونه پستاندار، منابع زنده این دریا را تشکیل می‌دهند (سالنامه‌های آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۸۵-۱۳۷۳).

بهره برداری از منابع آبی تحت نظارت و کنترل دولت قرار داشته و مقررات مربوطه بر اساس قانون توسط سازمان شیلات اعمال می‌گردد. بعلاوه، صید ماهیان خاویاری در انحصار دولت بوده و صید تجاری آن به منظور حفاظت از ذخایر این آبزیان از سال ۲۰۱۰ ممنوع گردیده و تنها با هدف تحقیقات و تهیه مولدین جهت تکثیر نیمه مصنوعی و رهاسازی بچه ماهیان جهت بازسازی ذخایر آنها، صید صورت می‌گیرد. در این میان، فعالیت‌های بهره‌برداری مربوط به ماهیان استخوانی و کیلکا ماهیان، توسط بخش غیردولتی صورت می‌گیرد. که به منظور حفاظت از منابع و ذخایر این آبزیان علاوه بر تولید و رها سازی میلیون‌ها قطعه انواع بچه ماهی به رودخانه‌ها، میزان تلاش صیادی با خرید مجوز صیادان و پرداخت پول به آنها جهت شروع فعالیت غیرصیادی، به شدت کاهش یافته است (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

با توجه به ورود منابع آلاینده مختلف به دریای خزر و تغییرات حاصل از فعالیت‌های انسانی، اکوسیستم دریای خزر طی قرن گذشته شاهد افت کیفی و کمی شدیدی بوده است. اطلاعات موجود نشانگر کاهش شدیدی در ذخایر آبزیان، به ویژه ماهیان خاویاری را پس از وقوع دو رخداد مهم نشان می‌دهد. اول ساخت سد بر روی رودخانه ولگا در سال ۱۹۵۲ که مانع از مهاجرت آبزیان به بالادست رودخانه جهت تخم‌ریزی و تولید مثل نمود. ساخت سدهای دیگر بر روی سایر رودخانه‌های کشورهای حاشیه دریای خزر تنها به رودخانه ولگا ختم نشده و در سایر رودخانه نیز سدهایی از این قبیل که به عنوان مانع بزرگی در برابر مهاجرت ماهیان محسوب می‌گردیدند، ساخته شد. دومین واقعه فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی در سال ۱۹۹۱ و هجوم مردم جمهوریهای تازه استقلال یافته به منابع دریا به دلیل فقر و گرسنگی و اقتصاد از هم پاشیده که بیش از یک دهه تداوم داشت. اما موضوع به همین جا ختم نشد و صید غیرمجاز و بیش از ظرفیت به یک رفتار عمومی در حاشیه این دریا تبدیل و همسو با آلاینده‌های صنعتی، نفتی، کشاورزی، شهری و بیولوژیک شرایط این دریا را به حد بحرانی نزدیک نمودند (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

کاهش ذخایر برخی از آبزیان در دو دهه اخیر به حدی بوده است که تعدادی از آنها در لیست قرمز سازمانهای بین المللی قرار گرفته اند. بدون تردید مهمترین این گونه‌ها، ذخایر ارزشمند ماهیان خاویاری هستند که به عنوان فسیل زنده دریای خزر شناخته میشوند و هم اکنون تمامی گونه‌های آن در لیست قرمز IUCN قرار گرفته و تجارت آنها بر اساس مقررات CITES ممنوع است (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

علاوه بر کاهش ذخایر آبزیان ارزشمندی مانند ماهیان خاویاری، رخدادها و پدیده‌های مختلفی، بصورت تخریب زیست محیطی شدید و تأثیرگذار، خود را نشان داده اند که در گذشته سابقه نداشته یا کم سابقه بوده اند. بطوریکه ورود شانه دار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* که پیش بینی میشود به دلیل تخلیه آب توازن کشتی‌ها به دریا صورت گرفته است (اولین بار در سال ۱۳۷۸ گزارش گردید)، زنجیره غذایی آبزیان را مختل و موجب کاهش شدید ذخیره برخی از گونه‌های آبزیان، به ویژه کیلکا گردیده و ضربه مهلکی بر پیکره و اکوسیستم دریای خزر وارد آورد. در این میان در شهریور سال ۱۳۸۴ اولین شکوفایی پلانکتونی دریای خزر که خود ناشی از دو عامل اصلی گرمای هوا و دمای بالای آب و وفور مواد آلی بود، بر اثر تراکم بالای جلبک *Nodularia* پدیدار و سطح وسیعی از دریای خزر را در بر گرفت، که این رخداد طبیعی در سالهای بعد نیز در اواسط و اواخر تابستان مشاهده گردید. این در حالی بود که دریای خزر برای میلیون‌ها سال به عنوان یک دریاچه الگوتروف شناخته شده و وقوع بوم پلانکتونی در آن یک پدیده نوظهور بود (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

## ۱ - ۲ - تعریف مساله

علی رغم وضعیت نامناسب ذخایر ماهیان خاویاری، امروزه تغییر اقلیم نیز فرصت‌ها و تهدیدات جدید دیگری را متوجه این ماهیان نموده است. تغییرات اقلیم و گرمایش کره زمین بر آب و هوای اقیانوس‌ها و دریاها، درجه حرارت آب به ویژه در لایه‌های سطحی، جریانهای دریایی و اقیانوسی، نوع و شدت امواج، سطح تراز آب دریاها و اقیانوسها، وضعیت سواحل، اسیدی شدن اقیانوسها، جذر و مد، لایه بندی آب و نهایتاً شرایط فیزیکی، شیمیایی و علی‌الخصوص وضعیت بیولوژیک و زیستی آنها به شدت اثرگذار بوده و در مجموع شرایط محیط‌های آبی را برای موجودات آن تغییر خواهد داد.

شناخت عوامل تأثیرگذار محیطی و زیستی بر ذخایر ماهیان خاویاری یکی از نکات کلیدی و اساسی در پیش بینی و برنامه ریزی جهت بهبود وضعیت آبی ذخایر و فعالیتهای شیلاتی مرتبط با این گونه ارزشمند است. می توان عوامل مؤثر ناشی از تغییرات اقلیم را بر زندگی آبزیان، در دو گروه تغییرات عوامل محیطی و تغییرات عوامل زیستی خلاصه نمود. این عوامل که به نوعی در این پژوهش به عنوان شاخص های بررسی وضعیت مورد نظر بکار گرفته شده اند، شامل تغییرات دما، شوری، بارش، سطح تراز آب دریا، جریان رودخانه ها، جریان های دریایی، تغییرات جغرافیایی محیط خشکی و تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیستی آب در محدوده ساحلی و خشکی (شامل تالابها، خلیج، خور، مصب و ...) اسیدی شدن دریا و اقیانوسها، وقوع بلومهای پلانکتونی، تغییر در وفور مواد غذایی، شرایط تغذیه ای آبزیان، حضور گونه های مهاجم، بروز بیماری ها و ناهنجاریهای رشد بیولوژیک و فیزیولوژیک آبزیان، هم افزایی اثرات منفی ورود آلاینده ها به منابع آبی با تغییرات آب و هوایی و نهایتاً، تأثیر تمامی عوامل یاد شده در رشد، بلوغ، تکثیر و ذخایر آبزیان و محیط زندگی آنها، خلاصه نمود.

### ۱ - ۳ - فرضیات

- ✓ افق ارزیابی تغییرات اقلیم آبی خزر سال های ۲۰۴۰ تا ۲۰۵۰ میلادی در نظر گرفته شده است.
- ✓ این پژوهش با فرض ادامه روند گرمایش جهانی به ارزیابی آسیب پذیری و سازگاری بخش شیلات (ماهیان خاویاری) پرداخته است.
- ✓ تغییرات تراز آب دریای خزر تنها متاثر از تغییرات اقلیم بررسی و تحلیل گردیده است. در واقع منافع راهبردی کشورهای همسایه مانند روسیه در کاهش یا افزایش تراز آب لحاظ نگردیده است.
- ✓ ذخائر و تکثیر و پرورش ماهیان ماهیان خاویاری دریای خزر نسبت به پیامدهای تغییرات اقلیم آسیب پذیر می باشند .

## ۱ - ۴ - اهداف

### ۱-۴-۱- هدف کلی:

- ✓ پژوهش در تنوع گونه‌ها، چالشها و فرصت‌های محیط زیستی و اقلیمی ماهیان خاویاری دریای خزر

### ۱-۴-۲- هدف جزئی:

- ✓ بررسی اجمالی خصوصیات کلی دریای خزر
- ✓ بررسی اجمالی ویژگی‌های سواحل ایرانی دریای خزر
- ✓ بررسی اجمالی منابع تأمین‌کننده آب دریای خزر
- ✓ بررسی اجمالی شرایط جوی دریای خزر
- ✓ بررسی اجمالی تقسیم بندی دریای خزر
- ✓ بررسی اجمالی اهمیت‌های اقتصادی دریای خزر
- ✓ بررسی اجمالی خطراتی که اکوسیستم دریای خزر را تهدید می‌کند
- ✓ بررسی اجمالی گیاهان و جانوران دریای خزر
- ✓ بررسی اجمالی ماهیان جنوبی دریای خزر
- ✓ بررسی اجمالی تنوع گونه‌های ماهیان خاویاری دریای خزر
- ✓ تحلیل روند صید ماهیان خاویاری در سواحل جنوبی دریای خزر
- ✓ تحلیل وضعیت گذشته و چالشها و فرصت‌های آینده ماهیان خاویاری
- ✓ بررسی و تحلیل تاریخچه تغییر اقلیم و نوسانات آب در حوضه خزر
- ✓ بررسی و تحلیل اثر تغییر اقلیم بر نواحی ساحلی ایرانی دریای خزر
- ✓ بررسی و تحلیل روش‌های سازگاری با اثر تغییر اقلیم در سواحل خزر



- ✓ ارزیابی و تحلیل تأثیرات احتمالی تغییرات اقلیم خزر بر بخش شیلات با تاکید بر ماهیان خاویاری
- ✓ ارزیابی آسیب‌پذیری و سازگاری بخش شیلات (ماهیان خاویاری) در مواجهه با تغییرات آتی اقلیمی خزر
- ✓ ارائه پیشنهادات راهبردی و کلانی در خصوص کاهش اثرات نامطلوب و سازگاری با تغییرات آتی اقلیمی خزر

## ۱ - ۵ - ضرورت اجرای طرح:

با توجه به اهمیت زیستی، اقتصادی و تاریخی ماهیان خاویاری، انجام بررسی های دقیق در خصوص وضعیت ذخایر و صید ماهیان خاویاری، استفاده بهینه از فرصتهای موجود در حفاظت و بهره برداری بلندمدت از ذخایر آنها و همچنین ارزیابی آسیب‌پذیری و سازگاری آنها در مواجهه با تغییرات آتی اقلیمی ضروری به نظر می‌رسد.

## ۱ - ۶ - روش اجرا:

مراحل انجام این پروژه به شرح ذیل است:

جمع‌آوری اطلاعات، گزارشات و مستندات موجود

فیش برداری و دسته بندی

آماده سازی پرسشنامه و اخذ نظرات نخبگان و کارشناسان بخش شیلات

تحلیل و جمع‌بندی

تنظیم گزارش نهایی

## ۱ - ۷ - ساختار گزارش

اهمیت دریای خزر علاوه بر مسائل استراتژیک و ذخایر عظیم نفتی به خاطر وجود گونه های با ارزش اقتصادی ماهیان خاویاری موجب موقعیت ممتاز و منحصر به فرد این دریا در جهان شده است. شناخت جامع و استراتژیک این پهنه آبی و فرصت ها و تهدیدهای موجود یک فاکتور اجتناب ناپذیر می نماید. در این راستا در این فصل تلاش شده خصوصیات کلی، تقسیمات جغرافیایی و سیاسی و رژیم حقوقی و مناقشات بین المللی این پهنه آبی مورد بررسی قرار گیرد. همچنین به موضوعات دیگری مانند زمین ساخت و پیدایش حوضه رسوبی خزر جنوبی، ویژگی های سواحل دریای خزر با تاکید بر سواحل ایرانی نیز در فصل دوم پرداخته شده است. اهمیت های اقتصادی و خطراتی که اکوسیستم دریای خزر را تهدید می کند نیز از دیگر موارد بررسی شده در فصل دوم می باشد.

در فصل سوم به بررسی اجمالی گیاهان و جانوران دریای خزر و تنوع گونه های ماهیان خاویاری پرداخته شده است. در این راستا پنج گونه تاس ماهی ایرانی یا قره برون، تاس ماهی روس یا چالباش، تاس ماهی شیپ (خاویار حاصل از این سه گونه آسترا نام دارد)، ازون برون یا دراکول (خاویار حاصل از آن سوروگا) و فیل ماهی (خاویار حاصله بلوگا) در سواحل ایرانی دریای خزر مورد بررسی دقیق قرار گرفت.

از آنجا که در طی دو دهه گذشته میزان صید ماهیان خاویاری و استحصال خاویار دریای خزر بیشترین روند نزولی را نسبت به سنوات گذشته داشته است، در فصل چهارم به بررسی میزان تولید و دلایل کاهش خاویار در دریای خزر پرداخته میشود. در این راستا وضعیت صید، ذخایر و تجارت ماهیان خاویاری مورد بررسی دقیق قرار گرفته است.

با توجه به اهمیت اثرات تغییر اقلیم بر ذخایر و فعالیت های شیلاتی مرتبط با ماهیان خاویاری در فصل پنجم به بررسی دقیق اثرات تغییر اقلیم بر دریای خزر پرداخته شده است. همچنین پیش بینی روند آتی بارش ها روی حوضه ی ولگا و دیگر بخش های حوضه ی آبریز خزر (قفقاز، البرز و زاگرس) دارای در این فصل مورد بررسی قرار گرفته است.

در فصل ششم به ارزیابی تأثیرات احتمالی تغییرات اقلیم بر بخش شیلات با تاکید بر ماهیان خاویاری و ارزیابی آسیب پذیری و سازگاری این بخش پرداخته شده است و سعی گردیده است

پیشنهادات راهبردی و کلانی در خصوص شناخت وضع موجود، آسیب پذیریها، کاهش اثرات نامطلوب و سازگاری با تغییرات آب و هوایی ارائه گردد.

## فصل دوم

### ۲ - دریای خزر

#### ۲ - ۱ - نام های مختلف دریا

در سال ۱۳۶۱ دولت نام دریای مازندران را نام رسمی اعلام کرد، ولی در بخشنامه دولتی سال ۱۳۸۱ نام رسمی دریای شمال ایران در مکاتبات فارسی دریای خزر و در مکاتبات انگلیسی دریای کاسپین (Caspian Sea) اعلام شد. ایرانیان از ۱۳۱۶ این دریا را مازندران می‌نامند. نام دریای مازندران و دریای خزر در ۵۰ سال گذشته در رسانه‌های گروهی ایران رایج بوده‌است. با این وجود، نام رسمی و بین‌المللی دریای شمال ایران در همه زبان‌ها کاسپین و معادل‌های آن است. همان‌گونه که در مورد بسیاری دیگر از عوارض جغرافیایی جهان رایج است برای این دریا نیز نام‌های متفاوتی در زمان‌های گوناگون استفاده شده‌است؛ ولی «دریای هیرکان» و «دریای کاسپی» از نظر تاریخی مطرح تر بوده‌است. واژه کاسپین، نمونه انگلیسی شده واژه کاسپی است. پسوند "an" در انتهای واژه انگلیسی Caspian یک افزونه انگلیسی است (احمدی پور و همکاران، ۱۳۸۴).

#### ۲-۱-۱- دریای خزر

در هیچ‌یک از نوشته‌های مؤلفان شرقی و غربی دوران پیش از اسلام، نامی از «خزر» برای دریای شمال ایران دیده نشده است. در نوشته‌های مؤلفین اسلامی، این دریا در کنار نامهای دیگر، خزر هم نامیده شده‌است. خزر برگرفته از نام قوم خزران است که به این دریاچه نسبت داده اند. این دودمان مابین این دریا و دریای سیاه سکونت داشتند و چندین بار ایران را از بخش رود کورا قفقاز مورد حمله قرار داده بودند که هر بار نیز به دست سپاه ساسانی به خارج از مرزهای ایران رانده می شدند. این قوم همواره با بیزانس بر ضد ایران هم‌پیمان بود. بنای استحکامات بزرگی چون شهر دربند در شمال قفقاز در

عهد ساسانیان، که برای جلوگیری از خزران صورت گرفت، هنوز پا برجاست. تا پیش از حمله عرب به قفقاز، در اسناد دیده نشده که این دریا را «دریای خزر» بنامند. اما این که خزران از ناحیه رود کورا قفقاز جنوبی را مورد حمله قرار می‌دادند، این تصور را در ذهن فاتحان عرب ایجاد کرد که دریای شمال ایران را دریای خزر بنامند. دریاهای سیاه و آزوف هم در روزگار فعالیت خانات خزر، خزر نامیده شده‌اند (احمدی پور و همکاران، ۱۳۸۴).

## ۲-۱-۲- دریای طبرستان

دریای طبرستان نام دیگری است که در منابع کهن آمده‌است. در اسنادی در مؤسسات تاریخ‌شناسی روسیه است آمده که نوجین زیس در قرن دوازدهم نوشته است که ایرانیان این دریا را قرن‌ها دریای طبرستان می‌خواندند، ولی چون واژه مازندران میان بومیان با طبرستان جایگزین گشته، آن را دریاچه مازندران می‌خوانند، علی‌رغم اینکه نام مازندران بسیار کهن است اما نام دریای مازندران برای اولین بار در دویست سال اخیر رایج شده‌است.

## ۲-۱-۳- دریای مازندران

ایرانیان از ۱۳۱۶ این دریا را مازندران می‌نامند. در هیچ یک از اسناد و کتاب‌های تاریخی چنین نامی برای این دریاچه وجود نداشته است. نام دریای مازندران و دریای خزر در ۵۰ سال گذشته در رسانه‌های گروهی ایران رایج بوده‌است. در سال ۱۳۶۱ دولت نام دریای مازندران را نام رسمی اعلام کرد. شاهزاده مسعود میرزا ظل‌السلطان ملقب به ظل‌السلطان که از شاهزادگان قاجار و بزرگترین پسر به سن بلوغ رسیده ناصر الدین شاه بود که در دوران جوانی مدتی حاکم مازندران بود. وی در خاطرات خود آورده‌است: وقتی در بلده در اردوی همایونی بودم، دستورالعملی به جناب بهاء‌الملک وزیر من و من مرحمت فرمودند که میانکاله را ضبط کرده قلعه‌ای بسازیم، و در او ساخلو بگذاریم. این میانکاله همان شبه جزیره آبسکون است که شرحش را نوشتیم. یکی از اسامی این دریای مازندران را دریای آبسکون نیز می‌گویند (ورجاوند، ۱۳۸۲).



شکل ۲-۱- نام دریای مازندران در نقشه ترسیمی (روزنامه پایتخت دی ماه ۱۲۸۹)

#### ۲-۱-۴- دریای هیرکان (گرگان)

دریای گرگان یا دریای ورکلنه یکی از دو نام این دریاچه بزرگ در عهد هخامنشیان و همچنین اشکانیان است که در واقع یک ساتراپی شهربانی یا در واقع استانداری امروزمین بوده است.



شکل ۲-۲- نقشه ایالت ورکلنه شامل استان‌های گیلان، مازندران و گلستان (که شامل نواحی ای از ترکمنستان فعلی است) به انضمام دریای گرگان می‌باشد.

#### ۲-۱-۵- دریای کاسپین (کاسپی)

نام اروپایی دریای شمال ایران است که ریشه آن به کاسپی‌ها (مردمان سفید پوست هزاره دوم پیش از میلاد) باز می‌گردد. کاسپین، صفت وصفی یا نسبتی در زبان‌های انگلیسی و فرانسوی است برای

«کاسپی» است. اگر بخواهیم به صورت مفرد با پسوند فارسی، آنرا تلفظ کنیم، به دلیل گرفتن «یای نسبت» باید «کاسپی» بگوییم و آوردن شکل کاسپین در فارسی نادرست است، همان گونه که بقیه کشورها این دریای را با پسوند خود بیان می کنند. نام دریای «کاسپی» در زبان یونانی Kaspia، لاتینی Mare Caspium و در آلمانی Caspisches see در انگلیسی Caspian Sea است (ورجاوند، ۱۳۸۲).



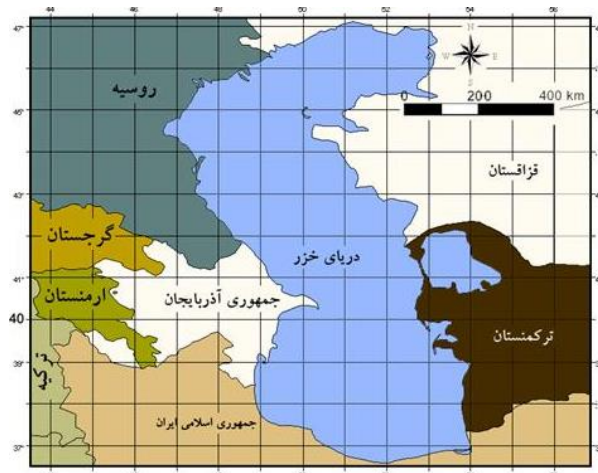
شکل ۲-۳- نقشه دریای خزر در نقشه ایران در دوره افشاریه

## ۲-۲- خصوصیات کلی دریای خزر

دریای خزر که گاهی در قالب بزرگترین دریاچه جهان و گاهی کوچکترین دریای خودکفای کره زمین طبقه بندی می شود، به عنوان بزرگترین حوضه ی آبی داخل خشکی در مرز قاره آسیا و اروپا واقع است (شکل ۲-۴ و شکل ۲-۵). از حدود ۴۴۰۰ کیلومتر خط ساحلی دریای خزر ۶۹۵ کیلومتر آن در روسیه، ۶۰۰ کیلومتر در جمهوری آذربایجان، ۸۲۰ کیلومتر در ایران، ۶۵۰ کیلومتر در ترکمنستان و ۱۶۰۰ کیلومتر در قزاقستان واقع است (درگاه پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی).



شکل ۲-۴- تصویر ماهواره‌ای دریاچه خزر



شکل ۲-۵- کشورهای همسایه دریاچه خزر

دریاچه خزر، بزرگترین دریاچه روی کره زمین با حدود ۴۰۰ هزار کیلومتر مربع مساحت می باشد (کیادخت احمدی، ۱۳۶۹). طول آن حدود ۱۰۳۰ تا ۱۲۰۰ کیلومتر و عرض آن بین ۱۹۶ تا ۴۳۵ کیلومتر است. سطح دریای خزر پایین‌تر از سطح دریاچه‌های آزاد است و اکنون (ابتدای سده بیست و یکم) ۲۶/۵ تا ۲۸ متر پایین‌تر از سطح دریاست. بسیاری از پارامترهای فیزیوگرافی دریای خزر (مانند مساحت، حجم، ژرفا) با نوسان تراز آب تغییر می‌کنند از این رو ذکر این مشخصات باید با ذکر تراز آب دریای خزر همراه باشد، به این دلیل در بسیاری از منابع علمی و نقشه‌ها مشخصات دریای خزر در تراز ۲۸- متر تنظیم شده‌اند (Voropaev, 1986). خط ساحلی دریا حدود هفت هزار کیلومتر، مساحت دریای خزر در تراز ۲۸- متر (بالتیک) ۳۷۶۳۴۵ کیلومتر مربع و حجم آب آن در این تراز، ۷۸۰۸۱ کیلومتر مکعب است (Voropaev, 1986). قسمت شمالی این دریا بسیار کم‌عمق است. به طوری که تنها نیم درصد آب



دریا در یک چهارم شمالی دریا قرار دارد و عمق آن به طور میانگین کمتر از ۵ متر است. بیشترین ژرفای دریای خزر ۱۰۲۵ متر (واقع در خزر جنوبی) و میانگین ژرفای آن ۲۰۸ متر است (Nikolaeva, 1971). توزیع ژرفا و مساحت هر ناحیه در تراز آب بسیار متفاوت است. بیشترین مساحت بستر دریا مربوط به ژرفای تا ۱۰۰ است (۶۲٪) و بیشترین حجم آب دریا در ژرفای ۱۰۰ تا ۶۰۰ متر قرار می‌گیرد (Voropaev, 1986). دریای خزر با موقعیت جغرافیایی خاص، وسعت، وجود منابع قابل توجه نفت و گاز، وجود تالاب‌ها و خلیج‌ها، دلتاها و وجود انواع ماهیان اقتصادی و گونه‌های نادر همچون ماهیان خاویاری و فک خزر، یکی از منحصربه‌فردترین دریاچه‌های بسته جهان به حساب می‌آید.

## ۲-۱-۲- شرایط جوی دریای خزر

دریای خزر بیش از ده درجه از عرض جغرافیایی گسترش یافته و این گسترش علت بروز اختلاف درجه گرما بین شمال و جنوب است. درجه گرمای سالیانه از شمال به جنوب افزایش می‌یابد. دمای میانگین سالانه نواحی شمال در حدود ۸+ درجه سانتیگراد و در جنوب تا ۱۸+ درجه سانتیگراد افزایش می‌یابد. قسمت شمالی دریای کاسپین که در ناحیه‌ای با زمستانهای سرد قرار دارد، به‌هنگام سرمای زمستان غالباً یخ بسته است درحالی‌که در بخش جنوبی (سواحل ایران) هرگز یخبندان رخ نمی‌دهد. به غیر از فصل‌های بهار و تابستان در مابقی فصل‌های سال دمای هوا بر سطح دریا بیشتر از کرانه آن است. آب و هوای دریای خزر تحت تاثیر ارتفاع ساحل، موقعیت جغرافیایی دریا و چرخه‌های عبوری از دریا می‌باشد. شرایط آب و هوایی این دریا به توده‌های سرد قطب شمال، توده‌های خشک و سرد قاره ای از قزاقستان، توده‌های مرطوب دریایی اقیانوس اطلس، توده‌های گرمسیری از دریای مدیترانه و کشور ایران وابسته است (درگاه پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی).

## ۲-۱-۱- میانگین دمای هوای سالانه دریای خزر

در قسمت جنوبی (کشور ایران): ۱۷ درجه سانتی‌گراد

در قسمت جنوب غربی (جمهوری آذربایجان): ۱۵ درجه سانتی‌گراد

در قسمت جنوب شرقی (کشور ترکمنستان): ۱۶ درجه سانتی‌گراد

در قسمت شمال غربی (کشور روسیه): ۱۲ درجه سانتی‌گراد

در قسمت شمال شرقی (قزاقستان): ۱۰ درجه سانتی گراد

## ۲-۲-۲- منابع تأمین کننده آب دریای خزر

بارشهای سالیانه می تواند حجم آب را ۱۲۵ تا ۱۳۵ سانتیمتر تغییر دهد و بالا بیاورد. همچنین آبهای زیرزمینی و چشمه ها ۳ درصد آب وارده به دریا را در طول سال تأمین می کنند. اما مهمترین منابع تأمین کننده آب دریای خزر رودخانه ها و آبهای سطحی می باشند.

علاوه بر نزولات آسمانی و آبهای زیرزمینی، بیش از ۱۳۰ رودخانه اصلی و فرعی که اکثر آنها از شمال غربی به دریا می پیوندند، آب دریای خزر را تأمین می کنند. بزرگترین آنها رود ولگاست که هر سال به طور میانگین ۲۴۱ کیلومتر مکعب آب را وارد دریای خزر می کند. رودهای کورا ۱۳، اترک ۸/۵، اورال ۸/۱ و سولاک ۴ کیلومتر مکعب آب را سالانه وارد دریا می کنند. در واقع حدود ۷۶/۳ درصد آب از رودخانه ولگا (روسیه)، ۴/۹ درصد آب از رودخانه کورا (آذربایجان) و ۳/۲ درصد آب از رودخانه اورال (قزاقستان) و مابقی ۱۵/۱ درصد آب از سایر رودخانه ها از جمله سفیدرود، تجن، گرگانرود و اترک تأمین می شود.

دریای خزر فاقد ارتباط هیدرولوژیک به دریاهای آزاد است، با این حال کشتیرانی از طریق رودخانه ولگا و سپس کانال ولگا - دن به دریای آزوف و دریای بالتیک صورت می گیرد.

اگر سواحل دریای خزر را به پنج منطقه تقسیم کنیم، رودها و رودخانه های موجود در هر منطقه به شرح زیر هستند (درگاه دانشنامه ایران زمین):

- ✓ منطقه جنوبی (سواحل ایران از شرق به غرب): رودهای اترک، گرگان، قره سو، تجن، طالار، هراز، چالوس، چشمه کیله (تنکابن)، پلرود، شلمان رود، چمخاله، سفیدرود، پسیخان، شاخزر، ماسوله، لمبر، گرگان رود و چند رود کوچک دیگر (نیز نک: رودخانه های ایران).
- ✓ منطقه جنوب شرقی دریا (سواحل ترکمنستان): به جز رودخانه محلی کوچک، رود قابل ذکری ندارد.
- ✓ منطقه شمال شرقی (سواحل قزاقستان): به جز چند رودخانه محلی، تنها رود قابل ذکر رود امبا است.

✓ منطقه شمال و شمال غربی (سواحل فدراسیون روسیه): اورال، ولگا با شعبه‌های چندگانه و چند رودخانه محلی دیگر.

✓ منطقه غرب دریا (سواحل جمهوری خودمختار داغستان از فدراسیون روسیه و جمهوری آذربایجان): کوما، ترک، سمور، کورا، ارس و چند رود محلی دیگر.

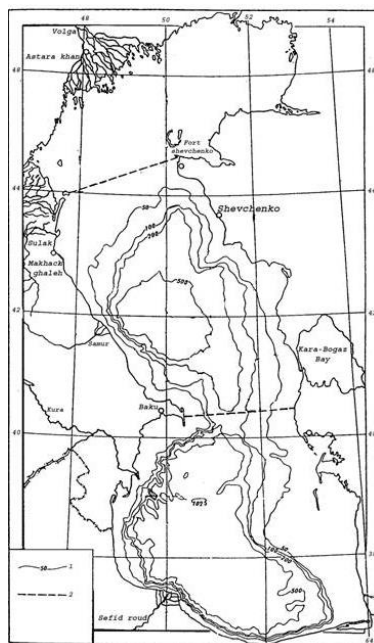
## ۲-۳ - تقسیمات جغرافیایی و سیاسی دریای خزر

### ۲-۳-۱ - تقسیم بندی دریای خزر براساس موقعیت جغرافیایی، ویژگی‌های ساختاری بستر و ساختارهای فیزیکی

تقسیم بندی دریای خزر را براساس موقعیت جغرافیایی، ویژگی‌های ساختاری بستر و ساختارهای فیزیکی و با در نظر گرفتن خصوصیات هیدرولوژیکی به سه بخش خزر شمالی، خزر میانی، خزر جنوبی تقسیم شده است. این سه بخش با گسل‌های اصلی موجود در پی سنگ از یکدیگر جدا شده‌اند. پی سنگ بخش شمالی از نوع پوسته نیمه اقیانوس - سکوی قاره‌ای پرکامبرین روسیه است که چین‌هایی با روند شمالی - جنوبی دارد. بخش مرکزی، دارای پی سنگ هرس نین، با ویژگیهای قاره‌ای و روند شمال غربی - جنوب شرقی است. بخش جنوبی دارای پی سنگ بازالتی با ستبرای ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر است که با پوسته گرانیتی محصور داشته است (درگاه پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی).

### ۲-۳-۱-۱ - خزر شمالی

این بخش از دریا توسط یک خط فرضی که شبه جزیره چچن را به دهانه تیوپ کاراگان در شبه جزیره مانقشلاق وصل می‌کند از خزر میانی جدا می‌شود. مساحت آن ۸۰۰۰۰ کیلومتر مربع است (Marret et al., 2004). حجم آبی در حدود ۳۹۷ کیلومتر مکعب برابر ۱٪ از حجم کل آب خزر را در خود جای داده است. نسبت مساحت خزر شمالی به کل مساحت دریا ۲۴/۳٪ است. بیشترین عمق در این قسمت از حوضه ۲۰-۱۵ متر بوده و میانگین عمق آن ۵ الی ۶ متر می‌باشد (Marret et al., 2004).



شکل ۲-۶- نقشه دریای خزر

۱- منحنی تراز بستر (متر) ۲- محل تقسیم فرضی خزر به بخش‌های شمالی، میانی و جنوبی ۳- نیمرخ‌های اقیانوس‌شناسی برای اندازه‌گیری پارامترهای هیدروفیزیک و هیدروشیمی (The Caspian Sea, 1986).

## ۲-۳-۱-۲- خزر میانی

مرز جنوبی این بخش خطی است که شبه جزیره آبشوران و یا دقیق‌تر جزیره ژیلوئی را به دماغه کوالی یا خوالی در شرق خزر وصل می‌نماید. این محدوده نسبت به خزر شمالی دارای عمق بیشتری است. بیشترین عمق آن ۷۸۸ متر و عمق متوسط آن ۱۹۲ متر برآورد شده است. خزر میانی دارای مساحتی در حدود ۱۳۸۰۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد که ۳۴/۴٪ درصد از کل مساحت دریا است حجم آب در این بخش ۲۶۴۳۹ کیلومتر مکعب است که ۳۳/۹٪ درصد از حجم کل آب دریا در این بخش قرار دارد (Marret et al., 2004).

در محدوده خزر جنوبی و میانی یک برآمدگی مشخص وجود دارد تحت نام گردنه آبشوران (Apsheeron Sill) این برآمدگی در واقع دنباله چین‌خوردگی‌های قفقاز بوده که از شبه

جزیره آبشوران تا کرانه شرقی امتداد می‌یابد. اکثر میادین هیدروکربوری جمهوری آذربایجان و ترکمنستان در قلمرو این برآمدگی زیر آبی قرار دارند (عربزاده، ۱۳۸۱).

## ۲-۳-۱-۳- خزر جنوبی

محدوده این منطقه مرز جنوبی خزر میانی تا کرانه‌های ساحل ایران می‌باشد. خزر جنوبی نسبت به سایر نقاط دریا دارای عمیق‌ترین نقاط است. بیشترین عمق در این قسمت ۱۰۲۵ متر و متوسط آن ۳۲۵ متر می‌باشد (Marret et al., 2004).

مساحت این بخش از حوضه ۱۶۸۰۰۰ کیلومتر مربع بوده (Marret et al., 2004)، که ۳۹/۳٪ درصد از کل مساحت دریا را شامل می‌شود. حجم آب موجود در این بخش ۵۱۲۴۵ کیلومتر مکعب معادل با ۶۵/۶٪ از حجم کل آب دریا است (عربزاده، ۱۳۸۱). همانطور که اشاره گردید به علت نوسانات تراز آب اعداد ذکر شده در منابع مختلف، گوناگون است (درگاه پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی).

## ۲-۳-۲- رژیم حقوقی و مناقشات بین‌المللی

دریای خزر گرچه قرن‌هاست که دریا نامیده می‌شود ولی به هیچ دریایی به‌طور طبیعی متصل نیست؛ بنابراین رژیم حقوقی ویژه و منحصر به فرد خود را داشته و دارد. اگر دریای خزر را دریاچه بدانیم در آن صورت مشمول کنوانسیون ملل متحد در مورد حقوق دریاها نمی‌شود و رژیم حقوقی آن باید بر اساس توافق کشورهای ساحلی دریای خزر تعیین شود (ساداتیان، ۱۳۹۸).

تا پیش از فروپاشی شوروی و اضافه شدن کشورهای نوبنیاد آذربایجان، قزاقستان و ترکمنستان به کشورهای ساحلی دریای خزر، وضعیت حقوقی دریای خزر به وسیله معاهدات ۱۲۰۷ / ۱۸۲۸، ۱۳۰۰ / ۱۹۲۱ و ۱۳۱۹ / ۱۹۴۰ میان ایران و روسیه و بعدها ایران و شوروی، مشخص شده بود.

براساس قرارداد ترکمانچای (به سال ۱۲۰۷ / ۱۸۲۸)، ایران از داشتن نیروی دریایی در دریای خزر محروم شده بود. اما در عهدنامه دوستی ایران و روس (به سال ۱۳۰۰ / ۱۹۲۱) به تساوی، به ایران و شوروی حق کشتی‌رانی جنگی و غیر آن داده شد و در قرارداد بازرگانی و دریانوردی (۱۳۱۹ / ۱۹۴۰)

جزئیات رژیم دریانوردی مشخص گردید. این معاهدات، هیچ اشاره‌ای به چگونگی استفاده از منابع بستر دریا را مطرح نمی‌کنند (محمدی الموتی، ۱۳۹۴).

پس از فروپاشی شوروی و تشکیل چهار جمهوری مستقل در اطراف خزر، بحث و گفتگو برای تعیین یک رژیم حقوقی کامل برای دریای خزر به گونه‌ای که همه کشورهای ساحلی بتوانند از منافع این دریا در یک چارچوب مدون و مشخص استفاده کنند آغاز شد.

در سال ۱۹۹۱، روسیه و ایران خواهان آن بودند که کشورهای ساحلی دریای خزر به‌طور مشاع از این دریا بهره‌برداری کنند در حالی که سه کشور دیگر دریای خزر خواهان تقسیم آن بودند. در ۲۱ دسامبر ۱۹۹۱، جمهوری‌های شوروی سابق با امضای اعلامیه آلماتا متعهد شدند که به قراردادهای شوروی با دیگر کشورها پایبند باشند.

## ۲-۳-۱-۲-۱- تعدیل‌های تدریجی در دیپلماسی خزری ایران

به دلیل طولانی شدن روند مذاکرات تعیین رژیم حقوقی دریای خزر که بیش از یک دهه زمان را مصروف خود نمود و ناکامی نشست‌های مختلف سران دولتهای ساحلی، تلاش برای تقسیم در میان برخی از ۵ دولت ساحلی با پشتیبانی و طراحی روسیه صورت گرفت. روسیه نیز از ابتدای فروپاشی شوروی تا سال ۲۰۰۰ طرفدار رژیم حاکمیت مشاع دولت‌ها بود ولی از سال ۲۰۰۰ به بعد دیدگاه این کشور به سمت مواضع آذربایجان و قزاقستان متمایل شد. به همین دلیل، در سال ۲۰۰۳ سه کشور روسیه، قزاقستان و جمهوری آذربایجان با استفاده از ضعف سیاسی ایران در جامعه بین‌المللی و مسائل ناشی از آغاز بحران هسته‌ای، موافقتنامه‌ای سه‌جانبه را دائر بر تقسیم دریای خزر را امضا کردند که عملاً ۶۴ درصد از محیط خزر را در حاکمیت آنها قرار داد. بر اساس این توافق، قزاقستان ۲۷ درصد، روسیه ۱۹ درصد و جمهوری آذربایجان ۱۸ درصد از خزر را متعلق به خود نمودند و برای ترکمنستان، حدود ۲۳ درصد نیز در نظر گرفته شد و تنها حدود ۱۳ درصد برای ایران باقی‌ماند. در این میان، آذربایجان نیز با حمایت امریکا و تمهیدات فنی مربوط به اکتشاف و بهره‌برداری از منابع نفت و گاز، عملاً نسبت به تسلط بر بخش زیادی از این دریا و اعلان حاکمیت بر آنها اقدام کرد و بهره‌برداری از منابع نفت و گاز را نیز آغاز نمود (ساداتیان، ۱۳۹۸).

## ۲-۳-۲- رژیم کندومینیوم یا حاکمیت مشترک بر دریای خزر

ایده مالکیت مشاع بر دریای خزر که نخست از سوی روسیه مطرح شد و جمهوری اسلامی ایران نیز آن را با توجه به منافع و مصالح خود (البته با اصلاحاتی) پذیرفت - بر خلاف ایده تقسیم بستر دریای خزر است و بر پایه آن هرگونه اقدام یک سویه برای بهره برداری از منابع زیر بستر دریای خزر غیرقانونی خواهد بود. البته روسیه پس از آن نظر خود را تغییر داد و در این زمینه تشکیل کمیته بستر دریای خزر که چگونگی بهره برداری از این دریا را تعیین کند، پیشنهاد کرد. در این طرح منابع معدنی بستر دریای خزر ثروت همه کشورهای کرانه ای شناخته شده و فعالیت در این زمینه باید بر پایه مصالح همه کشورها انجام گیرد.

رژیم بهره برداری مشترک از دریای خزر یا حتی رژیم کندومینیوم به علت جایگاه ویژه روسیه بعنوان کشور ساحلی که عضو دائم شورای امنیت سازمان ملل متحد و یکی از قدرتمندترین کشورهای جهان است تا ۱۹۹۸ از اهمیت ویژه برخوردار بود ولی با تقسیمی که با توافق روسیه و قزاقستان (افراز کف دریای خزر در بخش شمالی آن) صورت گرفت، این وضع پس از آن روند معکوس به خود گرفت و با تقسیمی که به تازگی میان روسیه و آذربایجان انجام شده به بخش مرکزی دریای خزر نیز سرایت کرده است (نوریان، ۱۳۷۷) به نظر می‌رسد که پافشاری بر گزینه حاکمیت مشترک یا رژیم کندومینیوم در دریای خزر در گفت و گوهی کشورهای کرانه ای چندان راه گشا نبود و رژیم کندومینیوم تنها در بخش جنوبی دریای خزر آنها شاید میان ایران و ترکمنستان عملی باشد (نوریان، ۱۳۷۷).

## ۲-۳-۳- تقسیم دریای خزر

دریای خزر میان کشورهای کرانه ای بر این پایه است که هر یک از آنها اختیار عمل و آزادی تام در بخش خود داشته باشد. طرفداران این راهکار، یعنی تقسیم دریای خزر بعنوان یک دریاچه بین المللی میان دولتهای کرانه ای آن، استدلال می‌کنند که استقرار حاکمیت ملی کشورها بر بخشهای اختصاص یافته به آنها، تضمینهای کافی برای تأمین منافع آنها بویژه در زمینه سرمایه‌گذاریهای خارجی فراهم خواهد آورد (خولاکف، ۱۳۷۵). از آن رو که این دیدگاه طرفدار بیشتری دارد، بویژه با پیوستن روسیه به طرفداران این نظریه، گزینه افراز یا تقسیم، بیشتر مورد توجه قرار

گرفته و کمابیش همه کشورهای کرانه‌ای این نظریه را پذیرفته‌اند و مسئله اصلی تعیین اندازه سهم و در واقع چگونگی تقسیم است.

با توجه به تقسیماتی که با توافقیهای دو جانبه میان بیشتر کشورهای کرانه‌ای تنها در زمینه بستر و زیر بستر دریا صورت گرفته است، باید نتیجه گرفت که در آمیختگی بعد تقسیم سرزمینی (کف، آب، هوا) با بعد اقتصادی (منابع طبیعی انرژی و ثروت در دریا) به گونه‌ای است که نمی‌توان از تقسیم جامع که همه اجزای دریای خزر را دربرگیرد سخن گفت. به نظر می‌رسد که بهره‌برداری مشترک از سطح آبهای دریای خزر از سوی کشورهای کرانه‌ای (بویژه برای کشتیرانی) از ویژگی‌های دست نخورده وضع حقوقی کنونی آن باشد. (ناظمی، ۱۳۸۱) ولی اگر پنج کشور کرانه‌ای با حسن نیت و رضایت توافق داشته باشند که دریای خزر را با قراردادهایی میان خود به پنج حوزه ملی و اختصاصی تقسیم کنند، باید در هفت مورد تحدید حدود صورت گیرد:

۱- میان ایران با آذربایجان و ترکمنستان (۲مورد)

۲- میان روسیه با آذربایجان و قزاقستان (۲مورد)

۳- میان قزاقستان با آذربایجان و ترکمنستان (۲مورد)

۴- میان ترکمنستان با آذربایجان (۱مورد)

بدین سان، جمهوری آذربایجان باید در چهار مورد با کشورهای دیگر به توافق مرزی برسد، قزاقستان و ترکمنستان در سه مورد و ایران و روسیه هر یک بر سر دو مرز دریایی و فلات قاره‌ای باید با دیگران به تفاهم برسند (دبیری، ۱۳۷۷) اما اینکه این تحدید و تقسیم چگونه باید صورت گیرد و از چه اصول حقوقی پیروی شود، مورد اختلاف کشورهای کرانه‌ای است. بنابراین به طور کلی رژیم حقوقی دریای خزر را می‌توان در دو بخش مورد ارزیابی قرار داد:

۱- روی آب

۲- بستر و زیر بستر و منابع آن

در روی آب، مسائلی نظیر کشتیرانی، حمل و نقل و ترانزیت محیط، ماهیگیری زیست، وضعیت نظامی، تعیین عرض پهنه‌های آبی ماهیگیری انحصاری، پهنه مشترک آبی مشترک و نظایر آنها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در مورد بستر و زیربستر نیز آنچه مطرح است تقسیم منابع است نه حاکمیت



؛(هر چند کشورهای ساحلی در مورد چگونگی این تقسیم نظرات متفاوتی دارند). اگر قوانین حقوق بین الملل را بعنوان شاهد بپذیریم خواه ناخواه این تقسیم بندی بر اساس برخی شرایط ویژه و فاکتورها ی مختلفی نظیر طول ساحل، شکل ساحل، عمق آب، نحوه توزیع منابع زیرزمینی و... صورت خواهد گرفت. بنابراین، نظر قاطع در مورد اینکه کدام روش تقسیم نتیجه، منصفانه ای به همراه خودجای تردید و تأمل، خواهد داشت دارد. نکته حائز اهمیت این است که در رژیم حقوقی سهم بستر بررسی نمی شود بلکه روش تعیین حدود مورد بحث و ارزیابی قرار می گیرد. یعنی اگر رژیم حقوقی دریای خزر مشخص و مدون شود باز هم نمی توان گفت سهم هر کشور از این منابع چقدر است. در خصوص مرزبندی در دریاها شیوه های مختلفی در دنیا به کار رفته و مطرح است که از آن جمله می توان به استفاده از خط میانی، خط میانی اصلاح شده استفاده از خطوط مدارات و نصف النهارها، تقسیم بندیهای تاریخی، خط تالوگ، تعیین ساحل به عنوان مرز و غیره اشاره کرد. اما استفاده از هیچ کدام از این روشها در خصوص دریاچه ها الزامی نیستند و این توافق کشورهای ساحلی است که تعیین کننده خواهد بود. خلاصه اینکه شیوه تقسیم به هر صورت که باشد، باید منجر به نتایج منصفانه گردد. البته یادآوری این نکته ضروری است که مقصود از تقسیم منصفانه، تقسیم برابر نیست.

## ۲-۳-۲-۴- کنوانسیون رژیم حقوقی دریای خزر در قزاقستان

در مردادماه سال ۱۳۹۷ در پنجمین نشست سران کشورهای ساحلی دریای خزر در قزاقستان این کنوانسیون به تصویب سران پنج کشور رسید، گرچه هنوز موارد مهمی همچون تعیین خطوط مبداء و تحدید بستر و زیر بستر در این کنوانسیون نهایی نشده و کشورهای ساحلی خزر به تفاهم و جمع بندی نهایی در این زمینه نرسیده اند (ساداتیان، ۱۳۹۸).

در این کنوانسیون، خزر به عنوان یک دریاچه در نظر گرفته شده که طبیعتاً رژیم حقوقی آن خاص و ویژه خودش است و با رژیم حقوقی دریاها ی آزاد مندرج در کنوانسیون سال ۱۹۸۲ حقوق دریاها نیز متفاوت است. ایران و کشورهای ساحلی با الگو برداری از رژیم حقوقی سایر دریاچه ها و استفاده از مفاد کنوانسیون حقوقی دریاها و تطابق آنها با وضعیت دریای خزر، یک رژیم حقوقی خاص و منحصر به فرد برای خزر تنظیم کرده اند.

در این کنوانسیون تصریح شده که همه مسایل حقوقی دریای خزر تنها با اتفاق نظر پنج کشور عملی و اجرایی بوده که این نکته بسیار مهم و اساسی است و کاملاً رژیم حقوقی این دریا را از کنوانسیون دریاها جدا می‌کند. همچنین این کنوانسیون، رفت و آمد کشتی‌های نظامی خارجی را در این دریا کاملاً ممنوع می‌کند موضوعی که از لحاظ امنیت ملی اهمیت بسیاری برای کشورهای حاشیه خزر دارد.

بر اساس توافق کشورهای ساحلی خزر، این دریا به عنوان یک دریای صلح و دوستی بین کشورهای عضو خواهد بود و حضور نیروهای نظامی ثالث در خزر ممنوع می‌باشد. همچنین دریانوردی در این دریا تنها زیر پرچم ۵ کشور ساحلی انجام خواهد شد و کشورهای ساحلی نمی‌توانند قلمرو خود را جهت اقدام و تجاوز به سایر کشورها در اختیار بیگانگان قرار دهند.

در این کنوانسیون قید شده است که منابع نفتی که مورد منازعه نباشد توسط خود کشورها مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. در خصوص منابع مشترک یا مورد اختلاف نیز، اصل بر این است که دو یا سه کشور ذینفع در این خصوص با یکدیگر توافق و نسبت به بهره‌برداری از منابع نفتی اقدام کنند. چنانچه در این خصوص بین کشورها توافقی حاصل نشود، از آن منابع بهره‌برداری صورت نخواهد گرفت.

در این کنوانسیون همچنین اعلام شده خطوط مبدأ برای رژیم حقوقی با اتفاق نظر پنج کشور بعداً تعیین شود؛ البته در مورد خطوط مبدأ نکاتی در این کنوانسیون آمده و مخصوصاً در یک بند قید شده که شرایط ساحلی بعضی از کشورها به گونه‌ای است که نیازمند مقرراتی ویژه می‌باشد که این ماده برای ایران به خاطر شکل سواحلش در دریای خزر بسیار اهمیت دارد، اما در عین حال خط مبدأ هنوز در این کنوانسیون روشن نیست و در موافقتنامه‌های بعدی باید روشن شود.

## ۲ - ۴ - زمین‌ساخت و پیدایش حوضه رسوبی خزر جنوبی

دریای کاسپین، آرال و سیاه در واقع در طی پالئوزوئیک و مزوزوئیک بخشی از دریای وسیع تیس بوده‌اند. در زمان‌های بعد با چین‌خوردگی‌های دوره ترشیری و تغییر شکل بعدی به‌ویژه در قسمت شمال‌خاوری آن، بر اثر عقب‌نشینی آب یا بالا آمدن زمین، قطعات نسبتاً بزرگ خشکی به‌وجود آمده است درحالی‌که، گودال جنوبی منطقه به‌طور مداوم زیر آب فرو می‌رفته است. حوضه رسوبی کاسپین جنوبی در قسمت جنوبی خط حد فاصل مفروض بین دماغه کوالی و جزیره آپشرون واقع است و تا سواحل جنوبی ایران امتداد دارد. بخش ساحلی حوضه رسوبی کاسپین جنوبی ایران محدوده‌ای از دشت مغان در باختر

تا دشت گرگان در خاور را در بر می‌گیرد که از جنوب به کوه‌های البرز محدود می‌شود. قسمت اعظم این حوضه با رسوبات کواترنری پوشیده شده است (موسوی روحبخش، ۱۳۸۰).

بیشتر مطالعات انجام شده توسط شرکت ملی نفت ایران در سواحل جنوبی کاسپین، براساس مطالعات ژئوفیزیکی و لرزه‌نگاری بوده است. عمق بخش‌های مربوط به سواحل جنوب دریای کاسپین به‌طور متوسط ۱۰۰۰ متر است و با توجه به مطالعات ذکر شده، فاقد قشر سنگ‌های آذرین درونی از نوع گرانیت است و پی‌سنگ آن ظاهراً از جنس بازالت می‌باشد. براساس نتایج لرزه‌نگاری عمیق، سرعت امواج P در پی‌سنگ کاسپین جنوبی به ۶/۶-۷ کیلومتر بر ثانیه می‌رسد. ضخامت پوسته در پیرامون کاسپین جنوبی ۴۵ کیلومتر و در مرکز آن ۳۰ کیلومتر و آستنوسفر در عمق ۸۰ کیلومتری واقع است، درحالیکه در قفقاز در عمق ۱۵۰-۱۲۰ کیلومتری می‌باشد. همچنین فرورفتگی کاسپین جنوبی در نقشه گرانی‌سنجی بوگر یک آنومالی ثابت را نشان می‌دهد که به‌طرف ساحل منفی شده و سپس در کوه‌های البرز آنومالی مثبت می‌سازد (نظری، ۱۳۹۹).

تقسیم بندی‌های زمین‌شناسی منطقه‌ای در کرانه جنوبی خزر البرز منطقه خزر از نظر ریخت‌شناسی به ۷ ناحیه تقسیم می‌گردد (درگاه موسسه بین‌المللی مطالعات دریای خزر):

#### ۱- بخش کرانه‌ای میان آستارا و پونل

۲- بخش ساحلی بین پونل و لنگرود: کرانه دریای خزر از لاهیجان تا آستارا دارای حوضه آبریزی در حدود ۵۰ کیلو متر بوده که بر اثر کنش گسله آستارا-لاهیجان شکل خمیده بخود گرفته است.

۳- بخش کرانه‌ای میان لنگرود و علمده: از لنگرود در جهت جنوب شرقی یعنی بسوی رامسر و چالوس تا دهلنه رود خله گلندرود نوار کرانه‌ای به پهنای ۵ کیلو متر می‌باشد که از نظر ساخت و ریخت، همانندی بسیار زیادی به بخش آستارا-پونل دارد.

۴- بخش کرانه‌ای میان علمده و نکا: این بخش از بخش‌های کرانه‌ای مهم دریای خزر محسوب می‌شود که در آن برونزد های فراوانی از نهشته‌های کواترنر دیده می‌شود و تا آمل، بابل، قائم‌شهر و ساری نیز گسترش دارد.

۵- بخش کرانه‌ای میان نکا و بندر ترکمن: این بخش از دریای خزر بدلیل گسترش ریخت‌شناسی و محفوظ ماندن آثار باستانی وابسته به عصر نوسنگی همواره مورد توجه بوده است و وجود مرداب بزرگ

وخلیج گرگان در کرانه های این بخش از حدود چند سده پیش که پیشروی این خلیج در خشکی صورت گرفته و بصورت مرداب ساکنی برجا مانده است. یکی از پدیده های بسیار مشخص و جالبی که در این نوار کرانه وجود دارد، غارهای فراوان کارستی درآهک های ژوراسیک میباشد که احتمال میرود شماری از آنها جایگاه زندگی انسانهای دیرینه سنگی بوده است.

۶- بخش کرانه در ناحیه دهانه خلیج گرگان: از بندر ترکمن به سوی خاور سرزمینی پست در فاصله ای به طول ۱۰۰ کیلومتر دیده میشود که از حدود گنبد کاوس آغاز شده و مستقیماً در درازای کرانه تا دره گرگان رود ادامه دارد.

۷- بخش کرانه ای ترکمنستان: در شمال فرورفتگی گرگان منطقه ای در پهنه شایان توجهی گسترش یافته که در بخش ایرانی آن را بیشتر پوششی از لس ماسه دار پوشانیده و بسمت شمال در جهت ترکمنستان این پوشش از دانه های ماسه ای تشکیل شده اند.

## ۲- ۵- ویژگی های سواحل دریای خزر

در نگارش بخش ۱-۵ عمدتاً از گزارش پایش محیطی و پردازش داده های دریایی خزر، دکتر حمید علیزاده کتک لاهیجانی و دکتر عبدالمجید نادری بنی، انتشارات پژوهشگاه ملی اقیانوسشناسی و علوم جوی ۱۳۹۳ استفاده گردیده است.

چهره ساحل عمدتاً تحت تأثیر عواملی چون ساختار زمین‌شناختی ناحیه، رژیم امواج و جریان‌ها، تراز آب حوضه، وضعیت فیزیکی- شیمیایی آب و رسوبات ساحلی و نوع فرآیندهای زیستی قرار می‌گیرد. عناصر مهم شکل‌دهنده ساحل در دریای خزر در درجه نخست فرآیندهای زمین‌شناختی است که در دو میلیون سال گذشته چهره عمومی سواحل را به صورت کنونی ایجاد کرده است. رسوبات رودخانه‌ای به همراه امواج و جریان‌های ناشی از امواج در گستره زمانی با روند کاهش تراز آب از دیگر عوامل شکل‌دهنده ساحل خزر هستند. (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳)

از حدود ۴۴۰۰ کیلومتر خط ساحلی دریای خزر ۶۹۵ کیلومتر آن در روسیه، ۶۰۰ کیلومتر در جمهوری آذربایجان، ۸۲۰ کیلومتر در ایران، ۶۵۰ کیلومتر در ترکمنستان و ۱۶۰۰ کیلومتر در قزاقستان واقع است. دلتاهای ولگا، ترک و سولاک مهمترین عوارض سواحل دریای خزر در روسیه هستند. ناحیه

ساحلی واقع بین ولگا و ترک گستره همواری است که تنها در برخی نقاط توسط پشته‌های ماسه‌ای ساحلی و دلتاهای رودخانه‌های کوچک قطع می‌شود. باریکه ساحلی داغستان (در روسیه) از باختر توسط کوه‌های قفقاز محدود می‌شود.

ناحیه ی دلتایی سمور مرز جمهوری آذربایجان با روسیه را تشکیل می‌دهد. در بخش های جنوبی رودخانه سمور سواحل ماسه‌ای - قلوه‌سنگی وجود دارد. در ناحیه کیلیازین (شمال آذربایجان) ادامه ساختار تاقدیسی قفقاز بزرگ به دریا نزدیک می‌شود. از این‌رو، عرض ناحیه ساحلی به ۱-۲ کیلومتر کاهش می‌یابد، در این نواحی عوارض سنگ بستر (در برخی موارد رسوبات پیش از کواترنری) در مرفولوژی ساحلی دیده می‌شود. خط ساحلی دریای خزر در ناحیه آبشوران بر اثر وجود تاقدیس‌ها و ناودیس‌های متعدد حالت منقطع به خود گرفته است (Leontiev et al., 1977).

این عوارض سبب ایجاد دماغه و خلیج در ساحل و جزیره در دریا می‌گردند. دلتای رودخانه ی کورا مهم‌ترین عارضه در خط ساحلی ناحیه باختری خزر جنوبی است. ناحیه لنکران تا آستارا در جمهوری آذربایجان دارای ساحل ماسه‌ای است که توسط رودخانه‌های کوچک قطع می‌شود. خط ساحلی دریای خزر در ایران نسبتاً ساده است که توسط مرداب انزلی در باختر و خلیج گرگان در خاور قطع می‌شود. رودخانه‌های کوچک بسیاری از ساحل ایران به دریای خزر می‌ریزند که سفیدرود و گرگانرود، تنها رودخانه‌هایی هستند که در شرایط کنونی در داخل دریا دلتا تشکیل داده‌اند سواحل ایران عمدتاً ماسه‌ای است و در بخش‌های مرکزی قلوه‌سنگی و در بخش خاوری به ساحل گلی تبدیل می‌شود. سواحل ترکمنستان بیشتر پوشیده از تپه‌های ماسه‌ای صدفی است که مرداب‌های قدیمی را از دریا جدا می‌کند و گهگاه توسط گنبدهای حاصل از گل‌فشان‌ها قطع می‌شود. خلیج کراسنودسک و خلیج قره‌بغاز از مهم‌ترین عوارض سواحل ترکمنستان محسوب می‌شوند. سواحل دریای خزر در قزاقستان گستره‌ی همواری است که اکنون خلیج‌های قزاق و کامسامول، دلتای اورال و شبه‌جزیره مانقشلاق از مهمترین عوارض آن محسوب می‌شوند (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

در شرایطی که عملکرد عوامل زمین‌شناختی در زمان‌های طولانی بروز می‌کند و در این بازه زمانی رژیم موج و جریان تغییرات محسوس ندارند، نوسان تراز آب دریای خزر مهمترین عامل در شکل‌دهی ساحل به شمار می‌آید. تغییر تراز آب دریای خزر سبب تغییر تراز عملکرد موج و جریان و تغییر تراز آب زیرزمینی و در نتیجه ایجاد عوارض ریخت‌شناختی جدید برحسب جنس و شیب سواحل

می‌گردد. سواحل دریای خزر را برحسب نوع فرآیندهای غالب در آن (فرآیندهای دریایی نظیر تراز آب، موج، جریان) و فرآیندهای مؤثر از خشکی (رودخانه‌ای) می‌توان به دو دسته کلی سواحل دلتایی و سواحل غیردلتایی تقسیم نمود (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

## ۲-۵-۱ سواحل دلتایی دریای خزر

بیش از ۱۳۰ رودخانه به دریای خزر می‌ریزد که بزرگترین آنها عبارتند از ولگا، اورال، کورا، ترک، سفیدرود، سولاک، سمور و گرگانرود. مجموع حوضه آبریز خزر ۳/۵ میلیون کیلومتر مربع است. آب ورودی سالیانه به دریای خزر حدود ۳۰۰ کیلومتر مکعب است که تنها ۰/۸٪ از آن از حوضه آبریز واقع در ایران تأمین می‌شود. رودخانه ولگا ۰/۸٪، کورا ۰/۶٪، ترک ۰/۳٪، اورال ۰/۲٪، سولاک ۰/۱/۵٪، سمور ۰/۰/۵٪ و سفیدرود ۰/۳/۵٪ از آبدهی کل رودخانه‌ای به دریای خزر را دارا هستند (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

رودخانه‌های بزرگ دریای خزر با آوردن حجم زیادی آب و رسوب به داخل دریا سبب تشکیل دلتاهای گسترده‌ای شده‌اند که بزرگترین آنها دلتای ولگا است که از نظر وسعت یکی از بزرگترین دلتاهای روی زمین است. دلتاهای دریای خزر در بخش‌های شمالی، باختری و جنوبی دریا پراکنده‌اند و بخش عمده‌ای از گستره ساحلی را تشکیل می‌دهند. بخش خاوری دریای خزر با داشتن آب و هوای خشک اکنون تقریباً فاقد رودخانه و دلتا است.

نوسان تراز آب دریای خزر در مقیاس زمین‌شناختی تأثیرات عمده‌ای بر تشکیل دلتاها داشته است. در زمان پیشروی آب، دلتاهای قدیم توسط دریا پوشیده می‌شدند و دلتاهای تازه به طرف خشکی عقب‌نشینی می‌کردند. در زمان عقب‌نشینی دریا، رودخانه‌ها با قطع رسوبات دلتایی قدیم در داخل دریا پیشروی می‌کردند. برای توسعه دلتاهای بزرگ بهترین حالت پایداری تراز آب حوضه است. در زمان پایداری نسبی تراز آب دریای خزر در کرانه‌های دلتاها بارهای بزرگ رسوبی تشکیل شده است. آثار دلتاهای گذشته و همراه آن خطوط ساحلی قدیمی بر روی خشکی امروزی از تراز مطلق ۱۴۰ متر و در بستر دریای امروزی تا تراز مطلق ۵۰- متر مشاهده می‌شود (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

## ۲-۵-۲ - سواحل غیردلتایی دریای خزر

سواحل غیر دلتایی خزر عمدتاً تحت تأثیر عملکرد موج، نوسان تراز آب و فعالیتهای زیستی و شیمیایی تشکیل شده اند. نوسان تراز آب در همه سواحل اثر خود را بروز می دهد. عملکرد موج به شیب ساحل بستگی دارد. فعالیتهای زیستی و شیمیایی علاوه بر نوع بستر دریا و شرایط انرژی آب وابسته به شرایط آب و هوایی منطقه است. سواحل خاوری دریای خزر بیشتر متأثر از فعالیتهای زیستی و شیمیایی است و به عنوان سواحل کربناته شناخته می شوند. سواحل جنوبی و باختری خزر عمدتاً حاصل توزیع رسوبات رودخانه ای توسط امواج و جریانهای حاصل از امواج است که به عنوان سواحل تخریبی شناخته می شوند (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

## ۲-۶-۲ - ویژگی های سواحل ایرانی دریای خزر

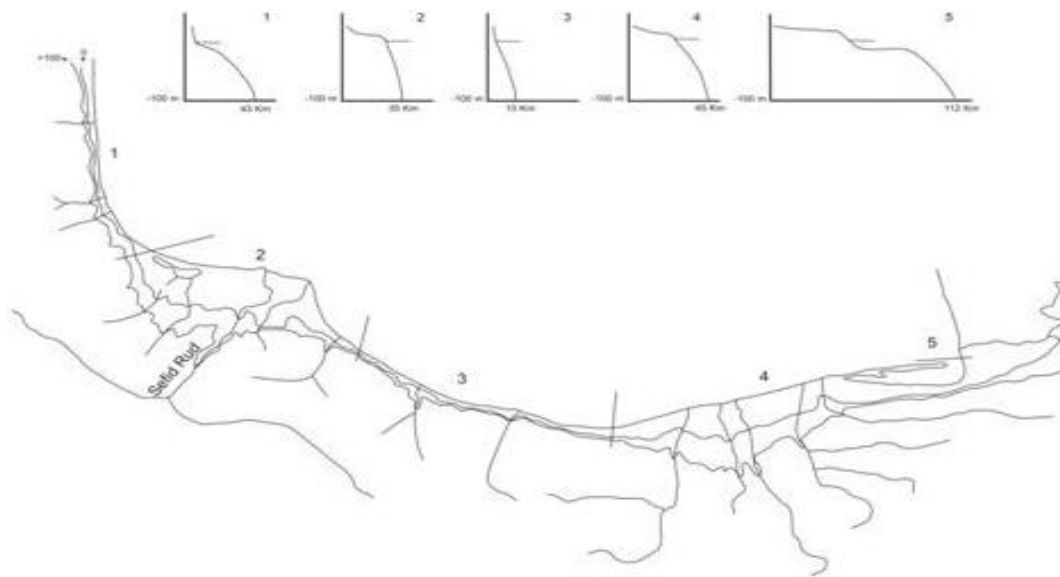
چهره ساحل عمدتاً تحت تأثیر عواملی چون ساختار زمین شناسی ناحیه، رژیم امواج و جریانها، تراز آب حوضه، وضعیت فیزیکی- شیمیایی آب و رسوبات ساحلی و نوع فرآیندهای زیستی قرار می گیرد. از عناصر مهم شکل دهنده ساحل در دریای خزر در درجه نخست فرآیندهای زمین شناسی است که در دو میلیون سال گذشته چهره عمومی سواحل را به صورت کنونی ایجاد کرده است (Leontiev, et al., 1977). رسوبات رودخانه ای به همراه امواج و جریانی های ناشی از امواج در گستره زمانی به همراه تغییرات تراز آب از دیگر عوامل شکل دهنده ساحل خزر هستند (Varushchenko, et al., 1987). از حدود ۴۴۰۰ کیلومتر خط ساحلی دریای خزر ۶۹۵ کیلومتر آن در روسیه، ۶۰۰ کیلومتر در جمهوری آذربایجان، ۸۲۰ کیلومتر در ایران، ۶۵۰ کیلومتر در ترکمنستان و ۱۶۰۰ کیلومتر در قزاقستان واقع است (لاهیجانی، ۱۳۸۳). دلتاهای ولگا، ترک و سولاک مهم ترین عوارض سواحل دریای خزر در روسیه هستند (Mikhailov, 1997) و در ایران دلتاهای سفیدرود و گرگان رود مهم ترین دلتاهای خزر جنوبی به شمار می آیند (Voropaev et al., 1998). از عوارض مهم دیگر در خط ساحلی نسبتاً ساده دریای خزر در ایران، سیستم زبانه ای-تالاب انزلی در باختر و سیستم زبانه ماسه ای میانکاله-خلیج گرگان در باختر خاور است.

سواحل امروزی ایران در دریای خزر به طور عمده ماسه ای است ولی بخش های قلوه سنگی در مرکز و باختر سواحل ایران و سواحل گلی در بخش خاوری سواحل جنوبی خزر گسترش دارند (Zenkovich,

(1957). مهم‌ترین پدیده‌ی زمین‌ساختی سوی ایرانی خزر وجود رشته کوه البرز است که سواحل ایران را محاصره کرده و به واسطهٔ چند گسل بزرگ با اختلاف ارتفاع زیاد از ساحل متمایز است. بستر دریا نیز در سوی ایرانی خزر ساختاری ناهمگن دارد به طوری که در بخش مرکزی آن حوضه ژرف خزر قرار می‌گیرد. در این بخش ژرفای ۱۰۰ متر در فاصله ۷-۱۵ کیلومتری از ساحل واقع است. در بخش‌های خاوری و باختری ساحل ایران، بستر دریا کم‌شیب است چنان که ژرفای ۱۰۰ متر در بخش باختری در فاصله ۴۰-۲۰ کیلومتری از ساحل و در بخش خاوری در فاصله ۶۰-۷۰ کیلومتری آن قرار می‌گیرد (لاهیجانی، ۱۳۷۸؛ شکل ۱-۱). اما در بسیاری نقاط برخلاف شکل بستر کم‌ژرفای دریا، شیب و گستره‌ی ساحل در خشکی متفاوت است. در بخش مرکزی گیلان و بخش خاوری مازندران، رسوبات رودخانه‌ای و دلتایی (سفیدرود، پلرود، هراز، تجن، تالار و بابل) پهنه‌ی کم‌شیب و گسترده‌ای را تشکیل داده‌اند. در بخش باختری گیلان برخلاف بستر دریا، ساحل خشکی باریک و پرشیب است. در بخش باختری مازندران بستر کم‌ژرفا و ساحل خشکی باریک و پرشیب است. در منطقه گلستان، ساحل نیز همانند بستر کم‌ژرفا، گسترده و کم‌شیب است.

مهم‌ترین پدیده‌ی زمین‌ساختی ساحل ایران وجود رشته کوه البرز است که سواحل ایران را محاصره کرده و به واسطهٔ چند گسل بزرگ با اختلاف ارتفاع زیاد از ساحل متمایز است. بستر دریا در سوی ساحل ایران نیز ساختاری ناهمگن دارد به طوری که در بخش مرکزی آن حوضه پر ژرفای خزر قرار می‌گیرد. در این بخش ژرفای ۱۰۰ متر در فاصله ۷-۱۵ کیلومتری از ساحل واقع است. در بخش‌های خاوری و باختری ساحل ایران، بستر دریا کم‌شیب است چنان که ژرفای ۱۰۰ متر در بخش باختری در فاصله ۴۰-۲۰ کیلومتری از ساحل و در بخش خاوری در فاصله ۶۰-۷۰ کیلومتری آن قرار می‌گیرد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).





شکل ۲-۷- طبقه بندی سواحل ایرانی دریای خزر و نیمرخ های فلات قاره آن. ۱- منطقه آستارا-رضوانشهر؛ ۲- منطقه انزلی رودسر؛ ۳- منطقه رامسر-نور؛ ۴- منطقه نور-نکا؛ ۵- منطقه گلستان (جنوب خاوری)

ساحل ایران در جنوب دریای خزر به طول حدود ۸۰۰ کیلومتر دارای شکل نسبتاً ساده‌ای است که تنها در باختر، توسط مرداب انزلی و در خاور توسط خلیج گرگان قطع می‌شود. عرض ساحل از حدود یک کیلومتر در بخش میانی تا حدود ۶۰ کیلومتر در بخش دلتاهای بزرگ (سفیدرود و گرگانرود) تغییر می‌کند. در ساحل ایران پدیده‌های بازر (از بستر کم‌ژرفا به سوی کوه‌های حاشیه ساحل) عبارتند از: تپه های ماسه‌ای روی بستر، پشته های ماسه‌ای روی ساحل، تپه های ماسه‌ای بادی، مرداب ها، پستی‌ها و پیش‌تپه‌ها (ساحل پرشیب پیش از تپه‌ها و کوه‌ها) که همه آنها در یک منطقه ساحلی کمتر با هم دیده می‌شوند. بر اساس اندازه ذرات رسوب، سواحل ایران را می‌توان به سه نوع ماسه‌ای (سواحل گیلان و خاور مازندران)، قلوه‌سنگی (باختر مازندران) و گلی (گلستان) تقسیم بندی کرد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

متناسب با رسوبات ساحل، با افزایش ژرفا، رسوبات بستر نیز ریزدانه‌تر می‌شوند که این امر به شیب بستر، انرژی امواج و آورد رسوب رودخانه‌ای بستگی دارد. بخش کم‌ژرفای بستر (تا ژرفای ۱۰ متر) نیز تا حدودی به تبعیت از وضعیت عمومی بستر دریا در بخش مرکزی از انزلی تا ساری دارای پهنه کمی است (حدود ۲ کیلومتر) و در ناحیه باختری عرض بخش کم‌ژرفا ۱۰-۱۵ کیلومتر و در بخش خاوری حدود ۳۰ کیلومتر است. اما در بسیاری نقاط برخلاف شکل بستر کم‌ژرفای دریا، شیب و گستره ساحل در خشکی متفاوت است. در بخش مرکزی گیلان و بخش خاوری مازندران، رسوبات رودخانه‌ای و دلتایی (سفیدرود، پل‌رود، هراز، تجن، تالار و بابل) پهنه ی کم‌شیب و گسترده‌ای تشکیل داده‌اند. در بخش

باختری گیلان برخلاف بستر دریا، ساحل خشکی باریک و پرشیب است. در بخش باختری مازندران همانند بستر کم ژرفا، ساحل خشکی نیز باریک و پرشیب است. در منطقه گلستان، ساحل نیز همانند بستر کم ژرفا، گسترده و کم شیب است (لاهیجانی ۱۳۷۸).

پراکندگی رسوبات ریزدانه در بخش خاوری از خط آب و در بخش باختری از ژرفای ۲/۵ متر آغاز می شود. در ناحیه دلتای سفیدرود از ژرفای ۵ متر و در نقاط دیگر ساحل ایران، وجود رسوبات رسی از ژرفای ۸ متر آغاز می شود. به این ترتیب در بخش عمده بستر کم ژرفای ساحل ایران، رسوبات ماسه‌ای غالب است. حدود ۶۰ رودخانه از ساحل ایران به دریای خزر می ریزند که رسوبات آنها عمده ترین منبع تأمین رسوبات ساحلی اند. این رودخانه‌ها اکنون حدود ۴۰ میلیون تن رسوب در سال، وارد دریا می کنند که دو سوم آن، تنها توسط سفیدرود تأمین می شود. بررسی‌ها نشان می دهند که منطقه باختر مازندران و گلستان در طول خط ساحلی فاقد پشته‌های ساحلی اند که این امر علت‌های متفاوتی دارد. در ناحیه باختر مازندران ساحل و بستر پرشیب است و در نتیجه عمل امواج، رسوبات به سوی پایین دست دریا حرکت کرده و بارهای زیرآبی را تشکیل می دهند. در این منطقه، بلافاصله پس از خط آب، گستره پیش تپه‌ها آغاز می شود (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

در منطقه گلستان، ساحل و بستر بسیار کم شیب است، در نتیجه، ژرفای کم آب مجال ورود امواج به ساحل و تشکیل پشته‌های ساحلی را نمی دهد. در این منطقه، در نواحی ورود رودخانه‌ها به دریا، مرداب تشکیل شده است، نمونه بارز آن در ناحیه گرگانرود است. این مرداب در برابر نوسان تراز آب دریای خزر به سرعت واکنش نشان می دهد، به طوری که در سال ۱۳۷۶ خورشیدی با کاهش تراز آب دریای خزر در دو سال پیش از آن به سرعت در حال خشک شدن بود. در دیگر نواحی خط ساحلی ایران در نتیجه عملکرد امواج بر ساحل، پشته‌های ماسه‌ای ساحلی به ارتفاع حدود ۲ متر تشکیل شده است. برحسب این که شیب ساحل خشکی چگونه باشد، در برخی نواحی به خصوص در ناحیه مرکزی گیلان و خاوری مازندران، مرداب در پشت تپه‌های ماسه‌ای تشکیل شده است.

نمونه بارز آن را در محدوده انزلی تا رودسر می توان مشاهده کرد. در این مناطق پهنه ی ساحلی وسیع و کم شیب است. بارندگی زیاد و سطح آب زیرزمینی بالا در این مناطق سبب تشکیل مرداب در پشت تپه‌های ماسه‌ای ساحلی می شود. مرداب‌ها به شکل منفرد در نواحی مختلف ظاهر می شوند که در برخی نواحی عرض آنها به حدود ۳۰۰ متر می رسد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

## ۲-۶-۱- ترکیب شیمیایی

دریای خزر علاوه بر آنکه به لحاظ جغرافیایی یک دریاچه به حساب می‌آید، از نظر ترکیبات موجود در آب نیز با سایر دریاها و اقیانوس‌ها متفاوت است. آب دریاچه خزر نسبت به آب اقیانوس‌ها کلرید سدیم‌اش بسیار کمتر، اما یون کلسیم و سولفات آن بسیار بیشتر است و از این رو به دریاچه‌های آب شیرین شباهت بیشتری دارد. میزان نمک‌های محلول آن بین ۱۲ تا ۱۳ گرم در لیتر است که به تقریب یک سوم شوری آب دریا‌های آزاد و اقیانوس‌ها است. شیرین‌ترین بخش آن مربوط به نواحی نزدیک به مصب رودخانه ولگا و شورترین بخش آن مربوط به خلیج قره‌بغاز بوده است که در آن تبخیر بیش از ورودی آب به آن است (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

## ۲-۶-۲- رسوبات بستر

به دلیل ناهمگنی ریخت بستر، گسترش رسوبهای وارده، ناهماهنگ است. سالانه رودهای وارده، به ویژه ولگا حدود ۹۰ میلیون تن رسوب را وارد دریاچه می‌کنند که در آنها، سیلت از همه بیشتر است و همراه با دیگر انواع (ماسه، رس کربناتی دانه ریز) ستبرای قابل توجهی را تشکیل می‌دهند. ستبرای رسوبات نرم بستر دریای خزر را از ۴۰ متر در نقاط شمالی و مرکزی تا حدود ۱۲۰۰ متر در بخش جنوبی برآورد کرده‌اند (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

## ۲-۷- اهمیت‌های اقتصادی دریای خزر

دریای خزر که گاهی در قالب بزرگ‌ترین دریاچه جهان و گاهی کوچک‌ترین دریای خودکفای کره زمین طبقه‌بندی می‌شود، بزرگ‌ترین پهنه آبی محصور در خشکی است. طول آن حدود ۱۰۳۰ تا ۱۲۰۰ کیلومتر و عرض آن بین ۱۹۶ تا ۴۳۵ کیلومتر است. سطح دریای خزر پایین‌تر از سطح دریا‌های آزاد است و اکنون (ابتدای سده بیست‌ویکم) ۲۶/۵ تا ۲۸ متر پایین‌تر از سطح دریاست. خط ساحلی دریا حدود هفت هزار کیلومتر، مساحت آن ۳۷۱ تا ۳۸۶ هزار کیلومترمربع و حجم آب آن نیز ۷۸۷۰۰ کیلومتر مکعب است. دریای خزر در گذشته بخشی از دریای تتیس بود که اقیانوس آرام را به اقیانوس اطلس متصل می‌کرد. از حدود پنجاه تا شصت میلیون سال پیش به تدریج راه این دریا ابتدا به اقیانوس آرام سپس به اقیانوس اطلس بسته شد. قسمت شمالی این دریا بسیار کم‌عمق است. به طوری که تنها نیم

درصد آب دریا در یک چهارم شمالی دریا قرار دارد و عمق آن به طور میانگین کمتر از ۵ متر است. حدود ۱۳۰ رودخانه به این دریا می‌ریزند که اکثر آن‌ها از شمال غربی به دریا می‌پیوندند. بزرگ‌ترین آن‌ها رود ولگا است که هر سال به طور میانگین ۲۴۱ کیلومتر مربع آب را وارد دریای خزر می‌کند. رودهای کورا ۱۳، اترک ۸/۵، اورال ۸/۱ و سولاک ۴ کیلومتر مربع آب را سالانه وارد دریا می‌کنند (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

## ۲-۷-۱- نفت و گاز دریای خزر

پس از خلیج فارس و سیبری این دریا سومین منشأ انرژی جهان است. آمار کلی که برای ذخایر نفت و گاز این دریا وجود دارد حدود پنجاه میلیارد بشکه نفت و حدود سیصد هزار میلیارد متر مکعب گاز طبیعی می‌باشد. حدود ۴٪ از تمامی نفت و گاز دنیا از دریای خزر تامین می‌شود. تنها کشور همسایه این دریا که هیچ تولیدی از این ذخایر ندارد کشور ایران است. برای اولین بار در سال ۱۹۹۷ جمهوری آذربایجان اولین کشوری بود که از ذخایر دریای خزر استخراج کرد، پس از آن ترکمنستان در سال ۲۰۰۷، روسیه در سال ۲۰۱۰ و قزاقستان در سال ۲۰۱۶ استخراج منابع هیدروکربور از این دریا را آغاز کردند. بزرگترین میدان هیدروکربور (مخازن گازی، مخازن نفتی) دریای خزر با سیزده میلیارد بشکه نفت در کشور قزاقستان واقع شده است. این میدان که در نزدیکی ساحل آتیرائو قرار گرفته است و کاشاقان نام دارد در سال ۲۰۰۰ میلادی کشف شد (موسوی روحبخش، ۱۳۸۰).

در حال حاضر کل منابع نفتی ایران به استثنای حوضه خزر، قریب ۶۹ میلیارد بشکه قابل دریافت است. منابع نفتی و ذخایر گاز قزاقستان در فلات قاره دریای خزر قابل توجه است. براساس نظرات محققان و دانشمندان، این منابع می‌توانند دریای خزر را به خلیج فارس دیگری بدل سازند. به طور کلی، میزان ذخایر هیدروکربورهای این کشور در فلات قاره خزر بالغ بر بیست تا شصت میلیارد بشکه نفت است. حوضه نفتی تنگیز در شمال شرقی دریای خزر در کشور قزاقستان از نظر منابع نفت و گاز بسیار غنی است. بخش غربی حوضه نفتی دریای خزر که در واقع بزرگ‌ترین میدان نفتی این دریا محسوب می‌شود از شبه جزیره آبشرون در باکو از بخش جنوب غربی آغاز شده و تا ترکمنستان در شبه جزیره چلکن واقع در بخش جنوب شرقی دریا امتداد یافته و دریای خزر را مانند کمربندی از غرب به شرق محصور ساخته است. گسترش این حوضه در بخش شمالی قفقاز و منطقه مانقشلاق به موازات برآمدگی آبشرون است. یکی از قدیمی‌ترین حوضه‌های بهره‌برداری نفت و گاز جهان، حوضه نفتی خزر جنوبی با

وسعتی بسیار زیاد است و منابع عظیم نفت و گاز جمهوری ترکمنستان در بخش شرقی این حوضه نفتی قرار دارد (موسوی روحبخش، ۱۳۸۰).

مطالعات ژئوشیمیایی پژوهشگاه صنعت نفت (۱۳۷۹) نیز ثابت کرده است که نهشته‌های دوره میوسن سواحل خزر جنوبی (سواحل ایران) به‌عنوان سنگ منشأ، قادر به زایش پنج تا ده میلیارد بشکه نفت خام هستند (اصنافی، ۱۳۸۸).

کاسپین جدید (Neocaspian): ابتدا این نام را برای نهشته‌های سخت نشده (به‌ویژه در چاههای اکتشافی سواحل جنوبی کاسپین ایران) به‌کار برده شد. بعدها در سال ۱۳۶۸ نیز همین نام برای حدود ۴۵ متر لجن اولین چاه دریایی کاسپین ایران (متشکل از رس خاکستری متمایل به آبی با بوی متان و لایه‌های نازک ماسه دانه‌ریز بدون سیمان یا با سیمان ضعیف و با صدف فراوان نرم‌تنان) به‌کار برده شد (قادری دهکردی و عزیز، ۱۳۹۵).

در نهشته‌های ضلع جنوب‌باختری کاسپین صدف نرم‌تنان فراوان بوده، ولی در همین نهشته‌ها به ضخامت ۳۰ متر در خاور کاسپین، به‌ندرت صدف نرم‌تنان یافت می‌شود. واقعیت‌های زمین‌شناسی نشان می‌دهد که حوضه کاسپین از نظر ویژگی‌های نفت و گاز از بخش ایرانی شروع می‌شود و سمت شمالی آن غنی می‌شود. اگر نگاهی اجمالی از حاشیه باختری تا حاشیه خاوری بخش‌های جنوبی به این دریا بیافکنیم به درستی این ادعا، بیشتر پی می‌بریم. در دشت مغان در قسمت ایران تاکنون نفت قابل توجهی اکتشاف نشده است ولی در دشت مغان آذربایجان نفت اکتشاف شده و به‌سمت شمال بر میزان میدان‌های نفتی افزوده می‌شود. در محور آستارا تا بندرانزلی هرچند اکتشاف گسترده‌ای انجام نشده ولی میدان‌های نفتی که در اکتشافات مقدماتی انجام گرفت نتایج خیلی رضایت‌بخشی حاصل نشده است. در قسمت خاور دریا محور قائم‌شهر - بندر ترکمن تا شمال گرگان نیز تاکنون نتایج رضایت‌بخشی به‌دست نیامده است.

در حوضه خاوری دریای کاسپین که حوضه قدیمی نسبت به پیرامون دریا است، یعنی حوضه کپه‌داغ نیز از جنوب به‌سمت شمال بر غنای ذخایر نفت و گاز افزوده می‌شود چنانکه ما خود در شمال زمین حوضه کپه‌داغ میدان گازی خانگیران را داریم اما در کشور ترکمنستان ذخایر بسیار قابل توجهی از نفت و گاز در حوضه کپه‌داغ دارد (اصنافی، ۱۳۸۸).

## ۲-۷-۲- ذخایر ماهی و صیادی

دریای مازندران به عنوان یکی از بی‌همتاترین بوم‌شناخت‌های آبی جهان، محیطی مناسب برای زندگی و رشد مرغوب‌ترین ماهی‌های خاویاری جهان است. از لحاظ تنوع زیستی ۸۵۴ گونه جانوری و بیش از ۵۰۰ گونه گیاهی در دریای خزر زیست میکنند (ایوانف، ۲۰۰۰). به همین جهت نه تنها، یکی از منابع غنی شیلات، بلکه فراتر از آن، خاویار جهان است. در فصل بعد به تفصیل به این موضوع پرداخته شده است.

## ۲-۷-۳- خطوط کشتی‌رانی و حمل و نقل

دریای خزر دارای راه‌های گوناگون کشتی‌رانی است که هر یک از اهمیت خاصی برخوردارند. این راه‌ها عبارت‌اند از:

خط کشتی‌رانی خزر — ولگا (Caspian - Volga - Baltic Line) این خط کشتی‌رانی از یکی از بنادر در دریای خزر شروع می‌شود و در شمال خزر وارد مصب ولگا می‌شود و تمام طول رودخانه را می‌پیماید و در ساحل فنلاند وارد آب‌های دریای بالتیک می‌شود و از آنجا به آب‌های آزاد می‌پیوندد و در واقع خط کشتی‌رانی خزر — ولگا — بالتیک، کشورهای شمال اروپا را به بنادر دریای خزر متصل می‌کند. برای ایران نرخ حمل بار از این راه در مقایسه با راه آبی خلیج فارس پنجاه تا هفتاد درصد کاهش می‌یابد.

خط کشتی‌رانی دریای خزر - دریای سیاه - دریای مدیترانه (Mediterranean - Caspian - Shipping Line) این راه آبی از یکی از بنادر در دریای خزر آغاز و به بندر آستاراخان در سواحل شمال غربی می‌رسد و از آنجا وارد شط ولگا و پس از طی مسافتی از راه ولگا وارد کانال ولگا - دن می‌شود و به طرف دریای سیاه پیش می‌رود.

خط کشتی‌رانی دریای خزر - دریای سیاه - رود دانوب - بالتیک (Baltic Danube line) این خط از یکی از بنادر دریای خزر شروع و در شمال این دریا وارد مصب ولگا می‌شود و پس از عبور از کانال ولگا — دن و دریای سیاه به دانوب می‌رسد. کشورهای شمال و جنوب اروپا و نیز کشورهایی که در کنار رود دانوب قرار گرفته‌اند با استفاده از این خط کشتی‌رانی به یکدیگر و به کشورهای حوزه خزر متصل می‌شوند.

## ۲-۷-۴- گردشگری و توریسم

گردشگری بزرگ‌ترین و پررونق‌ترین صنعت جهان است. پیش‌بینی می‌شود که در قرن بیست‌ویکم نیز این صنعت پیشتاز باشد و سیر صعودی آن ادامه یابد. امروزه صنعت گردشگری اهمیت فراوانی برای جوامع توسعه‌یافته و در حال توسعه دارد و مزایا و اهمیت آن انکارناپذیر است. از گردشگری به‌عنوان صنعت بدون دود که هم علت و هم پیامدی در روند جهانی شدن است یاد می‌شود. همچنین گردشگری در ساختن جهانی سرشار از صلح و صفا بسیار مفید و مؤثر است (شادمان فخرآبادی و همکاران، ۱۳۹۲). اهمیت گردشگری از نظر اقتصادی و اشتغال‌زایی به حدی است که می‌توان آن را به‌عنوان نیروی محرکه اقتصادی هر کشوری به‌شمار آورد. گردشگری مزیت‌های فراوانی دارد و می‌تواند منبع مهمی برای اشتغال باشد، چراکه اشتغال در این صنعت به مهارت و کارآموزی بالایی نیاز ندارد و مردم محلی با کمی مهارت می‌توانند در مشاغل خدماتی مشغول به کار شوند (هزارجریبی و همکاران، ۱۳۸۹). در ایران، گردشگری دارای قدمت چند هزار ساله است. به نحوی که از زمان هخامنشیان مسافران زیادی (با انگیزه‌های تجاری) به‌ویژه از اروپا (یونان و دیگر کشورها) وارد ایران می‌شدند. با این همه، سهم ایران در عصر حاضر با توجه به وسعت، تاریخ و تمدن و جاذبه‌های گردشگری ناچیز است، چنان‌که براساس آخرین برآورد در سال ۱۳۸۷ حدود ۲/۵ میلیون نفر به ایران سفر کرده‌اند که سهم شمال ایران و دریای خزر از این جمعیت کم نیز بسیار ناچیز است (شادمان فخرآبادی و همکاران، ۱۳۹۲).

## ۲-۸-۸- برخی از خطراتی که اکوسیستم دریای خزر را تهدید می‌کند

### ۲-۸-۱- آلودگی‌های نفتی و فاضلاب‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی

بهره برداری‌های نفتی و گازی منبع اصلی آلودگی عناصر اصلی دریای خزر بوده است. هر ساله ۱۲۲ هزار تن آلودگی وارد دریای خزر می‌شود که از استخراج هیدروکربور ها پدید آمده است. بیشتر آلودگی مناطقی که از آن‌ها نفت استخراج می‌شود به دلیل استفاده از روش‌های قدیمی و پیش‌پا افتاده می‌باشد هر چند که مناسب‌ترین روش‌ها نیز برای استخراج باز هم تاثیراتی منفی بر محیط خواهد داشت (سلگی و همکاران، ۱۳۹۱).

بیشترین میزان آلودگی‌های ورودی به این دریاچه از سمت رودخانه‌های اصلی تغذیه کننده دریای مازندران در شمال و شمال غرب آن وارد می‌شود. آلودگی‌های عمده حوزه دریای مازندران را آلودگی نفتی و فلزات سنگین تشکیل می‌دهند. جهت جریان آب دریای خزر از سمت شمال غربی به جنوب شرقی است. همین جهت جریان و ژرفای زیاد آب در کرانه‌های ایران که باعث کندی حرکت جریان می‌شود.

به عنوان یکی دیگر از دلایل اصلی آلودگی دریاچه خزر می‌توان به افزایش فاضلاب و گسترش شهرنشینی در مناطق ساحلی این دریاچه اشاره کرد هم چنین حدود ۹۵ درصد از آلودگی دریای خزر در این بخش وابسته به رودخانه ولگا می‌باشد. هر ساله سیصد تا چهارصد میلیون متر مکعب فاضلاب به این دریا می‌ریزد. این آلودگی‌ها به کاهش اکسیژن آب و نابودی جانداران دریا منجر می‌شود.

دریای مازندران یک دریاچه و محیط آن بسته است و فقط آب به آن وارد می‌شود و خروجی آن تنها تبخیر آب است. خارج نشدن آب از دریای مازندران و ورود آب از رودخانه‌های آلوده موجب شده تا وضعیت این اکوسیستم در وضعیت بدی قرار بگیرد. البته چون در سواحل ایرانی فعالیت صنعتی وجود ندارد بیشتر آلودگی‌ها در سمت این سواحل ناشی از ورود فاضلاب‌های شهری و زهاب‌های کشاورزی است (سلگی و همکاران، ۱۳۹۱).

## ۲-۸-۲- کاهش شدید بسیاری از گونه‌های ماهیان دریای خزر

دو عامل اصلی باعث کاهش شدید بسیاری از گونه‌های ماهیان دریای خزر شده است (چنگیزی، ۱۳۹۱): ۱- صید بی رویه ۲- تخریب زیستگاه.

✓ در مورد صید بی رویه متأسفانه حداکثر بهره برداری از انواع ماهیان در سال‌های نه چندان دور صورت گرفت و کمتر توجهی به کاهش شدید برخی از گونه‌ها شد، به عنوان مثال ماهیان خاویاری.

✓ تخریب زیستگاه‌ها که بیشتر گونه‌های مهاجر از دریا به رودخانه را تحت تاثیر قرار داده و چرخه زندگی آنها را بخصوص در دوره تولید مثل برهم زده، یکی از علت‌های اصلی در معرض خطر انقراض قرار گرفتن بسیاری از ماهیان دریای خزر است.



### ۲-۸-۳- آثار اکوسیستم گردشگری ساحلی

این مناطق به دلیل مزایایی مانند آب و هوای معتدل و سواحل زیبا یکی از مقاصد پر مخاطب گردشگران تور داخلی و خارجی می باشد اما متأسفانه بی توجهی گردشگران و افزایش مواد زاید در این سواحل محیط زیست این مناطق را در معرض خطری جدی قرار داده است.

### ۲-۸-۴- زلزله و سونامی

فعالیت گسل‌های شناخته شده در شمال کشور می‌تواند به وقوع سونامی یا امواجی منجر شود که خسارات سنگینی را به شهرهای کنار دریا وارد کند. دو دسته گسل‌های فعال در جنوب دریای کاسپین یکی در البرز و دیگری به موازات گسل عشق آباد وجود دارد.

گسل آستارا تقریباً در مرز کوه و دریا قرار گرفته است. با توجه به فعالیت این گسل در گذشته، شدت زلزله احتمالی منطقه بین ۶ تا ۷ ریشتر تخمین زده می‌شود. اگر در آینده زلزله‌ای رخ بدهد در صورت وقوع فعالیت گسل در بخش داخل دریا، احتمال وقوع سونامی وجود دارد، اما اگر زلزله در بخش خشکی یا نزدیک ساحل در دریا باشد امواجی را ایجاد می‌کند که می‌تواند خسارات سنگینی به بنادر یا شهرها در کنار دریا وارد کند.

### ۲-۸-۵- دگرگونی‌های حجم و سطح آب دریا

دریای خزر در گذشته بخشی از دریای تتیس بود که اقیانوس آرام را به اقیانوس اطلس متصل می‌کرد. از حدود پنجاه تا شصت میلیون سال پیش به تدریج راه این دریا ابتدا به اقیانوس آرام سپس به اقیانوس اطلس بسته شد. دریای خزر امروزی باقی‌مانده دریایی است پهناور که از دریای سیاه تا دریاچه آرال گسترش داشته. این دریاچه در گذشته چند بار بخاطر رشد حجم دوباره به دریای سیاه و دریاچه آرال وصل شده. چنین حالتی آخرین بار پس از اتمام عصر یخبندان انجام شد و دریای خزر به دریای سیاه وصل شد.

تغییرات در هیدرولوژی، برداشت آب از دریای خزر برای مصارف کشاورزی و صنعتی، جنبش‌های تکتونیک، تغییرات آب و هوایی، جلوگیری از تبخیر آب از دریای خزر به دلیل آلودگی نفتی، انحراف آب از خارج از حوضه دریای خزر، اثر گلخانه‌ای و ذوب یخ‌های قطبی و ارتباطات زیر سطحی بین دریای خزر،

دریای سیاه و دریای آرال از مهم‌ترین دلایل نوسانات سطح آب خزر است. تاریخچه، علل و پیش‌بینی نوسانات دریای خزر در فصل پنجم به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است.

## ۲ - ۹ - جمع بندی

مطالب ارائه شده در این فصل شناخت لازم از پهنه آبی خزر و خصوصا سواحل ایرانی خزر را ایجاد نمود که پیش‌نیاز لازم برای مطالب ارائه شده در فصل‌های بعد می‌باشد. در فصول بعدی به ترتیب به گیاهان و جانوران دریای خزر و تنوع گونه‌های ماهیان خاویاری، وضعیت صید، ذخایر و تجارت ماهیان خاویاری، بررسی اثرات تغییر اقلیم بر سواحل جنوبی دریای خزر و روش‌های سازگاری با آن و ارزیابی آسیب‌پذیری و سازگاری بخش شیلات نسبت به تغییر اقلیم پرداخته خواهد شد.

## فصل سوم

### ۳ - گیاهان و جانوران دریای خزر و تنوع گونه های ماهیان خاویاری

#### ۳-۱- مقدمه

دریای خزر، طی قرون متمادی زیستگاه ماهیان با ارزش خاویاری بوده است، که تخم آنها به عنوان خاویار عمل آوری و شهرت جهانی دارد. در سال های اخیر، صید بی رویه و برخی مخاطرات دیگر، موجب آن شده که ذخایر ماهیان خاویاری به شدت در معرض خطر قرار گرفته، و سازمان ها و طرفداران زیست محیطی ممنوعیت صید ماهیان خاویاری را تا بهبود کامل ذخایر این ماهیان دنبال نمایند. فک دریای خزر، که بومی این دریا می باشد، یکی از گونه های نادر پستاندار آبی می باشد که در آب های بسته این دریا ادامه حیات داده است. همچنین، تعداد زیادی از انواع پرندگان مختص این دریا، گونه های مختلفی از انواع ماهیان، شامل ماهی سفید، ماهی کلمه، ماهی کفال، کپور، ماهی آزاد، و تعداد دیگری از ماهیان، که عمده آنها در معرض آسیب پذیری و خطر قرار گرفته اند، منابع زنده این دریا را تشکیل می دهند. در مجموع، حدود ۱۶۵۰ گونه، شامل ۳۵۰ گونه فیتوپلانکتونی، ۳۱۵ گونه زئوپلانکتونی، ۸۵۵ گونه بنتیک، ۱۲۵ گونه ماهی، ۲ گونه خرچنگ و ۱ گونه پستاندار، منابع زنده این دریا را تشکیل می دهند (سالنامه های آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۸۵-۱۳۷۳). در این فصل به بررسی اجمالی گیاهان و جانوران دریای خزر و تنوع گونه های ماهیان خاویاری پرداخته شده است.

#### ۳-۲- بررسی اجمالی گیاهان و جانوران دریای خزر

از لحاظ تنوع زیستی ۸۵۴ گونه جانوری و بیش از ۵۰۰ گونه گیاهی در دریای خزر زیست میکنند (یوانف، ۲۰۰۰). انواع گیاهان و جانورانی که در این دریا زندگی می کنند عبارتند از:

### ۳-۲-۱- باکتری ها

در تمامی دریای خزر، تاکنون بیش از ۲۰۰ باکتری هتروتروف شناسایی گردیده که متعلق به ۶۰ گونه و ۲۲ وارسته از جنس های با سیلوس، پرودوموناس، میکروکوکوس، سارکینا و کروموباکتری ها می باشند.

### ۳-۲-۲- مخمر ها

در سرتاسر دریای خزر، تاکنون ۱۳ گونه مخمر (از نوع که متعلق به ۴ جنس اند، شناسایی شده است. تمامی آنها به تعداد کم فقط در خزر شمالی یافت شده و بعضی از آنها فعالانه نفت و مشتقات نفتی را مورد مصرف قرار می دهند.

### ۳-۲-۳- گیاهان عالی (ماکروفیت ها)

در دریای خزر، به استثنای قسمت هایی که دارای آب کاملاً شیرین است، کلاً پنج گونه گیاه عالی از انواع مختلف در قسمت های دریا یافت می شوند. این گیاهان همگی متعلق به گیاهان گلدار بوده و در مناطق کم عمق ساحلی دریای خزر و در بسترهایی با جنس های متفاوت زندگی می نمایند. اکثر این گیاهان به مصرف تغذیه ماهیان و پرندگان آبی رسیده و گونه های مختلف ماهیان، بی مهرگان و بچه ماهیان در آنها زندگی می کنند.

### ۳-۲-۴- گیاهان پست

جلبک های دریای خزر که جزو گیاهان پست محسوب می شوند، به صورت پریاخته، تک سلولی و گاهی اوقات دارای ساختمان بافتی می باشند. انواع مختلف آنها در دریای خزر مختصراً به شرح زیر است:

جلبک های سبز آبی (Cyanophyta)

جلبک های زرد طلایی (Chrysophyta)

چرخان تاژک داران یا دینوفلاژله ها

### جلبک های سبز (Chlorophyta)

این جلبک ها بیشتر شاخص آب های شیرین اند و در دریاها در محدوده های خاص جغرافیایی زیست می نمایند. در دریای خزر ۱۳۹ گونه از آنها شناسایی شده که عمدتاً در خزر شمالی و در مصب رود ولگا می باشند. جنس های غالب آن پروتوکوک، زیگنما و تاحدی کمتر دسمیدیوم است. انواع کلادوفور و کتومورف دارای زندگی بنتوزی میباشند. گونه های مهم آنها شامل گونیوم، ولوکس، رایزوسولونیوم، کلرلا واسپیروژیرا می باشند.

### جلبک های قهوه ای (Phaeophyta)

### جلبک های قرمز (Rhodophyta)

## ۳-۲-۵- بی مهرگان

قسمت عمده موجودات دریای خزر از بی مهرگان تشکیل یافته اند و تاکنون ۷۷ درصد کل فون دریای خزر را تشکیل می دهند. فراوان ترین آنها از نظر گونه، مژکداران، نماتودها، گردان تنان، آنتن منشعب ها و ناجور پایان تشکیل می دهند. دارای انواع پلانکتونی و بنتوزی می باشند که در ذیل به انواع مهم و فراوان آنها اشاره می شود.

آمیب ها یا (Rhizopoda) ریشه پایان

خورشید زیان یا (Heliozoa)

اسفنج ها یا (Porifera) روزنیان

## ۳-۲-۶- پرندگان

دریای خزر محل مناسب و پناهگاه امنی برای بسیاری از انواع مهم پرندگان، خصوصاً جهت زمستان گذرانی است و گروه هایی از قبیل مرغابی ها، غازها، قوها و چنگرها از غرب سبیری و خزر - نیل به آنجا مهاجرت می کنند. در مناطق حفاظت شده دریای خزر تعداد ۳۱۲ گونه پرنده شناسایی شده است.

### ۳-۲-۷- خزندگان

در دریای خزر فقط ۲ گونه ما ر بی زهر دریایی وجود دارد که از بچه ماهیان و دیگر موجودات تغذیه می کنند.

### ۳-۲-۸- پستانداران

در دریای خزر فقط ۱ گونه پستاندار منحصر به فرد به نام فک دریای خزر وجود دارد که در همه جای دریا انتشار دارد ولی محل اصلی آن در خزر شمالی است. فک دریای خزر (*Pusa caspica*) یکی از پستانداران کمیاب آبزی دنیاست که فقط در دریای خزر و رودخانه های منتهی به آن زندگی می کند. رنگ بدن در پشت خاکستری و در ناحیه شکم سفید است و خالهای تیره رنگ درشتی نیز در پشت حیوان وجود دارند. جفت گیری در اواخر بهمن ماه با بروز جدالهای سختی میان نرها آغاز می شود. دوره بارداری مثل اسب حدوداً یازده ماه است و در اواخر دی ماه سال بعد روی توده های یخی یک یا دو بچه به دنیا می آورد. به دلیل افزایش سرعت رشد، دوره شیر خوارگی آنها حداکثر تا دو ماه و نیم می باشد. فک خزری به طور میانگین ۱۰۵ متر طول و ۶۸ کیلوگرم وزن دارد و یکی از کوچک ترین انواع فک به شمار می رود. فکها در آب زندگی می کند و تنها برای زادآوری، و گاهی برای استراحت به ساحل می آید. در خشکی بسیار کم تحرک ولی در آب بسیار فعال است و با کمک پاها خود به سرعت شنا می کند. فکها از دستهایشان برای حفظ تعادل استفاده می کنند. فکها جانوران زیبایی هستند. بدن این پستاندار برای زندگی در آب تغییراتی کرده است. میان انگشتان دست و پای آن پرده ای وجود دارد که باعث می شود دستها و پاها شبیه باله ای برای شنا شود. پاها در انتهای بدن و در امتداد دم قرار گرفته اند. به همین دلیل فکها نمی توانند به راحتی روی زمین راه بروند. فکهای دریای خزر مهاجرت سالانه منظمی دارند. آنها به دمای آب بسیار وابسته اند. وقتی دمای آب افزایش می یابد، آنها به بخش هایی که آب عمیق تر و قاعداً سردتر است، مهاجرت می کنند. در زمان های گذشته، تعداد زیادی از فکها برای استفاده از پوست و گوشتشان شکار می شدند. در حال حاضر هم هر سال تعداد زیادی از آنها در تورهای ماهی گیران گرفتار می شوند. نقش فکها در طبیعت با خوردن آبزیان بیمار و ایجاد تعادل در جمعیت آنها، در اکوسیستم دریای خزر نقش مؤثری دارند. این گونه تنها پستاندار دریای خزر محسوب می شود و به دلیل صید بی رویه و به هم خوردن شرایط زیستی و کاهش شدید جمعیت نیازمند حمایت بین المللی است.

### ۳-۲-۹- ماهیان دریای خزر

ماهیان دریای خزر از تنوع نسبی برخوردارند و تعداد آن در منابع علمی مختلف، متغیر گزارش شده است. ۱۲۲ گونه متعلق به ۲۱ خانواده و ۶۵ جنس شناسایی شده که از این تعداد ۵۳ گونه (۴۳/۵ درصد) گونه های دریایی، ۴۴۲ گونه آب شیرین (۳۴/۴ درصد)، ۱۸ گونه مهاجر به رودخانه ها و ۹ گونه (۷/۴ درصد) نیمه مهاجر هستند. بیشترین فراوانی به ترتیب به گاوماهیان (۲۹ گونه) و کپورماهیان (۱۹ گونه) تعلق دارد و در مجموع ۲۵ گونه ماهی با اهمیت اقتصادی و تجاری به بهره برداری می رسد (ایوانف، ۲۰۰۰).

دریای خزر دارای گونه های ارزشمندی از ذخایر زیستی است که شاخص ترین آنها ماهیان خاویاری است، از این رو سلامت این دریا مساوی است با سلامت آبزیان و سلامت انسان که از نعمت های آن بهره مند می شود. در حال حاضر با توجه به تحقیقات اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت (IUCN=International Union for Conservation of Nature)، 6 درصد از ماهیان دریای خزر در طبقه به شدت در معرض انقراض و مابقی در طبقات آسیب پذیر (۲ درصد)، در معرض خطر انقراض (۶ درصد)، در معرض تهدید (۸ درصد)، نیازمند حفاظت (۲۱ درصد)، کمترین نگرانی (۳۶ درصد) و اطلاعات ناکافی (۲۱ درصد) تعلق دارند. بنابراین حفظ ذخایر ژنتیکی و تنوع زیستی (گیاهی و جانوری) این دریا جهت پایداری زیست محیطی و توان زیستی بسیار مهم و ضروری است (درگاه سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۱۳۹۹).

### ۳-۳- تنوع گونه های ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر

بر اساس آخرین پژوهش های صورت گرفته در این منطقه، با در نظر گرفتن ماهیان غیر بومی، ۵۳ جنس و ۷۹ گونه متعلق به ۱۸ خانواده و ۱۰ راسته شناسایی شده است، کپور ماهیان و گاو ماهیان به لحاظ تعداد جنس و گونه متنوع ترین خانواده ها می باشند، تعدادی از خانواده ها مانند شیشه ماهیان، سوزن ماهیان و اردک ماهیان تنها دارای یک جنس و یک گونه می باشند (درگاه موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ۱۳۹۵). ماهیان شناسایی شده اغلب ساکن آب شیرین (رودخانه ها و تالابها) می باشند و حدود ۲۳ درصد از آنها را ماهیان مهاجر از دریا به رودخانه تشکیل می دهند. فراوانی ماهیان غیر بومی در سالهای اخیر بخاطر توسعه صنعت پرورش ماهی و یا بشکل تصادفی همراه سایر گونه های پرورشی در

این منطقه افزایش یافته اند و حدود ۱۷ درصد از گونه های این منطقه را به خود اختصاص داده اند. خانواده کپور ماهیان بین ماهیان غیر بومی این منطقه دارای بیشترین تعداد جنس و گونه می باشد، ضمن آنکه ماهی کاراس و گامبوزیا، بین ماهیان غیر بومی، بیشترین پراکنش را در سطح منطقه دارند. ۲۴ درصد از گونه های ماهیان این منطقه، انحصاری دریای خزر بوده و در سایر نقاط دنیا وجود ندارند. این گونه ها به لحاظ حفاظتی دارای ارزش ویژه ای بوده، ضمن آنکه از خصوصیات ویژه این اکوسیستم منحصر به فرد هستند و می بایست نسبت به حفاظت از آنها تمهیدات خاصی صورت گیرد. هشت خانواده از ماهیان دریای خزر دارای این گونه ها هستند که خانواده گاوماهیان با ۴۲ درصد، دارای بیشترین تعداد گونه انحصاری این منطقه می باشد (درگاه موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ۱۳۹۵). ۶ درصد از گونه های این منطقه شدیداً در معرض خطر انقراض هستند، ۶ درصد در معرض خطر انقراض هستند، ۲ درصد آسیب پذیرند، ۸ درصد در معرض تهدیدند، ۲۱ درصد نیازمند حفاظت بوده و تنها ۳۶ درصد وضعیت خوبی دارند. تمامی گونه های ماهیان شدیداً در معرض خطر انقراض و در معرض خطر انقراض، ماهیان اقتصادی دریای خزر بوده که مهاجر بوده و برای تولید مثل وابسته به رودخانه های این حوضه می باشند (Gasimove, 1984).

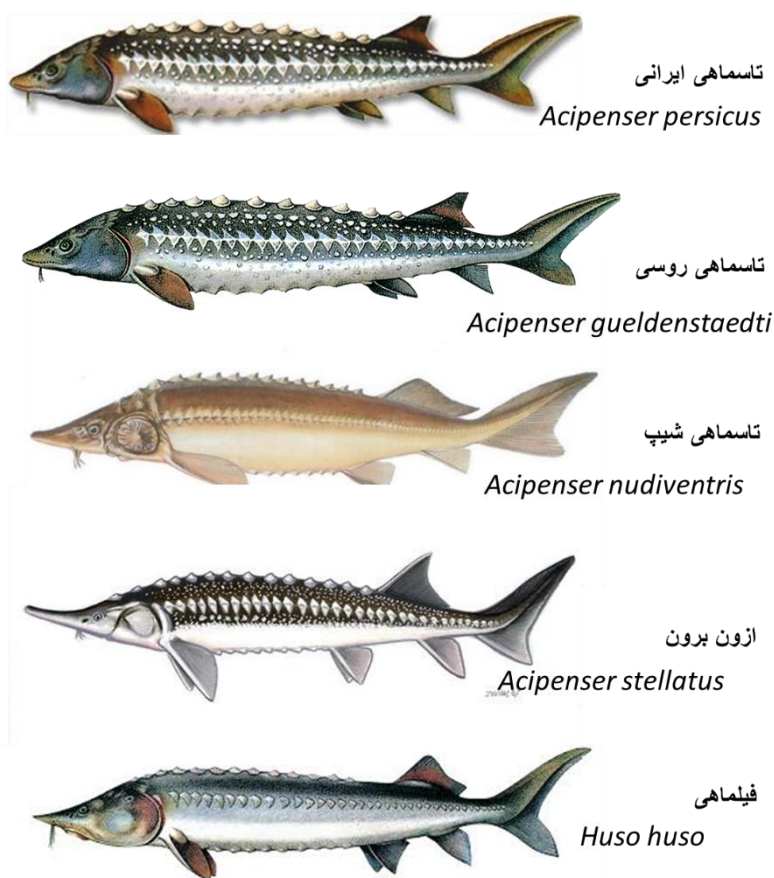
### ۳ - ۴ - ماهیان خاویاری

ماهیان خاویاری یا استورژن یکی از باارزشترین گونه های آبزیان به شمار میروند که از قدمتی چندصد میلیون ساله برخوردارند و سابقه آنها به عصر ژوراسیک باز میگردد و به علت این سابقه تاریخی فسیل زنده نام گرفته اند. تاکنون ۲۷ گونه از این ماهیان در دنیا شناسایی شده اند. دریای خزر به عنوان یکی از بی همتاترین بوم شناخت های آبی جهان، محیطی مناسب برای زندگی و رشد مرغوبترین ماهی های خاویاری جهان است. در حوضه دریای خزر روی هم رفته ۶ گونه ماهیان خاویاری زیست میکنند که عمدتاً رود کوچ هستند؛ یعنی در دریا تغذیه و رشد می کنند و پس از رسیدن به بلوغ و تولید مثل وارد آبهای شیرین رودخانه های بزرگ حوضه این دریا می شوند (درخشش و همکاران، ۱۳۹۱).

پنج گونه تاس ماهی ایرانی یا قره برون، تاس ماهی روس یا چالباش، تاس ماهی شیپ (خاویار حاصل از این سه گونه آسترا نام دارد)، ازون برون یا دراکول (خاویار حاصل از آن سوروگا) و فیل



ماهی (خاویار حاصله بلوگا) در سواحل ایرانی دریای خزر مشاهده شده است. اما گونه استرلیاد از گونه های مخصوص آب شیرین به شمار رفته و در رودخانه های شمال دریای خزر مشاهده میگردد. هدف از صید ماهیان خاویاری صید ماهی ماده با خاویار است. بیشترین میزان خاویار تولیدی ایران مربوط به سه گونه قره برون، تاسماهی روسی و ازونبرون است و مقدار خاویار تولیدی از گونه های فیل ماهی و شیپ کمتر از سه گونه دیگر است، اما به طور عمده بیشترین میزان صید و استحصال خاویار را قره برون تشکیل می دهد (درخشش و همکاران، ۱۳۹۱).



شکل ۳-۱- پنج گونه از انواع ماهیانی خاویاری که در دریای خزر زیست میکنند.

### ۳-۴-۱- تاس ماهی ایرانی

تاس ماهی ایرانی یا قره برون دارای بدنی کشیده و باریک با ۱۵ تا ۳۱ عدد خار آبششی می باشد. مهم ترین مشخصه آن کوچک بودن سر و تا حدودی باریک بودن پوزه است. قره برون اصطلاحی ترکی است و به فارسی یعنی «بینی سیاه» و این نام گذاری شاید به دلیل رنگ تیره بدن همراه با رنگ دانه

های سفید رنگ تا بینی این گونه از تاس ماهی باشد. نوع باله های آن، باله دمی هتروسرک بوده و بدنش پوشیده از فلس گانوئیدی است. دندان زیرین تاس ماهی عرضی متحرک است و ماهیان بالغ فاقد دندان روی فک ها هستند و اما نوزادان آن ها در فک هایشان دندان دارند.

تاس ماهی ایرانی زندگی در آب های گرم را ترجیح می دهند. این نوع از تاس ماهی ها در ایران در حوزه دریای خزر دیده می شود. قره برون مخصوص سواحل جنوبی دریای خزر است و در بخش های شمالی آن کمتر دیده می شود. تاس ماهی ایرانی در فصل تخم ریزی یعنی بهار و پاییز به سمت رودخانه ها مهاجرت می کنند و مناسب ترین مکان برای تخم ریزی، رودخانه هایی با بستر قلوه سنگی می باشد. دوره خواباندن تخم ها به مدت ۲ تا ۵ روز به طول می انجامد. از مهم ترین رودخانه های محل تولید مثل قره برون ها می توان به: سفید رود در گیلان، بالارود در بابل، سرخورد، گرگان رود، تجن رود و رود کورا در آذربایجان نام برد.

عمده غذای قره برون ها را نمونه های نابالغ سخت پوستان، بعضی حشرات آبی، کرم های پرتا و کم تار، علاوه بر این ها نمونه های بالغ و بزرگ ماهیانی چون کیلکال و گاو ماهی تشکیل می دهد. گوشت و خاویار تاس ماهی ایرانی ارزش غذایی بالایی دارد. همچنین کیسه شنای این ماهی دارای ارزش صنعتی می باشد به طوری که از آن برای تهیه چسب استفاده می شود (درخشش و همکاران، ۱۳۹۱).

### ۳-۴-۲- تاس ماهی شیپ

شیپ ماهی یکی دیگر از انواع ماهیان خاویاری دریای خزر است که از خانواده تاس ماهی ها به شمار می آید. این ماهی دارای بدنی کشیده، پوزه ای مخروطی، کمی بلند و به سمت بالا شیبدار است. سبیلک های آن تا نیمه طول محل رویش تا لب رشد می کنند. لب ها ضخیم و کشیده بوده و شکاف روی قسمت میانی لب پایین وجود ندارد. دارای پنج ردیف صفحه استخوانی است و اولین صفحه استخوانی پشت بدن بزرگ است. استخوان های کوچک بین ردیفه های اصلی استخوان های پشت، پهلو و شکم وجود ندارد. رنگ بدن این ماهی در قسمت پشت خاکستری، طرفین و پهلوها روشنتر و شکم سفید است.

شیپ ماهی به مناطق نزدیک ساحل دریاها، خورها و بخش های عمیق رودخانه ها علاقه دارند. ماهیان جوانتر در بخش های کم عمق رودها زندگی می کنند و به بستر های گلی علاقمندند و به صورت

دسته جمعی دیده می شوند. بنابراین این ماهی ها بیشتر در دریای خزر، دریای سیاه، دریای آزوف و دریای مرمره به سر می برند. همچنین در بعضی از رودخانه ها نظیر: رود دانوب، رود ولگا، رود ریونی، رود ییلی، آمودریا، مناطقی از پاله آرکتیک نیز دیده می شوند. شیپ ماهی در دریای خزر اغلب در قسمت های مرکزی و جنوبی زندگی می کنند و در قسمت شمالی دریا به ندرت مشاهده می شود.

شیپ ماهی ها در فصل بهار و پاییز برای تخم ریزی به رودخانه ها مهاجرت می کنند. بهترین محل برای تخم ریزی این ماهی بسترهایی با قلوه سنگ، سنگ های درشت، ماسه و خاک رس می باشد. سن بلوغ در شیپ ماهی های ماده ۱۳ تا ۱۶ سالگی و در شیپ ماهی های نر ۹ تا ۱۳ سالگی است. این ماهی ها بیش از سی سال عمر می کنند ولی سن متوسط آنان در ایران ۱۴ سال است. شیپ ماهی ها شکارچیان فعالی هستند که از لاروهای نرم تنان، دوجور پایان، شیرونومیدها، سخت پوستان، حشرات و بی مهرگان تغذیه می کنند. لارو این ماهی ها از لارو بال موداران و سنجاقک ها استفاده می کنند و ماهی های بالغ آن نیز از ماهیانی نظیر: گاوماهیان، خرچنگ پهن و سایر جانوران آبری تغذیه می کنند. رقیب غذایی ماهی شیپ؛ فیل ماهی، سوف و گاهی ماهی سفید و ماش ماهی ها هستند.

تجارت شیپ ماهی مانند سایر انواع ماهیان خاویاری به دلیل قرار گرفتن در لیست قرمز اتحادیه بین المللی حفاظت از محیط زیست (IUCN) در سراسر جهان ممنوع اعلام شده است. این ماهی در شرایط مناسب جزو ماهیان اقتصادی و باارزش دریای خزر محسوب می شود (درخشش و همکاران، ۱۳۹۱).

### ۳-۴-۳- اوزون برون

اوزون برون یکی از گونه ماهی های خاویاری است که به نام های دراکول و سورگا معروف می باشد. این ماهی دارای بدنی کشیده با پوزه ای دراز و باریک می باشد. سیبلیک های این نوع ماهی کوتاه و بدون رشته است. رنگ بدن آن در قسمت پشت و پهلو تیره مشکی و در قسمت شکم روشن است. دهان زیرین ماهی عرضی متحرک بوده و ماهیان بالغ فاقد دندان در روی فک هایشان می باشند. اما ماهیان نوزاد دارای دندان هستند.

اوزون برون زندگی در آب های گرم را ترجیح می دهد و یکی از ماهی های بومی دریای خزر محسوب می شود. این ماهی در شمال و سواحل ایران و جنوب دریای خزر زندگی می کند. علاوه بر دریای خزر، اوزون برون در دریای آزوف و سیاه نیز حضور دارد. این ماهی ها در فصل تخم ریزی یعنی فصل بهار و اوایل فصل پاییز به صورت دسته جمعی وارد رودخانه ها می شوند. ماهیانی که در فصل بهار وارد رودخانه ها می شوند در قسمت های بالایی رودخانه اقدام به تخم ریزی می کنند. ولی ماهی هایی که در فصل پاییز وارد رودخانه می شوند در قسمت پایینی رودخانه زمستان را می گذرانند و اوایل بهار سال بعد تخم ریزی می کنند. مکان مناسب برای تخم ریزی ماهی ماهی رودخانه هایی با بستر قلوه سنگی می باشد. فاصله زمانی هر تخم ریزی بین ۳ تا ۴ سال می باشد. از مهم ترین رودخانه هایی که این ماهی ها وارد آن می شوند عبارتند از: کورا، بابل رود، سرخ رود، گریان رود و تجن است. عمده غذای اوزن برون ها را پرتاراف نرم تنان، سگ ماهیان و گاو ماهیان تشکیل می دهد (درخشش و همکاران، ۱۳۹۱).

### ۳-۴-۴- فیل ماهی

فیل ماهی یا بلوگا، بزرگ ترین ماهی دریای خزر است که از راسته تاس ماهیان به شمار می رود. این ماهی دارای بدن باریک، پوزه کوتاه با سبیلک بلند، فشرده و یا گرد است که دارای رشته هایی می باشد. رنگ بدن آن در پشت خاکستری، در پهلوها روشن و در ناحیه شکم سفید است. این ماهی دارای پنج ردیف صفحه های استخوانی روی بدن است.

فیل ماهی ها در آب های شیرین، شور، لب شور، دارای بسترهای گلی و نزدیک به بستر زندگی می کنند. بنابراین مناسب ترین زیست گاه آن ها دریای خزر، دریای آدریاتیک، دریای اژه، دریای سیاه، دریای مدیترانه، دریای آزوف، دریای مرمره، دانوب، دون، رودخانه کوبان، اورال و ولگا می باشد. این ماهی به زندگی در اعماق دریاها علاقمند هستند به همین دلیل بیشتر در عمق های ۷۰ تا ۱۸۰ متری شنا می کنند. صید این ماهی ها در دریای خزر ایران در عمق بیش از ۳۰۰ متر گزارش شده است. فیل ماهی ها برای تخم ریزی در فصل بهار و پاییز به سمت رودخانه ها مهاجرت می کنند. اما بیشتر تخم ریزی در فصل بهار صورت می گیرد و ماهی هایی در پاییز وارد رودخانه می شوند در بهار آینده تخم ریزی می کنند. تخم ریزی فیل ماهیان با طغیان رودخانه ها در ارتباط است. کف سنگلاخی، صخره ای و قلوه سنگی همراه با ماسه بهترین محل برای تخم ریزی این ماهیان به شمار می آید. لاروهای تازه از تخم

درآمده فیل ماهی از دیگر لاروهای تاس ماهیان بزرگ تراست. سن بلوغ در فیل ماهی های ماده ۱۴ تا ۱۶ سالگی و گاهی تا ۲۰ سالگی و در فیل ماهی های نر ۱۲ تا ۱۴ سالگی می باشد. البته بلوغ در ماهی های نر ۱۹ تا ۲۲ سالگی هم گزارش شده است. طول بدن آن ها در این زمان حدود دو متر است. ماده ها هر چند سال یکبار بارور می شوند و معمولا فاصله بین دو تخم ریزی طبیعی بین ۲ یا ۳ سال است.

فیل ماهی ها غذای خود را از طریق شکار تامین می کنند. فیل ماهی های جوان از پلانکتون های جانوری، سخت پوستان کف زی، کرم ها، حشرات کف زی و بی مهرگان تغذیه می کنند. اما با گذشت زمان در دریا از ماهیانی نظیر: کلمه، سیاه، کولی، شیشه ماهی و کپور و در فصل مهاجرت به رودخانه از ماهیانی چون: سوف، کاراس، سیم، ماش ماهی و سایر ماهیان موجود در رودخانه تغذیه می کنند. در مراحل اولیه زندگی، هم نوع خواری نیز در آن ها دیده شده است. مهم ترین رقیب غذایی فیل ماهی ها در دریای خزر فوک خزری می باشد که بیش از ۶۰ درصد با فیل ماهی شباهت غذایی دارد.

خاویار فیل ماهی از گرانترین نوع خاویار نسبت به سایر خاویارها می باشد. خاویار این ماهی ۲۵.۹ درصد پروتیین دارد. مصرف خاویار از ابتلا به بیماری افسردگی و بیماری های قلبی و عروقی جلوگیری می کند. خاویار سرشار از اسیدهای چرب از نوع امگا ۳ و آهن است (درخشش و همکاران، ۱۳۹۱).

### ۳-۵- جمع بندی

دریای خزر به دلیل وجود انواع ماهیان اقتصادی و گونه های نادر همچون ماهیان خاویاری و فک خزر، یکی از منحصر به فردترین دریاچه های بسته جهان به حساب می آید. پنج گونه تاس ماهی ایرانی یا قره برون، تاس ماهی روس یا چالباش، تاس ماهی شیپ (خاویار حاصل از این سه گونه آسترا نام دارد)، ازون برون یا دراکول (خاویار حاصل از آن سوروگا) و فیل ماهی (خاویار حاصله بلوگا) در سواحل ایرانی دریای خزر مورد بررسی دقیق قرار گرفت. با بهره گیری از مطالب ارائه شده در این فصل، در ادامه وضعیت صید، ذخایر و تجارت ماهیان خاویاری مورد بررسی دقیق قرار می گیرد.

## فصل چهارم

### ۴ - وضعیت صید، ذخایر و تجارت ماهیان خاویاری

در نگارش بخش هایی از این فصل از گزارش حال و آینده ماهیان خاویاری (فرصتها و تهدیدها)، مرکز پژوهش های مجلس ۱۳۹۶ استفاده گردیده است.

#### ۴ - ۱ - مقدمه

ماهیان خاویاری از گونه های ارزشمندی هستند که ذخایر آنها به دلایل متعدد از جمله صید بی رویه و غیرقانونی، تخریب زیستگاه، آلودگی و تغییرات آب و هوا به مرز نابودی رسیده است و تقریباً تمام گونه های خاویاری در لیست گونه های در معرض خطر انقراض قرار گرفته اند. با توجه به اهمیت زیستی، اقتصادی و تاریخی ماهیان خاویاری، انجام بررسی های دقیق در خصوص استفاده بهینه از فرصتهای موجود در حفاظت و بهره برداری بلندمدت از ذخایر آنها و همچنین کنترل و مقابله با تهدیدها ضروری به نظر میرسد. این گزارش ضمن ارائه آخرین اطلاعات در خصوص وضعیت ذخایر و صید ماهیان خاویاری، به مقوله فرصتها و تهدیدهای حال و آینده نیز میپردازد. امید است موارد ارائه شده به اتخاذ راهکارهای مناسب جهت حفاظت و بهره برداری پایدار از ذخایر باارزش خاویاری دریای خزر کمک نماید.

گوشت ماهیان خاویاری دارای ارزش اقتصادی قابل ملاحظه ای است و در بخش فرآوردههای شیلاتی از گوشت آنها در صنایع کنسروسازی، از پوست آنها در صنایع چرمسازی و از کیسه شنای آنها در صنایع چسب سازی استفاده می شود. شایان ذکر است که خاویار ایران برحسب شرایط خاص فیزیکی و شیمیایی آب نسبت به خاویار چهار کشور حاشیه دریای خزر از مرغوبیت و کیفیت بالاتری برخوردار است. از آنجا که در طی دو دهه گذشته میزان صید ماهیان خاویاری و استحصال خاویار دریای خزر بیشترین

روند نزولی را نسبت به سنوات گذشته داشته است، در این گزارش به بررسی میزان تولید و دلایل کاهش خاویار در دریای خزر پرداخته میشود.



خاویار خوراکی

گوشت (تازه، دودی، نمک سود و کنسرو)

تهیه چرم

کرمهای آرایشی

تهیه چسب از کیسه شنا

شکل ۴-۱- موارد مختلف استفاده از ماهیان خاویاری و خاویار

## ۴ - ۲ - خاستگاه خاویار

ارسطو در سه قرن قبل از میلاد مسیح از گوشت و تخم ماهیان خاویار یاد کرده است. اولین مدرک مکتوب در مورد خاویار متعلق به باتو (نوه چنگیزخان) در دهه ۱۲۴۰ است [تاریخچه مختصر ماهی خاویار(۲۰۰۹)] ، مارکوپولو دریا کاسپی را محل صید ماهیان خاویار بزرگ معرفی کرده است. اگرچه برخ منابع غربی، ایرانیان مجاور رود کر را نخستین مصرف کنندگان خاویار دانسته اند( مسیه، ۱۹۹۸، یاسایی، ۲۰۰۵) اما از بررسی منابع تاریخی ایرانی اطلاعی به دست نیامده است. همچنین گمان می رود که مصری ها و فنیقی ها در ۲۴۰۰ سال قبل از میلاد، یاد گرفته بودند تا تخم ماهی ها را نمک سود کنند تا برا مواقع ضرور مثل جنگ، قحطی و سفر بماند. در آثار مطالعه شده قدیم ایران از خاویار نامی نیست فقط ابوبکر جمالی یزدی در قرن ششم از گرانی تخمدان ماهی و دشواری بدست آوردن آن یاد کرده است. طبق نظر هرودت بیش از ۲۵۰۰ سال قبل، تاسماهیان صید و عمل آوری میشده‌اند ( ملت پرست، ۱۳۸۷) بررسی ها نشان می دهند، ماهیان خاویار فقط در آبها سرد نیمکره شمال حضور دارند. این ماهیها

در دوران اول زمین شناسی به صورت جنسهای متعدد از راسته ماهی های سنگواره ای پالتونیزی فرم، که ریزتر و دارای دم شبیه دم کوسه ماهیان بوده اند، پیدا شده اند.

در اصل این ماهی ها در اواخر دوره دونین از دوران اول زمین شناسی پیدا شده اند و از نظر تعداد در مقابل ماهی های متعلق به زیر رده ها میج بالگان و دو تنفسی ها اقلیتی بیش به شمار نمی رفتند. ولی در دوره کربنیفر که تعداد زیادی از اشکال مختلف دو زیر رده مذکور کم کم از بین رفتند پالتونیزی فرمها به خوبی رو به ازدیاد و انتشار نهادند. این اوضاع تا آغاز دوره تریاس از دوران دوم زمین شناسی دوام یافت. در ژوراسیک پالتونیزی فرمها با رو نهادن به انزوال تا آخر دوران دوم دوام نیاورده و از بین رفتند، ولی راسته تاس ماهی سانان (آسپینزری فرمها) با در برگرفتن سه خانواده به زندگی خود ادامه دادند.

#### ۴ - ۳ - صید ماهیان خاویاری و تاثیرات پیمان سایتس بر آن

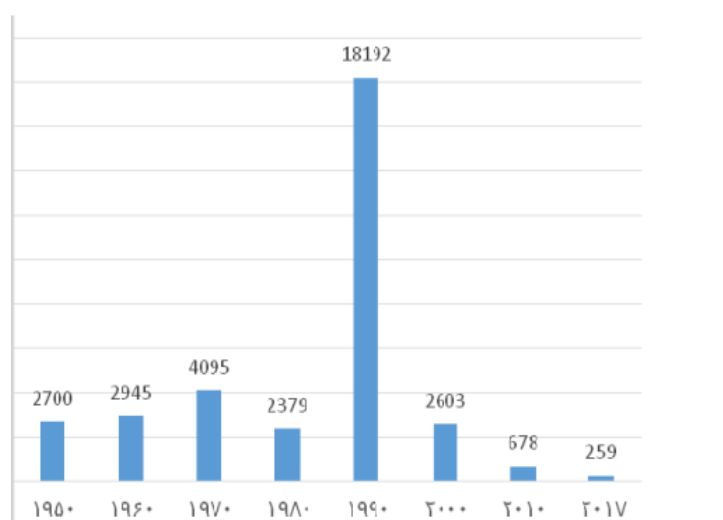
##### ۴-۳-۱- تاریخچه صید ماهیان خاویاری

صید ماهیان خاویاری در بخش جنوبی دریای خزر قبل از سال ۱۳۲۴ توسط قرقاق و طی سالهای ۱۳۲۴ الی ۱۳۳۴ عمدتاً توسط تورهای پنبه ای و پس از آن به وسیله دام های کاپرونی انجام می گرفت. هم اکنون نیز صید این ماهیان صرفاً با دام های شناور و ثابت گوشگیر (Gill Net) با ابعاد و چشمه های مختلف در نوار ساحلی و مصب رودخانه ها در ۵ ناحیه شیلاتی صورت می پذیرد. در سال ۱۲۱۹ شمسی صیادان روسی در استان گیلان (عمدتاً رودخانه سفیدرود) ۱۰۱۱۱۲ عدد ماهی خاویاری صید کردند. درحالی که در سال ۱۲۵۹ شمسی حدود ۳۰۰ نفر اتباع روسی در اواخر بهمن ماه (فوریه) روزانه از ۶۰۰ تا ۸۰۰ عدد، در ماه مارس، روزانه ۲۰۰۰ عدد و در ماه آوریل، روزانه از ۳۵۰۰ تا ۳۸۰۰ عدد ماهی (از جمله تاس ماهیان) را صید می کردند. در گذشته عمده صید ماهیان خاویاری در حوضه جنوبی دریای خزر مربوط به رودخانه سفیدرود بود به طوریکه محققین معتقدند صیدگاه سفیدرود که بر کناره رودخانه سفیدرود مستقر بود، سالیانه حدود ۵۰ تن استحصال خاویار داشت و عمدتاً صیدگاههای تاس ماهیان در جوار رودخانه ها تأسیس می گردید. در دوران گذشته و با شکل گیری شیلات ایران، پره کشها به صورت پیمانکار عمل کرده و با پذیرش شرایط معینی حدود ۴۰ درصد ماهیان صید شده را تحویل شیلات می دادند.



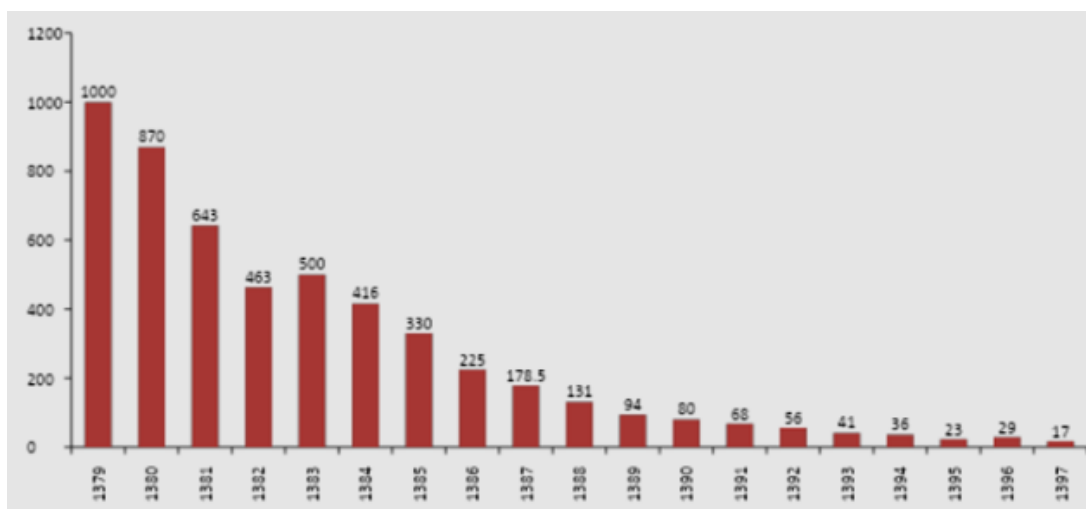
## ۴-۳-۲- روند تغییرات صید ماهیان خاویاری در جهان و ایران

صید ماهیان خاویاری از محیط های طبیعی در جهان طی چند دهه اخیر با شیب تندی در حال کاهش است و پس از افزایش ناگهانی میزان صید در حدود سالهای ۱۹۸۷-۱۹۹۲ که همزمان با دوره فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی شد و ثبت رکورد صید ۲۰۴۲۰ تن انواع تاسماهیان در سال ۱۹۸۸، روند نزولی صید تشدید و به عدد ۲۵۹ تن در سال ۲۰۱۷ رسید، این بدان معناست که میزان صید این ماهیان طی ۳۰ سال اخیر بیش از ۹۸٪ در جهان کاهش داشته است. (مکرمی، ۱۳۹۹) بنا بر آمار رسمی طی سالهای گذشته روند کاهشی ذخایر ماهیان خاویاری در کشورهای حاشیه دریای خزر تداوم داشته، بطوریکه میزان صید پنج کشور دریای خزر از حدود ۳۰ هزار تن در سال ۱۹۷۶ به حدود ۳۷ تن در سال ۲۰۱۰ رسید (به نظر میرسد این آمار با در نظر گرفتن صید غیر مجاز باشد). (European Environment Agency, 2012)



شکل ۴-۲- روند تغییرات جهانی صید ماهیان خاویاری در جهان

در سواحل ایرانی دریای خزر نیز صید ماهیان خاویاری از حدود ۱۰۰۰ تن انواع ماهی خاویاری در سال ۱۳۷۹ به حدود ۱۷ تن (جهت تکثیر، تولید و رهاسازی بچه ماهیان خاویاری جهت بازسازی ذخائر دریای خزر) در سال ۱۳۹۷ ثبت گردیده است (شکل ۴-۳، سالنامه آماری شیلات ایران).



شکل ۳-۴- روند تغییرات صید ماهیان خاویاری (تن) در ایران در سالهای ۱۳۹۷ تا ۱۳۷۹ (منبع: سالنامه آماری سازمان شیلات ایران)

#### ۴-۳-۳- پیمان سایتس

سایتس (پیمان تجارت بین المللی گونه های جانوری و گیاهان وحشی در معرض خطر انقراض؛ Citis: Convention On International Trade In Endangered Species Of Wild Fauna And Flora) یک معاهده چندجانبه برای حفاظت کردن از جانوران و گیاهان در معرض خطر است. این معاهده در نتیجه تصمیمی که در سال ۱۹۶۳ در گردهمایی اعضای اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت گرفته شد، پیش نویس شد. معاهده در سال ۱۹۷۳ به امضا گذاشته شد و ۱ ژوئیه ۱۹۷۵ به مرحله اجرا درآمد. هدف این معاهده این است که مبادلات تجاری بین المللی گونه های حیوانات و گیاهان وحشی، باعث به خطر افتادن بقای گونه های موجود در طبیعت نشود و سطوح حفاظتی مختلفی برای بیش از ۳۵/۰۰۰ گونه حیوان و گیاه در آن تعریف شده است.

متأسفانه ذخایر ماهیان خاویاری یا همان تاس ماهیان برای سالهای متمادی تحت فشار صید بوده و انواع گونه های آن در فهرست ضمیمه ۱ و ۲ کنوانسیون تجارت بین المللی گونه های در معرض خطر جانوران و جانوران وحشی (CITES) قرار دارند. بر اساس طبقه بندی اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت IUCN هر پنج گونه ماهیان خاویاری مشاهده شده در سواحل جنوبی دریای خزر متأسفانه در لیست گونه های به شدت در معرض خطر Critically Endangered سازمان مذکور قرار گرفته و ذخایر آنها نیازمند حفاظت شدیدی می باشد.

با توجه به اهمیت اینگونه ماهیان و دخالت سازمانهای بین المللی و قرار گرفتن اینگونه ماهیان تحت پیمان سایتس که سهمیه بندی صید را برای کشورهای ساحلی دریای خزر به دنبال داشت، روند کاهش ذخایر گند شد و امید برای حفظ ذخایر آنها افزایش یافت؛ اما در طی سالهای اخیر بررسی روند صید و بهره برداری از ذخایر ماهیان خاویاری دریای خزر و همچنین تکثیر مصنوعی و بازسازی ذخایر آنها، متأسفانه مبین کاهش چشمگیر ذخایر طبیعی تاس ماهیان در دریای خزر، (انقراض ماهیان خاویاری) نابودی رودخانه ها، رشد فزاینده صید غیرمجاز و توسعه منابع آلوده کننده این اکوسیستم منحصر به فرد بوده است.

در سال ۱۳۸۹ در سی و دومین اجلاس کمیسیون منابع زنده دریای خزر در باکو و با توافق پنج کشور ساحلی خزر، صید تجاری ماهیان خاویاری براساس تصمیم سران ایران، روسیه، جمهوری آذربایجان، ترکمنستان و قزاقستان برای پنج سال ممنوع شد. پس از اتمام این دوره، مجدداً به مدت دو سال ممنوعیت صید توسط کنوانسیون سایتس اعلام شد و پس از تمدید مجدد از سال ۲۰۱۶ به مدت پنج سال دیگر ممنوعیت صید تجاری اعمال گردید. هدف از ممنوعیت صید تجاری، ایجاد فرصت برای تکثیر مجدد و احیای آنها در دریا بیان شد و مقرر شد صید خاویاری در زمان ممنوعیت صید فقط، برای کارهای تحقیقاتی و تکثیر و بازسازی ذخایر پرورش بچه ماهی انجام گیرد.

از دلایل ممنوعیت صید می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ✓ اولویت حفاظت از منابع زنده آبی دریای خزر برای استفاده تجاری آنها،
- ✓ بهره برداری پایدار از منابع زنده آبی مشترک،
- ✓ به کارگرفتن قواعد بین المللی پذیرفته شده عمومی مورد قبول طرفها در رابطه با مدیریت صیادی و حفاظت از منابع زنده آبی دریای خزر،
- ✓ حفاظت از نظام بوم شناختی و تنوع زیستی منابع زنده آبی در دریای خزر،
- ✓ به کارگرفتن تحقیقات علمی به عنوان اساس حفاظت از منابع زنده آبی و مدیریت منابع زنده آبی مشترک،
- ✓ تطابق اقدامات مربوط به حفاظت، بهره برداری بهینه از منابع زنده آبی دریای خزر و مدیریت منابع زنده آبی مشترک در سراسر منطقه زیستگاه گونه ها.

## ۴ - ۴ - وضعیت ذخایر ماهیان خاویاری و خاویار کشور

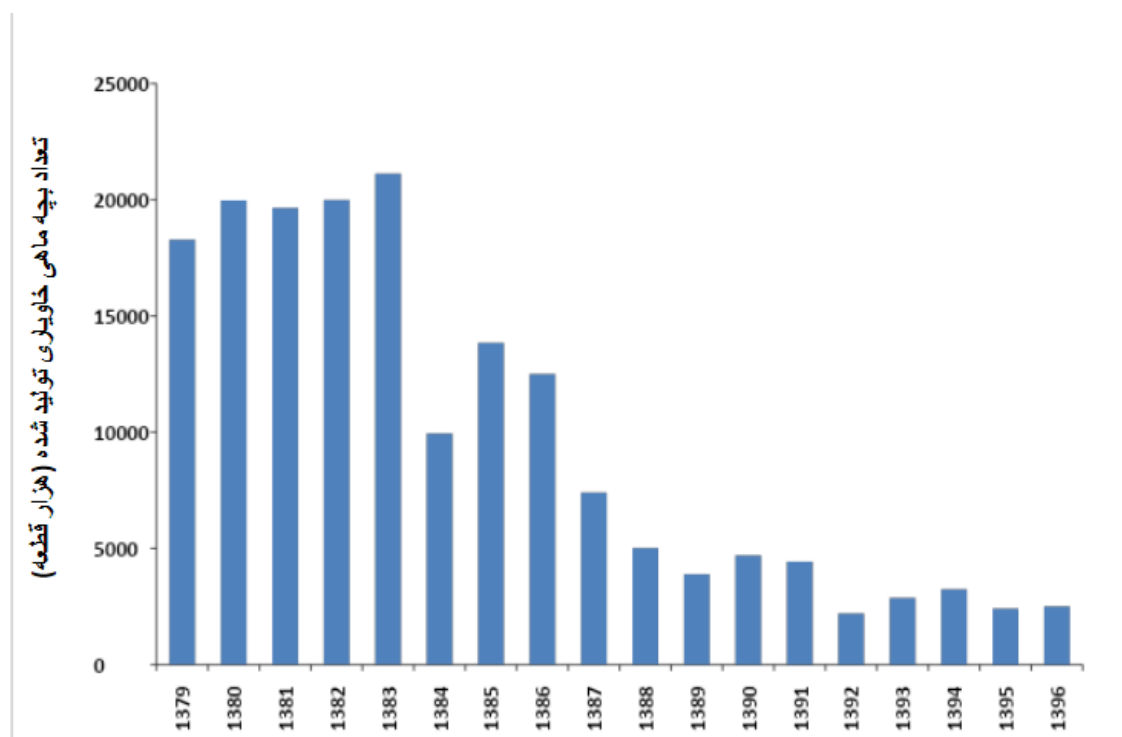
تمامی گونه های ماهیان خاویاری دریای خزر در معرض خطر و برخی از گونه ها مانند شیپ در آستانه انقراض نسل قرار دارند. انقراض این ماهیان در حال وقوع است و با توجه به وضع حاکم بر حفاظت و احیای این ذخایر با ارزش و متأسفانه عدم هماهنگی علمی و عملی و در نتیجه اقدام همگام پنج کشور بهره بردار حاشیه دریای خزر، شاهد کاهش هر چه بیشتر این ماهیان در سالهای آتی خواهیم بود. میزان استحصال خاویار نیز که با میزان صید ارتباط مستقیم دارد، طی دوره های مورد بررسی، تقریباً وضعیتی مشابه میزان صید را داشته و کاهش شدیدی را نشان داده است.

طی سالهای گذشته عوامل متعددی در از بین بردن ذخایر ماهیان خاویاری و تخریب زیستگاههای آنها نقش داشته اند که از مهمترین آنها میتوان به احداث سد بر روی رودخانه ولگا که مهمترین منبع تامین آب دریاچه است؛ در سال ۱۹۶۱ و متعاقب آن ساخت سد بر روی رودخانه های مهم دیگر در ایران و سایر کشورهای حاشیه این دریا اشاره نمود که به عنوان مانعی بزرگ جهت مهاجرت، تکثیر و زاد و ولد این ماهیان نام برد. بعلاوه فروپاشی کشور شوروی سابق در سال ۱۹۹۱، توسعه صید غیر مجاز پس از فروپاشی و ایجاد کشورهای تازه استقلال یافته و فشار اقتصادی ناشی از این تحولات، موجب آن گردید تا مردم این کشورها به دور از هرگونه کنترل و نظارت بر بهره برداری به غارت منابع طبیعی و آبیان روی آورده و در این میان مسیر را برای سودجویان، قاچاقچیان و تولید کنندگان و تاجران غیر قانونی خاویار هموار سازند. از طرفی ورود انواع آلاینده های صنعتی و نفتی به دریا که از زمان شوروی سابق آغاز گردیده بود با اجرای برنامه های توسعه ای افزایش یافته و در این راه ورود انواع آلاینده های شهری و کشاورزی به دریا و رودخانه ها به شدت افزایش یافت. بطوریکه از سالهای ۱۹۹۰ به بعد صید غیر مجاز و ورود آلاینده ها با منشاء خشکی و دریایی به دریا روز به روز گسترش یافته و این مشکل به سواحل ایرانی نیز کشیده شد. با توجه به شرایط پیش آمده، زیستگاههای ضروری و مناطق حساس از قبیل رودخانه ها، محیط دریایی، تالابها و خلیج ها برای زندگی اغلب ماهیان بویژه ماهیان رود کوچ (ماهیان) که برای تخمریزی از دریا به رودخانه می آیند) از جمله ماهیان خاویاری بشدت نامطلوب گردیده و در کنار عدم مدیریت یکپارچه ذخایر مشترک شرایط را برای در معرض خطر قرار گرفتن ذخایر این آبیان مهیا ساخت.

#### ۴-۱- تکثیر، تولید و رهاسازی بچه ماهیان خاویاری جهت بازسازی ذخائر دریای خزر

به منظور حفاظت از ذخایر ارزشمند ماهیان خاویاری، با احداث کارگاه شهید بهشتی نزدیک سد سنگر استان گیلان، تکثیر نیمه مصنوعی و تولید انواع بچه ماهیان خاویاری جهت رها سازی به دریا، از سال ۱۳۵۱ به صورتی جدی در دستور کار شیلات ایران قرار گرفت. در این سال حدود ۳/۳۵ میلیون قطعه انواع بچه ماهی خاویاری تکثیر و در رودخانه های مناسب بویژه رودخانه سفید رود رها سازی گردید. پس از انقلاب اسلامی و در سال ۱۳۶۴ مرکز تکثیر مرحوم دکتر یوسف پور در استان گیلان، در سال ۱۳۶۹ مرکز تکثیر شهید مرجانی در استان گلستان و در سال ۱۳۷۴ مرکز شهید رجائی در استان مازندران و به چرخه تولید بچه ماهیان خاویاری و رها سازی آنها به رودخانه ها جهت بازسازی ذخایر وارد شدند. بطوریکه تولید و رهاسازی انواع بچه ماهی خاویاری در سال ۱۳۸۳ به بیش از ۲۲ میلیون قطعه رسید. اما بدلائل مختلف بویژه صید غیر مجاز و تخریب شدید زیستگاههای ماهیان خاویاری این اقدام نیز تا حدود زیادی اثر بخشی خود را از دست داد و رها سازی بچه ماهیان خاویاری بدلیل نبود مولدین مناسب و کافی با مشکلات عدیده ای روبرو شده و به شدت کاهش یافت، به طوری که از سال ۱۳۹۰ به بعد به کمتر از ۵ میلیون عدد در سال رسیده است (شکل ۴-۴). اکنون تهیه مولدین پنج گونه مورد نظر با مشکلات عدیده ای روبرو شده و عملا امکان تکثیر و تولید بچه ماهیان به حداقل خود در تاریخ فعالیت های بازسازی ذخایر رسیده است.

با توجه به اینکه ۹۰ درصد ترکیب صید تاسماهی ایرانی بین ۱۲ تا ۱۷ سال می باشد، باید افزایش میزان صید در سالهای اخیر را شاهد بودیم که متأسفانه با توجه به مشکلات ذکر شده به خصوص با از بین رفتن ذخایر ماهیان جوان در دامهای صید ماهیان استخوانی شاهد کاهش صید می باشیم. این کاهش در کل دریای خزر نیز نمایان بوده و براساس آخرین آمار منتشره و در دسترس از سایر کشورهای حاشیه دریای خزر، میزان رهاکرد بچه ماهیان خاویاری در سال ۲۰۰۱ برابر ۹۶/۳ میلیون عدد بوده و در سال ۲۰۰۹ به ۴۰/۴ میلیون عدد کاهش یافته است که معادل ۵۸ درصد کاهش نشان می دهد.



شکل ۴-۴- تعداد بچه ماهی تولید شده در سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۷ (منبع: سالنامه آماری سازمان شیلات ایران)

#### ۴-۴-۲- عوامل کاهش شدید ذخایر ماهیان خاویاری

عمده ترین عواملی که موجب کاهش شدید ذخایر ماهیان خاویاری و وضعیت نامساعد و غیرقابل قبول در دریای خزر شده اند، عبارتند از:

- ✓ تغییرات آب و هوا و کاهش کیفیت محیطی
- ✓ فقدان مدیریت هماهنگ و کارآمد بر روی ذخایر مشترک در بین پنج کشور حاشیه دریای خزر،
- ✓ فشار صید غیرقانونی و خلأ نبود قوانین جامع و بازدارنده جهت پیشگیری از صید غیرمجاز و برخورد سلیقه ای و چندگانه با مرتکبین صید غیرمجاز،
- ✓ روند رو به تخریب رودخانه ها و دریا به عنوان محل تخم ریزی و زیستگاه این ماهیان و نقش آنها در کاهش ذخایر و روند نزولی حجم زنده ماهیان خاویاری،
- ✓ هجوم شانه دار به دریای خزر،

- ✓ عدم تکثیر مناسب و کافی ماهیان خاویاری در کشورهای حاشیه خزر،
- ✓ فقدان شناخت مناسب و پایین بودن آگاهی عمومی از مسائل زیست محیطی و بی توجهی جوامع محلی به آن،
- ✓ عدم وجود استراتژی بلند مدت بهره برداری پایدار ماهیان خاویاری،
- ✓ عدم وجود سیستم کارآمد حفاظت از منابع به دلایل متعدد.
- ✓ در این میان، صید بی رویه و صید غیرقانونی یکی از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر ذخایر میباشد.

#### ۴ - ۵ - صیدگاههای ایرانی ماهیان خاویاری

تعداد صیدگاه های ماهیان خاویاری در سال ۱۳۷۱، ۵۲ صیدگاه بود که در سال ۱۳۷۸ تعداد صیدگاههای فعال در صید ماهیان خاویاری ۳۷ صیدگاه که شامل ۱۳ صیدگاه در استان گیلان، ۱۹ صیدگاه در استان مازندران و ۵ صیدگاه در استان گلستان شد.

محدوده فعالیت صیدگاه های استان گیلان در دو ناحیه یک و دو از صیدگاههای شهید حسنپور در آستارا تا شهید ادیب در چابکسر بود. تعداد صیدگاههای ناحیه یک ۱۴ صیدگاه در طول ۱۷۰ کیلومتر ساحل بوده و صیدگاه های ناحیه دو که در طول ۹۴ خط ساحلی پراکنش داشت، به تعداد ۸ صیدگاه بود. مناطق بهره برداری در استان مازندران نیز از صیدگاه شهید فتوکیان در رامسر شروع و تا صیدگاه تازه آباد در بهشهر ادامه داشت. این استان دارای ۲ ناحیه شیلاتی شامل ناحیه پنج با ۵ صیدگاه در ۱۶۵ کیلومتر خط ساحلی و ناحیه ۳ دارای ۱۰ صیدگاه در ۱۳۵ کیلومتری خط ساحلی بود (شکل ۴-۵).

در استان گلستان یک ناحیه (ناحیه ۴)، شامل ۱۲ صیدگاه بود. صید ماهیان خاویاری از صیدگاه میانقله در شرق منطقه تازه آباد شروع می شد و تا صیدگاه فرید پاک در مرز حسن قلی در آخرین منطقه مرزی با کشور ترکمنستان ادامه داشت. همزمان با کاهش صید ماهیان خاویاری از تعداد صیدگاه های خاویاری نیز کاسته شد. ازسوی دیگر، تعداد تعاونی های صیادی پره، روند افزایشی داشته است. کاهش ذخایر و در پی آن کاهش فعالیت های صیادی از جمله تعطیلی صیدگاه ها تاثیر بسزایی در صنعت صید و

صنایع وابسته به آن دارد که می تواند عواقب و مشکلات اجتماعی و اقتصادی از جمله بیکاری را به همراه داشته باشد.



شکل ۴-۵- نقشه تأسیسات و نواحی مختلف شیلاتی و محل صیدگاه های ماهیان خاویاری در سواحل ایرانی دریای خزر (انتشارات اداره کل تولید و بهره برداری ماهیان خاویاری، شیلات ایران، ۱۳۷۸)

#### ۴ - ۶ - پرورش بازاری ماهیان خاویاری و تولید خاویار

تولید ماهیان خاویاری در ایران بدلیل رشد نسبتا بالا و تحمل شرایط آب و هوایی متنوع، وجود منابع نسبتا مناسب آب، خاک، پهنه گسترده و مناسب دریا برای پرورش آنها، هزینه های نسبتا پایین ساخت مزارع در مقایسه با اغلب کشورهای جهان، بازده اقتصادی مناسب پرورش و تولید خاویار، تقاضای جهانی مناسب جهانی، قیمت بالای آن، ارزش صادراتی و ارز آوری بالا، شناخته شده بودن و جایگاه ممتاز خاویار ایران در جهان، وجود متقاضیان و مشتریان با سابقه و قدیمی در کشورهای مختلف برای خرید خاویار، با برند بی همتای ایران، وجود تجربیات ارزنده در کشور در زمینه تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری و به ویژه عمل آوری خاویار، نیروهای متخصص و دانش آموختگان شیلاتی و نیز سیاستهای و برنامه نسبتا مناسب حمایتی دولت بویژه سازمان شیلات ایران از این صنعت، به عنوان یک فعالیت ارزشمند اقتصادی با حاشیه سود مناسب در کشور شناخته شده و در حال حاضر افراد زیادی علاقه مند به سرمایه گذاری در این بخش می باشند که در صورت هدایت و مدیریت مناسب این ظرفیت ها، صنعت



پرورش ماهیان خاویاری و تولید گوشت، خاویار و سایر فراورده های حاصل از این ماهیان میتواند صنعت شیلاتی کشور را متحول سازد.



شکل ۴-۶- ماهیان خاویاری پرورشی

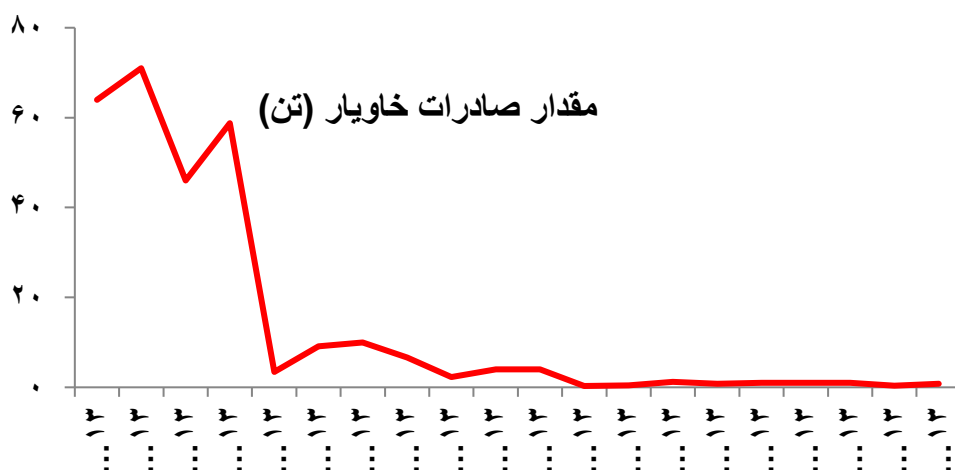
هر چند تکثیر انبوه ماهیان خاویاری با هدف حفظ و بازسازی ذخایر آبزیان از سابقه ای نسبتاً طولانی برخوردار است اما از عمر پرورش تجاری آن در ایران بیش از سه دهه نمی گذرد. اولین بار پرورش ماهیان خاویاری در سال شروع شد اما مطالعات توسعه آن در دهه هشتاد توسط شیلات ایران انجام و از سال ۱۳۸۴-۱۳۸۳ اقداماتی برای ترویج پرورش این ماهیان آغاز گردید و با گسترش عرضه بچه ماهی رایگان به مزارع متقاضی در سالهای ۸۸ تا ۹۱ و استمرار عرضه توسط دولت در سالهای بعد، تعداد مزارع پرورش ماهیان خاویاری به سرعت گسترش یافت، بطوریکه میزان تولید گوشت ماهیان خاویاری از طریق پرورش از ۴۵۶ تن در سال ۹۱ به ۲۸۳۹ تن در سال ۹۷ افزایش یافته است. در این میان میزان خاویار تولید شده در سال ۱۳۹۷ بر اساس آمار سازمان شیلات ایران حدود ۲۵۰۰ کیلوگرم بود.

بر اساس اطلاعات موجود در حال حاضر دسترسی به بچه ماهیان مناسب و با کیفیت برای شروع کار پرورش، تامین غذای ویژه ماهیان خاویاری با ضریب تبدیل مناسب، دیربازده بودن صنعت تولید ماهیان خاویاری پرورشی و خاویار حاصل از آنها و نیاز به سرمایه اولیه و سرمایه در گردش بالا، از بزرگترین مشکلات پرورش ماهیان خاویاری می باشد که شکوفایی این صنعت نیازمند سرمایه گذاری و حمایت بیشتری می باشد.

## ۴ - ۷ - تجارت خاویار

خاویار ایران برای سالهای متمادی با ارزش و قیمت مناسبی به بازارهای جهانی از ژاپن تا اروپا و امریکا صادر شده است. قدمت حضور خاویار ایران در بازارهای جهانی به زمان حضور لیانازوف در ایران باز میگردد. از حدود ۶۱ میلیون دلار صادرات محصولات شیلاتی در سال ۱۳۷۰ حدود ۵۲ میلیون دلار صادرات (۸۵٪) حاصل فروش خاویار در بازارهای جهانی بود. اما بتدریج با توسعه تولید سایر محصولات شیلاتی بویژه میگو و کاهش ذخایر و صید ماهیان خاویاری از مقدار ارزش صادرات خاویار کاسته شد. بطوریکه در سال ۱۳۸۰ از کل صادرات محصولات شیلاتی کشور ۶۶٪ مربوط به خاویار بود. با ممنوعیت صید و تجارت ماهیان خاویاری از سال ۲۰۱۰ به یکباره سهم خاویار در صادرات محصولات شیلاتی به شدت کاهش یافته و صفر رسید. با سرمایه گذاری مردم و حمایت های دولت از پرورش ماهیان خاویاری، این امیدواری وجود داشت که بتدریج خاویارهای حاصل از مزارع پرورشی وارد بازارهای جهانی شده و تا حدی بتوانند این نقصان را جبران نمایند.

نگاهی گذرا به تجارت جهانی خاویار در سال ۲۰۱۸ نشان میدهد که در این سال مقدار ۲۳۴ تن خاویار توسط ۴۴ کشور جهان به ۹۹ کشور صادر شده است. در بین صادر کنندگان، چین با صادرات ۹۷ تن در رتبه نخست و ایران با صادرات ۱۰۶۲ کیلو گرم در رتبه ۱۵ جهانی و چهارم آسیا قرار داشتند. پیش بینی میگردد که با توجه به افزایش تولید خاویار و در صورت بازاریابی مناسب، صادرات خاویار حاصل از ماهیان پرورشی ایران مجدداً بتواند به جایگاه خاویار وحشی در سالهای گذشته دست یابد.



شکل ۴-۷- روند صادرات خاویار (حاصل از ماهیان وحشی تا سال ۲۰۱۰ و پرورشی از آن به بعد) بر حسب (تن) در سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۸ (منبع: سالنامه آماری شیلات ایران)

بر اساس بررسی های بعمل آمده، تنظیم دستورالعمل های منطبق با مقررات بین المللی و اجرای آنها در مزارع پرورشی و نظارت دقیق بر اجرای آنها و اطمینان بخشی به مشتریان خرید خاویار و همچنین عدم وجود سیستم متمرکز دانش، تخصص و شناخت برای خریداران از مهمترین چالش های این بخش است.

موضوع بازاریابی و رقابت با تولید کنندگان اصلی بویژه کشور چین از دیگر مشکلات موجود در بازاریابی و تجارت خاویار و در حال حاضر مشکل تبادلات ارزی و انتقال پول و حتی کالا نیز به این مشکلات اضافه شده است. البته توجه به مواردی از قبیل تنوع بخشی به محصولات حاصل از ماهیان خاویاری از قبیل صادرات گوشت تازه و منجمد، پوست، چرم، مواد آرایشی، مواد دارویی، چسب و غیره و همچنین رفع موانع موجود در حمل و نقل محصولات به خارج از کشور با توجه به کمبود پروازهای هوایی مستقیم به مقاصد کشورهای مختلف و مشخص نمودن متولی خاص برای ایجاد، نظارت و کنترل فرایند یکپارچه تولید، فراوری، بازاریابی و صادرات ماهیان خاویاری پرورشی میتواند نقش بسزایی در رونق و تجارت ماهیان خاویاری داشته باشند.



شکل ۴-۸- بسته بندی قوطی های دو کیلوگرم خاویار حاصل از ماهیان خاویاری وحشی

#### ۴ - ۸ - ارزش غذایی خاویار

خاویار یک ماده غذایی بسیار با ارزش است که دارای ویتامینهای A، D و E و K ترکیبات مختلف ویتامین B (B1، B2، B12)، اسید فولیک، فولات و اسید پانتونیک، کولین، بتائین و با داشتن چربیها و اسید آمینه های با ارزش در ردیف یکی از غذاهای نیرو بخش به حساب می آید. پروتئین خاویار شامل اسیدهای آمینه آرژنین، هیستیدین، ایزولوسین، لوسین، لیزین و متیونین و چربی آن شامل ۲۵٪ کلسترول و ۷۵٪ لیستین می باشد. مواد معدنی موجود در خاویار شامل کلسیم، آهن، منیزیم، فسفر، پتاسیم، سدیم، روی، مس، منگنز، سلنیوم و فلوراید است. علاوه برآن، این فرآورده از میزان کالری بالایی حدود ۲۳۰۰ تا ۲۷۰۰ کیلوکالری برخوردار است. از جمله خواص خاویار می توان به افزایش سیستم ایمنی بدن، کاهش علائم پیری پوست، بهبود سلامت مغز و روان، سلامت قلب، بهبود باروری در مردان و مواد تغذیه ای مفید و کافی اشاره نمود. (2012, USDA)

#### ۴ - ۹ - نقش کرونا در تجارت خاویار

با توجه به اینکه خاویار به عنوان کالایی لوکس و با قیمت بالا محسوب میگردد، مشتریان عمده خاویار با هدف عرضه آن در هتل ها و مراکز تفریحی نسبت به خرید آن اقدام می نمایند. لذا تجارت خاویار وابستگی زیادی با صنعت گردشگری و توریسم دارد. شیوع جهانی کرونا از اوایل سال ۲۰۱۹، تداوم آن و وضع تدابیر قرنطینه ای که برای مقابله با شیوع ویروس کرونا در سطح جهان انجام گرفته، تاکنون تاثیر زیادی بر تجارت آن داشته است. در کنار این موضوع وضع مقررات سختگیرانه تر کنترل کیفیت و مستندسازی سختگیرانه تر، کاهش پروازهای هوایی به اقصی نقاط دنیا، روند کارهای مربوط به تجارت و دسترسی به بازارهای مختلف را برای صادر کنندگان سخت تر نموده و همین موضوع موجب کاهش قیمت جهانی خاویار گردیده است. در این راستا با توجه به اینکه از سالهای ۹۷ به بعد جهشی در تولید و تجارت خاویار ایران مشاهده میگردد، اما تولید کنندگان ایران تحت تاثیرات منفی پاندمی کرونا بر تجارت خاویار قرار گرفته اند.

## ۴ - ۱۰ - ابعاد حقوقی مدیریت جامع دریای خزر

اگرچه تولید خاویار حاصل از ماهیان خاویاری پرورشی در سالهای اخیر در کشور رونق گرفته و تلاش برای دسترسی به بازارها و صادرات این محصول با هدفمندی و قدرت بیشتری صورت می گیرد، اما مسئله اصلی، حفاظت و بازسازی مجدد ذخایر طبیعی ماهیان خاویاری است. بدون تردید دسترسی به این هدف والا، نیازمند مدیریت جامع دریای خزر و ذخایر ماهیان خاویاری می باشد که حداقل در دو سطح ملی و منطقه ای قابلیت بررسی و نیاز به پیگیری جدی دارد.

متأسفانه علیرغم قوانین متعدد و مکرر ملی، محیط زندگی این آبزیان در دریای خزر و خلیج ها و تالابهای متصل به این دریا، همچنان دارای وضعیت نامطلوب زیستی بوده و شرایط را برای تغذیه، مهاجرت، تولید و تکثیر، رشد بچه ماهیان به شدت سخت و غیر ممکن نموده است. علاوه بر مشکلات محیط طبیعی، مسائل اجتماعی و اقتصادی از قبیل بیکاری و مشکلات معیشتی در سواحل جنوبی دریای خزر بهانه و یا انگیزه ای برای صید غیر مجاز و غیر قانونی آبزیان، بویژه ماهیان خاویاری را فراهم کرده است.

اگرچه دستگاهها و وزارتخانه های مختلف از جمله سازمان شیلات ایران، وزارت جهاد کشاورزی و تا حدی سازمان حفاظت محیط زیست مطابق قانون، متولیان اصلی حفاظت و بهره برداری از منابع آبی جمهوری اسلامی ایران می باشند، اما بدون توجه به نقش سایر دستگاههای دیگر از جمله وزارت نیرو، استانداریها، فرمانداریها و شهرداریها، نیروهای انتظامی و امنیتی، سازمان بنادر و دریا نوردی، وزارت رفاه، کار و امور اجتماعی، وزارت اقتصاد و دارائی، وزارت امور خارجه، ستاد مبارزه با قاچاق کالا و ارز، گمرک و دهها وزارتخانه و دستگاه دیگر، سازمان های اصلی به تنهایی راه به جایی نخواهند برد؛ لذا لزوم تهیه برنامه جامع ملی حفاظت از منابع آبی و الزام دستگاهها به اجرای آن بیش از هر زمانی احساس میگردد.

با توجه به عضویت ایران در بسیاری از کنوانسیون ها و پروتکل های بین المللی و منطقه ای از جمله کنوانسیون تنوع زیستی CBD، پروتکل ایمنی زیستی کارتاگانا، عضویت در موافقتنامه حفظ و مدیریت ذخایر ماهیان با مهاجرت بالا و دوکاشانه ای، الزام به مقررات وضع شده توسط سازمان خواربار کشاورزی FAO، بخش محیط زیست UNEP و توسعه ملل متحد UNDP، همکاری با کنوانسیون حفاظت از جانوران مهاجر CMS، همکاری با اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت IUCN، کنوانسیون تجارت بین المللی جانوری و گیاهی در معرض خطر CITES و بسیاری از کنوانسیون ها و مقررات بین

المللی دیگر، لازم است از ظرفیت های موجود در این مقرات بین المللی در جهت حملیت و حفاظت از ماهیان خاویاری استفاده نمود.

اما با توجه به مشترک بودن ذخایر ماهیان خاویاری در دریای خزر و دسترسی هر پنج کشور به منابع و ذخایر آن، لزوم توجه بیشتر به استفاده از ابزارهای حقوقی منطقه ای موجود بیش از پیش ضرورت دارد. در فقدان رژیم حقوقی دریای خزر تنها ابزار موجود در همکاریهای منطقه ای جهت حفاظت از ذخایر ماهیان خاویاری، کمیسیون شیلاتی منابع زنده دریای خزر CAB است که سطح آن در حد روسای شیلات کشورها بوده و عملاً تنها ابزار شیلاتی برای کمک به احیاء و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری می باشد، اما کمیسیون مذکور فاقد خروجی های مطلوب، کاربردی و اجرائی بوده و تاکنون نتوانسته نقش اساسی و تعیین کننده ای را در حفاظت از ماهیان خاویاری ایفاء نماید. کنوانسیون محیط زیست دریای خزر معروف به کنوانسیون محیط زیست تهران که در نبود رژیم حقوقی دریای خزر پس از سالها تلاش کشور ایران سرانجام در سال ۲۰۰۳ مورد توافق پنج کشور حاشیه دریای خزر قرار گرفت هم نیز نتوانست مشکلات دریای خزر و ماهیان خاویاری برطرف نماید. چهار پروتکل حفاظت از تنوع زیستی، ارزیابی اثرات زیست محیطی، مقابله با آلودگیها با منشاء خشکی و مقابله با آلودگیها با منشا دریایی نیز که تدوین آنها قبلاً به پایان رسیده، تا کنون برای تصویب مجالس بلاتکلیف مانده اند. همچنین از ظرفیت کنوانسیون حفاظت از محیط زیست دریای خزر نیز که مصوب کلیه کشورهای حاشیه دریای خزر بوده استفاده نشده است.

در سال ۲۰۱۰ با توافق روسای جمهوری پنج کشور حاشیه دریای خزر، صید ماهیان خاویاری جهت حفاظت و احیای ذخایر این ماهیان، به مدت پنج سال ممنوع شد و صید این ماهیان تنها با هدف تهیه مولدین، تکثیر و تولید بچه ماهی و رها سازی آن به دریا تداوم یافت که این ممنوعیت تاکنون همه ساله تمدید شده و ادامه دارد. اما نکته مهم این است که بر اساس ارزیابی های بعمل آمده توسط انستیتوی بین المللی ماهیان خاویاری و موسسه تحقیقاتی علوم شیلاتی کشور، ممنوعیت صید مذکور تاثیری در بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری نداشته که گواه این مدعا مشکلات موجود در صید مولدین این ماهیان است که کاملاً نایاب و صید آنها تقریباً به صفر رسیده است. لذا ابزار ناکارآمد ممنوعیت صید در کشورهای حاشیه دریای خزر، نه تنها تاثیری بر ذخایر ماهیان خاویاری نداشته بلکه کاملاً در جهت منافع سایر کشورهای حاشیه این دریا یعنی روسیه، قزاقستان و آذربایجان که براحتی به صید این ماهیان پرداخته و گوشت و خاویار آن را در مراکز تفریحی و توریستی داخل کشور خود به فروش می رسانند

است. این در حالی است که کشور ایران که تمامی خاویار حاصل از ماهیان خاویاری خود را به کشورهای دیگر صادر مینمود، علاوه بر از دست دادن سهمیه صید خود در دریای خزر (عموما سهمیه صید ماهیان خاویاری کشور ایران بدلیل اقدامات حفاظتی مناسب ایران، در سالهای آخر فعالیت صید از تمامی کشورها بیشتر بود و حتی در برخی از سالها سهمیه این کشورها برای صید ماهیان خاویاری صفر و تنها ایران حق بهره برداری داشت)، بازارهای جهانی خود را نیز از دست داده و عملاً بهبودی هم در ذخایر ماهیان خاویاری حاصل نگردیده است. لذا تقویت همکاریها و موثر نمودن اقدامات منطقه ای با استفاده از ابزارهای بین المللی و بازنگری در محتوای توافق ممنوعیت صید ماهیان خاویاری، بیش از پیش ضروری می باشد (پورکاظمی، ۱۳۸۷).

#### ۴ - ۱۱ - پیشنهادات در زمینه حفاظت از ماهیان خاویاری وحشی و توسعه پرورش ماهیان خاویاری

در مجموع با توجه به آنچه که اشاره شد میتوان جهت تجارت ذخایر وحشی ماهیان خاویاری دریای خزر و توسعه پرورش و تجارت ماهیان خاویاری پرورشی و خاویار حاصل از آنها به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- حفاظت و احیای مناطق زیستگاهی و ضروری برای زندگی ماهیان خاویاری شامل مناطق دریایی، رودخانه ها، تالابها و خلیج
- ۲- پیشگیری و مقابله جدی با صید غیر قانونی، گزارش نشده و تنظیم نشده IUU و فعال نمودن ظرفیتهای موجود در سایر وزارتخانه ها و دستگاههای کشور
- ۳- کنترل جدی آلودگیها ناشی از فعالیتهای در خشکی و دریا و مدیریت هماهنگ و یکپارچه زنجیره های صید، حفاظت، بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری
- ۴- ایجاد امکان تکثیر طبیعی ماهیان خاویاری و افزایش کیفیت بچه ماهی خاویاری تولید شده جهت رها سازی از قبیل ارتقاء سلامت، افزایش وزن و سن رها سازی، رها سازی مناسب، اعطای حقابه رودخانه ها و غیره

- ۵- مدیریت یکپارچه کلیه زنجیره های وابسته به احیای ذخایر ماهیان خاویاری اعم از حفاظت، صید، تولید و رهاسازی بچه ماهیان
- ۶- بکارگیری ظرفیتهای قانونی موجود و توسعه و تقویت آنها در سطوح ملی، منطقه ای و بین المللی جهت حفاظت از دریای خزر و ذخایر ماهیان خاویاری، و پیگیری جدی مدیریت یکپارچه و تقویت همکاریها در زمینه حفاظت منابع آبزیان در سطوح مختلف
- ۷- انتخاب بهترین و کارآمدترین روشها و گونه های مورد نظر برای پرورش ماهیان خاویاری متناسب با هوا و اقلیم و همسو با توسعه پایدار
- ۸- مدیریت صحیح کلیه زنجیره های وابسته به تولید ماهیان خاویاری و خاویار اعم از تکثیر، پرورش، فرآوری، بازاریابی، تجارت، تحقیق و توسعه و تعیین یک ساختار مسئول و متولی
- ۱۰- ارتقاء علمی پرورش دهندگان، تولید کنندگان، کارشناسان و استفاده هدفمند علمی و تحقیقاتی از دانش آموختگان شیلاتی در جهت تولید مناسب و پایدار
- ۱۱- توجه بیشتر دولت، وزارت جهاد کشاورزی، بانک ها و سایر دستگاههای متولی و مرتبط، بر ظرفیت موجود در این بخش از فعالیتهای تولیدی
- ۱۲- توجه ویژه به اثرات تغییر اقلیم، گرم شدن کره زمین و خشکسالی ها و بکارگیری اقدامات مربوط به سازگاری Adaptation و اقدامات جهت کاهش اثرات تغییر اقلیم Mitigation Measures
- ۱۳- ایجاد راهکارهای مناسب جهت اشتغال صیادان غیر مجاز و جامعه محلی شاغل در زمینه خاویار

## ۴ - ۱۲ - جمع بندی

با توجه به صدمه شدید ذخایر ماهیان خاویاری در جهان و دریای خزر، حفاظت موثر از ذخایر این آبزیان و محیط زندگی آنها، ضروری و اجتناب ناپذیر می باشد. در این راستا میتوان به حفاظت از مناطق حساس شیلاتی از قبیل دریا، رودخانه ها، خلیج ها و تالابها اشاره نمود. جهت نیل به این هدف، تلاش بیشتر و مدیریت قوی تر سازمانهای متولی و لزوم همکاری مسئولانه سایر دستگاهها و همچنین استفاده از ظرفیت های موجود در ابزارها و قوانین بین المللی و منطقه ای ضروری است.



بمنظور پاسخگویی به نیاز کشور و همچنین بازیابی جایگاه ایران در بازارهای جهانی خاویار، لازم است توسعه پرورش ماهیان خاویاری با رویکرد مسئولانه، مدیریت شده و با انجام هماهنگیهای لازم تقویت گردد. در این راستا موانع متعددی جهت توسعه تولید و تجارت ماهیان خاویاری و خاویار آن وجود دارد که لازم است این موانع کاملاً برطرف گردند که از جمله آنها میتوان به تامین بچه ماهی کافی و مناسب، غذای ویژه ماهیان خاویاری با ضریب تبدیل مطلوب، استفاده بهینه از منابع آب بویژه محیط آماده دریا، اعطای تسهیلات و کمک به تولید کنندگان با توجه به دیر بازده بودن فعالیت پرورش ماهیان خاویاری، رفع موانع تجاری و تبادل ارز و تسهیل در برقراری خطوط هوایی، بازاریابی مناسب، تولید محصولات متنوع ماهیان خاویاری و مشخص نمودن متولی خاص جهت مدیریت، نظارت و کنترل تولید، عمل آوری، کنترل کیفی، نگهداری، بازاریابی و تجارت ماهیان خاویاری و خاویار حاصل از آنها، اشاره نمود. فرایندی که تجربه آن برای سالهای متمادی و در بالاترین سطح خود در زمینه ماهیان خاویاری وحشی وجود داشته و با از بین رفتن ذخایر ماهیان خاویاری وحشی و توقف صادرات این ماهیان و خاویار حاصل از آنها و انحلال شرکت بازرگانی شیلات عملاً از بین رفته است.

## فصل پنجم

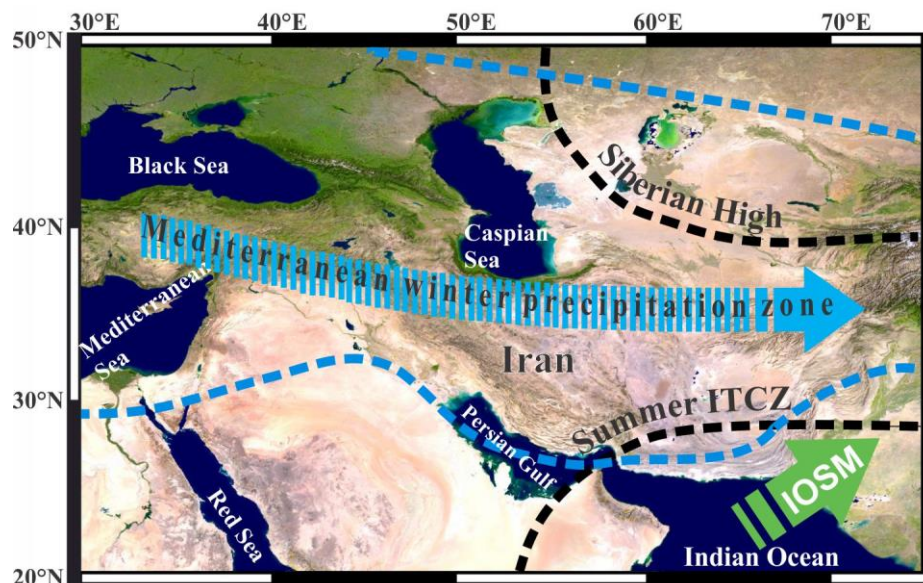
# ۵ - بررسی اثرات تغییر اقلیم بر سواحل جنوبی دریای خزر و روش‌های سازگاری با آن

### ۵ - ۱ - مقدمه

با ادامه روند گرمایش جهانی سامانه مانسون در جنوب کشور تقویت یافته و با توجه به تاثیرات اثبات شده دیرینه اقلیمی این پدیده بر انتقال رو به شمال بادهای غرب وزان میانی و به تبع آن افزایش میزان بارش بر روی حوضه آبریز رودخانه ولگا به عنوان اصلی ترین تامین کننده آب دریای خزر، تراز آب دریای خزر افزایش خواهد یافت. این در حالی است که بارندگی‌ها بر روی حوضه جنوبی آبریز خزر کاهش خواهد یافت (Gurjazkaite et al., 2018; Sharifi et al., 2015; Vaezi et al., 2019).

پیش‌بینی تغییر اقلیم (IPCC, 2019) حاکی است که روند عمومی بارش در ۲۰۳۵ و ۲۰۵۰ در حوضه دریای خزر کاهش خواهد یافت. به علاوه همزمان روند دمای هوای این منطقه افزایشی خواهد بود. اما دریای خزر تنها از آب و هوای روی دریا و سواحل آن متأثر نیست. بخش عمده‌ی حوضه آبریز دریای خزر در سرزمین اروپایی روسیه واقع است. این بخش از حوضه آبریز نقش کلیدی و تعیین کننده در بیلان آب دریای خزر ایفا می‌کند. پیش‌بینی دمای هوا و میزان بارندگی حاکی از افزایش بارش و افزایش دما در این بخش است. از این رو افزایش دما سبب تغییر در زمان طغیان بهاری رودخانه ولگا، از ماه‌های بهاری به ماه‌های زمستانی خواهد شد. همچنین بخشی از افزایش بارش به دلیل افزایش دما هم در حوضه آبریز ولگا و هم بر روی دریای خزر به صورت افزایش تبخیر جبران می‌شود. اما افزایش بارندگی در حوضه ولگا در نهایت باعث افزایش آبدهی ولگا به حوضه خزر و به تبع آن افزایش تراز آب دریای خزر خواهد شد. تراز آب دریای خزر حول دو تراز ۲۶- و ۲۸- متر دارای پایداری نسبی است.

(Rychayov, 1997). بدین معنی که احتمال ماندگاری تراز آب در این دو نقطه بیشتر است. از آن جا که پیش‌بینی افزایش بارش روی حوضه‌ی ولگا و دیگر بخش‌های حوضه‌ی آبریز خزر (قفقاز، البرز و زاگرس) دارای دو روند کاملاً متضاد هستند، بنابراین افزایش تراز آب خزر در دو دوره‌ی ۲۰۳۵ و ۲۰۵۰ بطئی خواهد بود و به دلیل افزایش فراوانی شرایط حدی، علی‌رغم روند عمومی افزایش یافته‌ی دوره‌های کوتاه تراز کاهنده همانند سال ۲۰۱۰ خواهد بود (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).



شکل ۵-۱- فلات ایران از دیدگاه هواشناسی یکی از مناطق بسیار پویای جهان محسوب می‌شود که اقلیم آن را برآیند اندرکنش جبهه‌ی پرفشار سیبری، بادهای غربی مدیترانه‌ای و بادهای موسمی اقیانوس هند (مونسون) کنترل می‌کند (Gurjazkaite et al., 2018; Sharifi et al., 2015; Vaezi et al., 2019).

## ۵-۲- نوسانات تراز آب دریای خزر

### ۵-۲-۱- مقدمه

تغییر تراز آب حوضه‌های آبی عامل مهمی در تغییر روند فعالیت‌های طبیعی آنها به شمار می‌آید. حجم و سطح آب حوضه و شکل سواحل تابعی از تراز آب حوضه است. تراز آب حوضه‌های آبی در طول زمان و در گستره‌ی آن‌ها تغییر می‌کند. تغییر بلند مدت تراز آب حوضه‌های اقیانوسی به آرامی و عمدتاً به دلیل تغییر اقلیم و فرآیندهای زمین‌شناختی صورت می‌گیرد. نوسان تراز آب حوضه‌های آبی بسته در زمان کوتاه‌تر قابل مشاهده بوده و علاوه بر عوامل یاد شده، عوامل انسانی نیز به سرعت اثر خود را نشان

می‌دهند. از این رو دریاچه‌ها محیط‌های مناسبی برای ردیابی تغییرات دیرینه محیطی هستند (Zenkovich, 1957; Leontiev, et al., 1977). دریای خزر نیز به‌عنوان بزرگ‌ترین حوضه آبی محصور در خشکی پس از جدا شدن از دریای سیاه در پلیوسن میانی، در حدود پنج میلیون سال پیش، (Federov, 1995) چرخه‌های متعدد نوسان تراز آب را تجربه کرده است. مساحت این حوضه بر اثر این تغییرات از یک میلیون کیلومتر مربع تا صد و پنجاه هزار کیلومتر مربع در نوسان بوده است و دامنه‌ی تغییر تراز آب بیش از ۳۰۰ متر تخمین زده می‌شود (Rychagov, 1997). اثرات تغییر تراز آب به سرعت در ناحیه ساحلی ثبت می‌شود. تغییر شکل سواحل، شکل‌گیری محیط‌های آبی جدید و جابه‌جایی زیستگاه آبزیان از مهم‌ترین پیامدهای نوسان تراز آب خزر است (Varushchenko et al., 1987).

تراز نسبی آب دریای خزر (تراز سطح آب نسبت به نقطه‌ای ثابت روی خشکی بالتیک برای کشورهای شوروی سابق و فاو برای ایران) در گستره‌ی زمان - فضا بسیار متغییر است. حرکت قائم جایی که تراز سنج بر روی آن نصب شده است و تغییر حجم آبی که تراز سنج در آن شناور است عامل مستقیم در تغییر تراز آب می‌باشند. تغییر تراز آب به دلیل گرانش خورشید و ماه، نیروی باد، تغییر فشار هوا و یا ورودی رودخانه‌ها می‌تواند تراز آب را در زمان کوتاه تغییر دهد (Kroonenberg et al., 2000). اثر نیروی باد برای تغییر تراز آب خزر بسیار مهم و دامنه‌ی آن بسیار وسیع است. تغییر تراز آب خزر می‌تواند بر اثر تغییر حجم حوضه‌ی خزر نیز رخ دهد. فعالیت‌های زمین‌شناختی و پرشدن حوضه توسط رسوب می‌تواند حجم آبگیر خزر را تغییر دهد. اثر این تغییر حجم در زمان زمین‌شناسی بروز می‌کند (Kaplin and Selivanov, 1995; Voropaev et al., 1998). تغییرات زمین‌ساختی با تغییر حوضه‌ی آبریز خزر و انحراف مسیر رودخانه‌ها در تغییر تراز آب خزر مؤثر هستند (Rychagov, 1997). تراز آب دریای خزر بر اثر تغییر حجم آب به دلیل تغییر دما و شوری آب نیز رخ می‌دهد. اثر تغییر دما بر روی تراز آب در فصول گرم و سرد نیز محسوس است (Azimov, et al., 1986). اما از مهم‌ترین عوامل نوسان تراز آب حوضه خزر تغییر در میزان آب ورودی و خروجی آن است. در طی سالیان اخیر نوسان بلندمدت تراز آب برای ساکنان مناطق ساحلی خزر کاملاً محسوس بوده که به علت تغییر بیلان آب خزر بوده است (Lahijani, 2000; Jol et al., 1996; Kaplin, and Selivanov, 1995).

حرکت آب در حوضه، تغییر شکل حوضه، تغییر دما و شوری آب و تغییر بیلان آب همگی باعث نوسان تراز آب خزر می‌گردند. اهمیت نسبی هر یک از عوامل برحسب زمان و گستره تأثیر متفاوت است. اثرات تغییر تراز آب خزر بر روی فرآیندهای فیزیکی هم‌چون تبخیر، چرخه‌ی آب و رسوبگذاری، بر

فعالیت‌های زیستی همچون اکولوژی ساحلی و نیز فعالیت‌های انسانی همچون صنایع دریایی، بسیار گسترده است (Azimov et al., 1986; Neal, 2004).

### ۵-۲-۲- دلایل نوسانات تراز آب دریای خزر

به طور کلی عواملی که باعث نوسانات تراز آب حوضه‌های آبی بسته می‌شوند، در چهار دسته کلی قرار داده‌اند که تغییرات تراز آب خزر در این چهار دسته مورد بررسی قرار گرفته است:

- عوامل مؤثر در تغییر حجم آب
- عوامل تأثیر گذار بر حجم حوضه رسوبی
- عوامل مؤثر بر بیلان آب حوضه
- عواملی که باعث حرکت آب در درون حوضه می‌شوند.

### ۵-۲-۲-۱- عوامل مؤثر در تغییر حجم آب

تغییر دما از مهم‌ترین عوامل تغییر حجم آب دریا عنوان شده است. اگر حجم آب و مساحت خزر در تراز ۲۶- متر به ترتیب ۷۸۸۴۵ کیلومتر مکعب و  $۱۰^۳ * ۴۰۵$  کیلومتر مربع باشد، (با فرض شیب عمودی ساحل در این تراز) با افزایش یک درجه سلسیوس دمای آب تراز آن چهار سانتی‌متر بالا خواهد آمد (The caspian Sea, 1992). تغییرات شوری نیز در حجم آب تأثیر گذار است افزایش شوری آب، باعث کاهش حجم آن می‌گردد و معادل  $۱/۴$  تغییر حجم ناشی از یک درجه تغییر دما در آب است (The Ocean Basins, 1995).

### ۵-۲-۲-۲- عوامل تأثیر گذار بر حجم حوضه

تغییر حجم حوضه رسوبی به علت تجمع رسوبات فاکتور اصلی و اساسی در نوسانات تراز آب خزر محسوب نمی‌شود. میزان رسوبات وارده به حوضه خزر با منشأهای مختلف اعم از بادی رودخانه‌ای، زیستی ۱۷۲-۱۰۴ میلیون متر مکعب در سال برآورد شده است. این حجم رسوبات با تحکیمی حدود ۲۰٪ در سال قادر هستند تراز آب خزر را به میزان  $۰/۴۶$  تا  $۰/۲۷$  میلی‌متر بالا بیاورند (Kelige and Selivanov, 1995).

حرکات تکتونیکی باعث افزایش یا کاهش حجم حوضه رسوبی خزر می‌گردد. برخی پژوهشگران این عامل را یک فاکتور اصلی و برخی آن را یک فاکتور فرعی در نوسانات تراز خزر محسوب می‌نمایند. میزان حرکات تکتونیکی از روی تراس‌های قدیمی در طول مرز باکوین-خزرین زیرین و مرز خزرین زیرین-بالایی، ۰/۲ میلی‌متر در سال، خزرین-خوالین ۱/۹ تا ۱/۶ میلی‌متر در سال و خوالین زیرین تا بالایی ۰-۰/۳ میلی‌متر در سال برآورد شده است (Rychagov et al., 1994). حرکات تکتونیکی و کوهزایی از پلیستوسن بالایی تا هولوسن ادامه داشته اما روندی بطئی را در پیش گرفته است. بنابراین فعالیت‌های زمین‌ساختی بسیار کند عمل می‌کنند و در نوسان‌های کنونی تراز آب خزر چندان مؤثر نیستند (Federov, 1995). (فعالیت‌های سائیزمیک باعث ایجاد نوسانات کوتاه مدت تراز آب خزر می‌شود).

#### ۵-۲-۲-۳- عوامل مؤثر بر بیلان آب حوضه خزر

ورود آب رودخانه ای به خزر، ورود آب زیرزمینی، بارش بر روی دریا و تبخیر از سطح دریا و خروج آب به خلیج قره بغار از مهمترین مولفه‌های بیلان آب خزر هستند. ورودی آب رودخانه‌ها مهم‌ترین پارامتر مثبت بیلان آب خزر است. بطوریکه در مؤلفه‌های بیلان آب ۷۰٪ نوسانات مطلق تراز را به خود اختصاص داده است. از میان رودخانه‌هایی که به حوضه خزر می‌ریزند رودخانه ولگا با سهمی در حدود ۸۰٪ بیشترین آب ورودی به حوضه را تامین می‌کند، که کوچکترین تغییر در دبی این رودخانه بر نوسانات تراز آب خزر مؤثر است. حوضه ی آبریز رود ولگا در مقایسه با حوضه خزر در ناحیه متفاوتی از نظر آب و هوایی قرار دارد و متأثر از آب و هوای مناطق آتلانتیک شمالی، نواحی قطبی و اروپا است. در دوره‌های سرد سال میزان رطوبت در حوضه ولگا کاملاً مرتبط است با تبادل رطوبت بین اتمسفر و اقیانوس اطلس شمالی، اگر تبخیر مؤثر در آتلانتیک شمالی بیشتر از حد نرم باشد رطوبت بیشتری وارد حوضه آبریز ولگا شده به تبع آن، بارش در منطقه بیشتر و دبی رودخانه افزایش می‌یابد. اگر تبادل رطوبت بین اتمسفر و اقیانوس اطلس شمالی کمتر باشد این پدیده معکوس خواهد شد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

ورود آب رودخانه‌ها خصوصاً ولگا در مقایسه با سایر عوامل بیلان آب خزر چون دبی آب‌های زیرزمینی و میزان آب ورودی به خلیج قره‌بغاز نقش مهم‌تری را ایفا می‌نماید. مهم‌ترین پارامتر منفی در معادله بیلان آبی خزر تبخیر سطحی است. فرآیند تبخیر تحت تأثیر عوامل گوناگونی چون دمای سطحی

آب، شوری، ابرناکی، رطوبت هوا، وزش باد می‌باشد. در میان این پارمترها دمای سطحی آب نقش مهم‌تری را ایفا می‌نماید. هر چه این مقدار کمتر باشد تبخیر سطحی کمتر می‌گردد.

دمای سطحی آب تحت کنترل چرخه‌های آب موجود در حوضه می‌باشد، با بالا رفتن سرعت چرخه‌های آب خزر، میزان آب‌های سرد عمیق در سطح افزایش یافته و به دنبال آن دمای سطحی آب کمتر و تبخیر نیز کم می‌گردد. با کاهش یک درجه سانتی‌گراد دمای سطحی آب میزان تبخیر تا ۶٪ کاهش می‌یابد. زمان جابجایی کل آب خزر ۲۵۰ سال است، و میزان آن از شمال به جنوب افزایش می‌یابد. با مقایسه نمونه‌های ایزوتوپی آب از مناطق مختلف خزر از آغاز دهه ۸۰ و ۹۰ میلادی مشخص گردید که میزان بالآمدگی آب‌های عمیق ۱۳ متر در سال است با مقایسه نتایج آزمایشها در دوره‌های مختلف با فاصله‌های زمانی هشت سال نشان داد که چرخه آب دریای خزر سرعت بیشتری گرفته است. بطوریکه در اوایل دهه ۸۰ و ۹۰ میلادی میزان آب‌های عمیق در لایه ۱۵-۰ متری آب از ۱۷٪ به ۸۳٪ افزایش یافت (Brezgunov et al., 1997). در نتیجه با افزایش آب‌های سرد در بخش‌های سطحی، دمای آب کاهش یافته و متعاقب آن تبخیر کم می‌شود. بنابراین تحقیق در آغاز قرن ۲۱ چرخه آب خزر دوباره تغییر یافته و افزایش تراز آب متوقف خواهد شد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

مطالعات روند تغییرات شوری و دما در لایه‌های سطحی آب نشان می‌دهد، تغییرات شوری بر ویژگی‌های گرمایی آب تأثیرگذار است. شدت تبخیر با دمای سطحی آب رابطه مستقیم دارد. تاکنون رابطه شوری، دما و تبخیر و تأثیر این عوامل بر روی نوسانات تراز آب خزر به طور کامل و دقیق مورد بررسی قرار نگرفته است و مطالعات تکمیلی می‌تواند نکات مبهم زیادی را در مورد فرآیند تبخیر روشن نماید (Kosarev and Tuzhilkin, 1997).

ورود آب به خلیج قره‌بغاز از دیگر مولفه‌های مورد بررسی در بیلان آب خزر است. این خلیج در ناحیه بیابانی با تبخیر بالا قرار دارد و تبخیر از سطح آن تا ۲۵ کیلومتر مکعب می‌تواند در مولفه خروجی بیلان آب موثر باشد. تأثیر این پدیده در نوسان تراز آب خزر وابسته به سطح مقطع تنگه ارتباطی بین خلیج-دریا و تراز آب خزر دارد. در ترازهای پایین تراز (۳۵- متر) و بسیار بالا (۰ متر) اثر این خلیج در نوسان تراز آب ناچیز است. در ترازهای پایین ارتباط آبی این خلیج با دریا قطع می‌گردد و در حالت دوم بخشی از سواحل خاوری شده و رژیم تبخیر آن همانند این سواحل می‌گردد (علیزاده، ۱۳۸۲). میزان

آب‌های زیرزمینی وارد شده به حوضه در مقایسه با کل آب‌های سطحی بسیار جزئی بوده و نقش بسزایی در معادله بیلان آبی خزر ایفا نمی‌کند (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

در چند دهه‌ی اخیر عوامل انسانی نیز بر رژیم آبی خزر تأثیر گذار شده‌اند. برداشت آب از حوضه‌ی آبریز برای مصارف شهری، صنعتی و کشاورزی و تبخیر از دریاچه سدها بطور مستقیم بر بیلان آبی خزر تأثیر می‌گذارند. گرچه طرح‌های بزرگی در زمان شوروی برای اتصال حوضه‌ی آبریز خزر به حوضه‌های آبریز مجاور (دریاچه آرال، دریای سیاه، دریای بالتیک و حوضه‌ی قطب شمال) وجود داشت اما این طرح‌ها هیچ‌گاه به اجرا در نیامد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

البته مجموعه‌ی فعالیت‌های انسانی بر روی زمین به‌صورت افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو و افزایش دما و تغییر رژیم بارش در کره‌ی زمین بروز می‌یابد. اثر دخالت‌های مستقیم عوامل انسانی بر بیلان آبی خزر باعث شده است که تراز آب آن یک متر کمتر از زمانی باشد که اثر عوامل انسانی ناچیز بود. کاهش آبدهی رودخانه‌ها بر اثر استفاده از آب حدود ۸٪ برای کل خزر است و تنها در دوره ۱۹۹۰-۱۹۵۶ این مقدار ۱۲٪ بود. در برخی رودخانه‌ها کاهش آبدهی ممکن است به ۳۰٪ نیز برسد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

#### ۵-۲-۲-۴- عوامل مؤثر بر حرکت آب

فاکتورهای هیدرودینامیکی موثر بر نوسانات محلی و کوتاه مدت آب خزر عبارتند از: جزر و مد، موج، باد، فشار بارومتريک و طغیان بهاری آب رودخانه‌ها.

- میزان جزر و مد در دریای خزر بسیار کم است. بطوریکه در طول یک دوره ۱۲ ساعت، دامنه آن از ۱۲-۲ سانتی‌متر در نواحی مختلف متغیر است (The Caspian Sea, 1992).

- امواج دریا با نزدیک شدن به ساحل و شکسته شدن سبب تغییرات کوتاه مدت (Short-Time) در تراز آب می‌شوند. میزان *Wave Setup*، معمولاً ۰/۳ تا ۰/۲ ارتفاع موج و میزان *Wave Setdown* و *Wave Runup* حدود ۰/۹ تا ۰/۵ ارتفاع موج است، که بر حسب جنس مواد بستر متفاوت می‌باشد (Komar, 1976). نوسانات ناشی از حرکت آب در اثر وزش باد *Storm surge* در دریای خزر خصوصاً در بخش‌های شمالی حائز اهمیت است.



- هر میلی‌بار تغییر فشار اتمسفری در دریا‌های آزاد یک سانتی‌متر تراز آب دریا را جا به جا می‌نماید. در فشارهای پایین اتمسفری تراز آب دریا بالاتر خواهد آمد. البته این تأثیر بطور دقیق بر روی حوضه خزر اندازه‌گیری نشده است (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

### ۵-۲-۳- تاریخچه ی نوسانات تراز آب دریای خزر

دریای خزر بزرگترین توده‌ی آبی محصور در خشکی است که به طور طبیعی با دریا‌های آزاد ارتباط ندارد. حوضه‌ی آبریز خزر از منطقه‌ی بیابانی خشک در جنوب‌خاور تا مناطق معتدل مرطوب در عرض‌های جغرافیایی بالا پراکنده است (Leroy et al., 2011a). از این رو مطالعه‌ی خزر از دیدگاه اقلیم‌شناسی و دیرینه‌اقلیم و بررسی نحوه عملکرد و برهم‌کنش سیستم‌های آب‌وهوایی نیمکره شمالی حائز اهمیت است (Naderi Beni et al., 2013). بیش از ۸۰ درصد آب دریای خزر از طریق رودخانه‌ی ولگا تأمین می‌شود که حوضه‌ی آبریز آن در عرض‌های جغرافیایی بالا قرار دارد. این حوضه‌ی آبریز به طور عمده از سیستم آب و هوایی اطلس شمالی و سیستم‌های وابسته نظیر سیستم آب و هوایی جنب قطبی اثر می‌پذیرد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

یکی از مهمترین ویژگی‌های هیدرولوژی دریای خزر، نوسان‌های بلند مدت تراز آب آن است. دریای خزر فاقد جزر و مد محسوس است (Ghaffari and Chegini, 2009). بنابراین فارغ از نوسانات قابل اغماض روزانه، نوسانات تراز آب دریای خزر را می‌توان در دو دسته‌ی کلی نوسانات کوتاه‌مدت و نوسانات بلندمدت تقسیم‌بندی کرد (Lahijani et al., 2009).

نوسانات کوتاه‌مدت سالیانه‌ی خزر به صورت آهنگین رخ می‌دهد و وابسته به ورودی رود ولگا است (Terziev, 1992). در بهار، به دلیل ذوب شدن یخ و برف حوضه‌ی آبریز ولگا و افزایش بارش باران در عرض‌های جغرافیایی بالا، ورودی آب ولگا به ناگاه افزایش یافته و همچون جریانی در جهت پادساعت‌گرد و به موازات ساحل به سمت جنوب حرکت می‌کند. این مسئله موجب می‌شود به ترتیب، سواحل شمالی، غربی، جنوبی و شرقی افزایش تراز را در حدود چند ده سانتی‌متر را تجربه کنند (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

در پایان تابستان به دلیل کاهش بارندگی بر حوضه‌ی آبریز ولگا، ورودی آب به خزر کاهش یافته و در پلین پاییز و اوایل زمستان به دلیل یخ زدن آب در عرض‌های جغرافیایی بالا این میزان به حداقل خود می‌رسد. این چرخه، کم و بیش، هرساله تکرار می‌شود (Ibrayev et al., 2010).  
نوسانات بلند مدت خزر از الگوی پیچیده‌تری برخوردار است و پیش‌بینی آن تا کنون امکان‌پذیر نگردیده است. دلیل این امر تا حدود زیادی به عدم شناخت کامل از پیش‌بینی رفتار عوامل اثرگذار بر تراز بلندمدت خزر بازمی‌گردد.

دلایل بسیاری برای چرخه‌های تراز بلندمدت خزر عنوان شده است. از این میان می‌توان به پر شدن حوضه از رسوب و کاهش حجم حوضه (Klige et al., 1995)، عوامل تکتونیکی و حرکات کوهزایی (Federov, 1995)، تغییر در حجم آب به دلیل تغییر دما و شوری آب (Terziev, 1995) و تبخیر و بارش بر سطح دریا و حوضه‌ی آبریز خزر (Arpe and Leroy, 2007) به عنوان مهمترین عوامل ذکر شده یاد کرد.

امروزه تقریباً همه پژوهشگران خزر درباره‌ی این موضوع توافق دارند که علت عمده‌ی نوسانات خزر به عوامل هیدرولوژیک (تبخیر و بارش) خزر مرتبط است و سایر عوامل نظیر تغییر حجم حوضه یا تغییر حجم آب، لاقل در هولوسن، چندان بر نوسانات تراز خزر اثرگذار نیستند (Arpe and Leroy, 2007). از آنجا که حجم عمده‌ی آب ورودی به خزر از رود ولگا تأمین می‌شود، تلاش عمده محققین بر عوامل مؤثر بر دبی این رود نظیر تبخیر و بارش در حوضه‌ی آبریز آن استوار است (Arpe and Leroy, 2007). در میان عوامل اثرگذار بر بارش و تبخیر، ارتباط این عوامل با تشعشعات خورشیدی بیش از دیگر مدل‌ها مورد توجه واقع شده است (Kroonenberg et al., 2000; Naderi Beni et al., In Press).

پس از جداسدن خزر از دریای آزاد در زمان پلیوسن، تراز آب آن حدود ۱۵۰ متر نوسان داشته است (جدول ۵-۱). حتی در سده‌ی گذشته نیز تراز آب خزر تا حدود سه متر نوسان کرده است.

در آغاز کواترنری، پسروی بزرگی در دریای خزر روی داد بطوریکه تراز آب آن ۳۰۰ متر پایین‌تر از تراز کنونی قرار گرفت. از اینرو بستر قدیمی دریا بسرعت فرسایش یافت و مسیر رودهایی شد که دره‌های ژرفی را در این بستر قدیمی دریا به وجود آوردند. در این زمان همچنان دریای خزر از دریا‌های آزاد جدا بود و نوسان تراز آب آن یکی از شاخص‌های عمده‌ی این حوضه شد. در خزر میانی سستبرای رسوبات مربوط به کواترنری به حداکثر ۱ کیلومتر و در خزر جنوبی به ۱/۵ کیلومتر می‌رسد (لاهیجانی، ۱۳۸۳).

بزرگترین پیشروی خزر در پلیوسن آغازین در آگچاگیل روی داد و به بیش از ۱۵۰ متر از سطح دریا‌های آزاد امروزی رسید. پس از آن در طی دوره آپشرون حداکثر تراز آب دریا به حدود ۵۰ متر رسید و سپس یک پسروی عمده‌ی دریا در عصر باکو رخ داد (جدول ۵-۱). این چرخه‌های عظیم با چرخه‌های متعدد پیشروی-پسروی دریا با دوره‌های کوتاه‌تر دنبال شد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

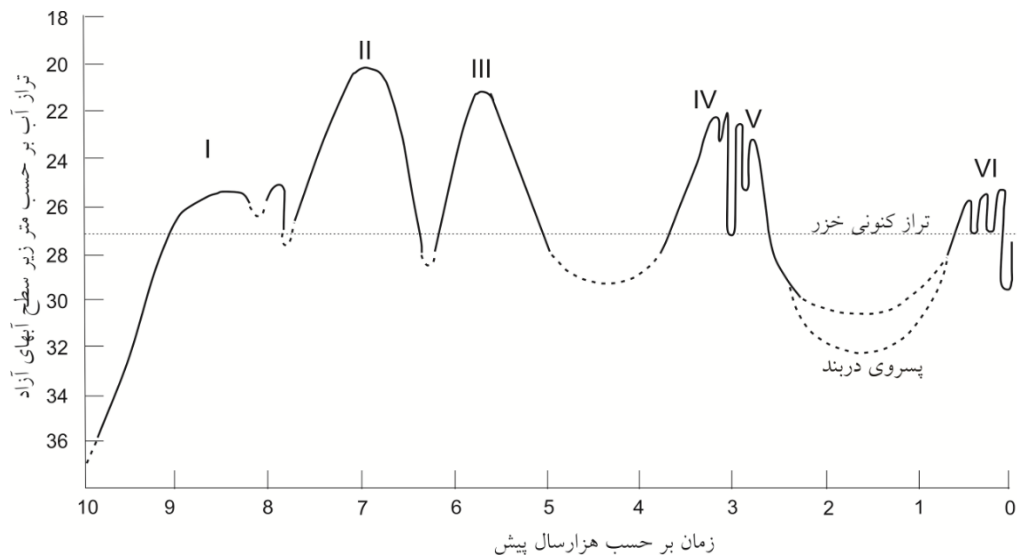
نوسانات تراز دریای خزر در طی ده‌هزار سال اخیر با دقت بیشتری از سوی زمین‌شناسان کواترنر بررسی شده است. دلیل این امر شاید به خاطر فراوان‌تر بودن شواهد این نوسانات در طی هولوسن و نیز اهمیت آن از نظر همزمانی این دوره با گسترش زندگی انسان بر پهنه کره خاکی باشد (Rudimann, 2008). از آنجا که نوسانات دریای خزر تحت تأثیر عوامل محیطی و به‌ویژه عوامل آب و هوایی شکل می‌گیرد، بررسی آن‌ها می‌تواند در تبیین چگونگی تأثیر متقابل بشر و محیط حائز اهمیت باشد (Naderi Beni et al., 2013b). در آغاز شکل‌گیری تمدنهای انسانی (حدود ۱۰ هزار سال پیش) تراز آب حدود ۵۰- متر بوده است. سطح آب دریای خزر دارای نوسانات زیادی بوده، به طوری که در ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح، سطح دریای خزر ۳۵ متر پایینتر از سطح دریا‌های آزاد جهان بود (نادری بنانی و همکاران، ۲۰۱۳). پس از آن تراز آب بالا آمد و تا ۱۴- متر نیز رسید (حدود دو هزار سال پیش). بررسی تراز آب دریای خزر براساس نوشته‌ها و آثار باستانی همچون دیوار دربند که در زمان ساسانیان در مرز شمال باختری ایران نشان می‌دهد در این دوره نیز تراز آب خزر نوسان متعددی به خود دیده است و دامنه‌ی تغییرات آن بین ۲۲- تا ۳۰- متر بود (Appolov, B.A., Fedorova, E.I., 1956 ; Berg, L.C., 1937).

جدول ۵-۱- دوره‌های مهم زمین‌شناسی خزر با رویکرد نوسانات تراز آب آن (اقتباس از Kakroodi, ۲۰۱۲)

تغییرات). بیان زمان در دوره مدرن بر اساس تاریخ میلادی است.

دوره	عصر	زمان (سال پیش از این)*	حداکثر سطح آب دریای خزر (متر از سطح دریای آزاد بر اساس تراز دریای بالتیک)
مدرن	قرن بیستم	۱۹۹۵ میلادی	۲۴/۵-

-۲۹/۴	۱۹۷۹ میلادی	قرن بیستم		هولوسن (نئوکاسپین) پسین
-۲۵/۵	۱۹۲۹ میلادی	قرن بیستم		
-۱۹	۶۰۰	عصر یخبندان کوچک	هولوسن	
-۲۸	۹۰۰	عصر گرم میانه	پسین	
-۲۲	۲۶۰۰	ساب‌آتلانٹیک	پسین	
-۲۶	۶۰۰۰	هولوسن میانی		
-۲۲	۸۵۰۰	هولوسن آغازین		
-۵۰	ده هزار	مانقشلاق		
۱۰	۱۶ هزار	خوالینین		
۶۰	۴۰۰ تا ۱۲۰ هزار	خزر		پلیستوسن
۶۰	۴۰۰ تا ۸۰۰ هزار	باکو		
۵۰	۲ میلیون تا ۸۰۰ هزار	آپشرون		
۱۵۰	۲ تا ۲/۵ میلیون	آگچاگیل		پلیوسن

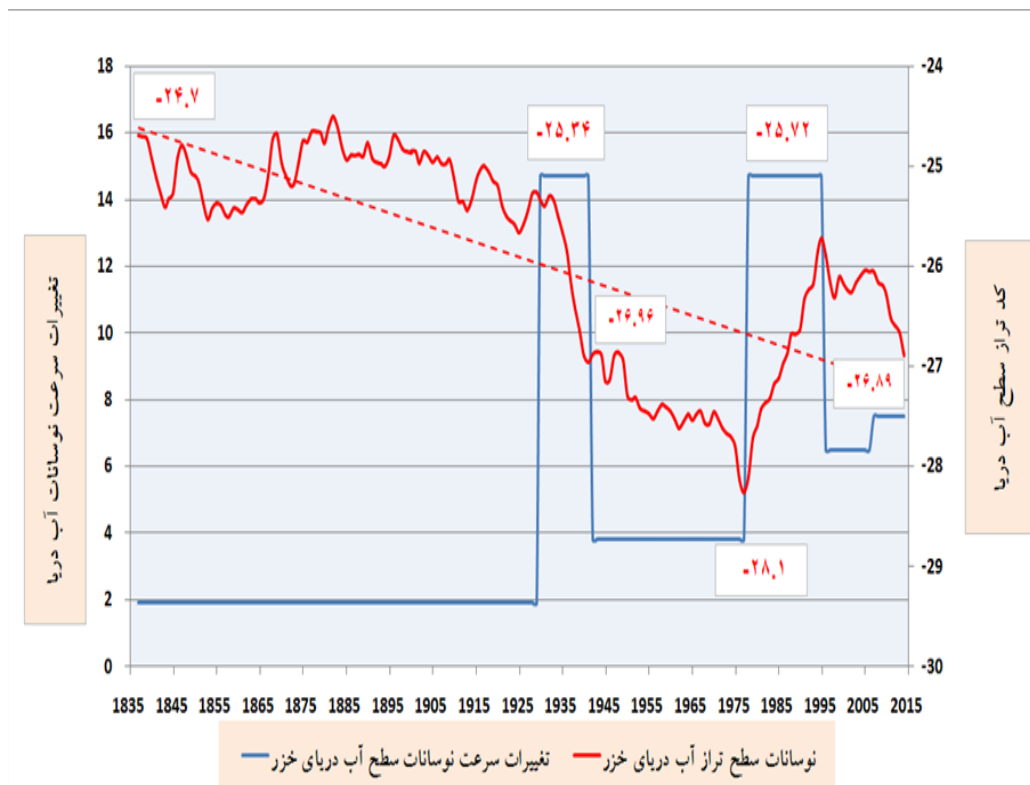


شکل ۵-۲- نوسان تراز آب دریای خزر طی ده هزار سال اخیر (اقتباس از Rychagov, ۱۹۹۷).

#### ۵-۲-۴- نوسانات تراز آب در دوره اندازه گیری های دستگاهی

اندازه گیری دستگاهی تراز آب دریای خزر از سال ۱۸۳۰ میلادی توسط لنس در خلیج باکو آغاز شد. اندازه گیری سیستماتیک تراز آب در همان نقطه، از سال ۱۸۳۷ ادامه یافت اما پیوستگی داده ای اندازه گیری تراز آب خزر از سال ۱۸۸۰ است (Studies in Geophysics; Sea- Level Change, 1990). در آغاز سده ی بیستم تعداد ایستگاه های اندازه گیری تراز آب افزایش یافت.

مطالعه آماری نتایج مشاهدات سطح تراز آب دریای خزر از سال ۱۸۳۰ تاکنون نمایانگر وقوع سیکل کاملی از یک دوره نوسانی ۶۵ ساله تا انتهای قرن بیستم است. بطوریکه از سال ۱۹۳۰ تا ۱۹۹۵ میلادی دریای خزر یک دوره پسروی و یک دوره پیشروی با دامنه نوسانی حدود ۵.۵ متر را تجربه کرده است. یعنی از سال ۱۹۳۰ تا ۱۹۷۸ سطح تراز آب دریای خزر به میزان سه متر افت کرد و از کد ۲۵.۵- متر به ۲۸.۵- متر رسید (شکل ۵-۳). سپس از سال ۱۹۷۸ تا ۱۹۹۵ میلادی سطح تراز آن به میزان ۲.۵ متر افزایش یافت (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).



شکل ۵-۳- منحنی تغییرات شتاب نوسانی سطح تراز آب دریای خزر از ۱۸۳۵-۲۰۱۵ میلادی

میزان اراضی ساحلی آزاد شده در زمان پسروری دریای خزر معادل مساحت دانمارک و طی زمان افزایش سطح تراز آب دریا، معادل مساحت بلژیک دچار غرقابی شد. این موضوع حساسیت بالای آسیب پذیری اراضی ساحلی را به خوبی نشان می دهد. نکته جالب توجه در روند نوسانات سطح تراز آب دریای خزر تغییرات برداری سرعت بر واحد زمان یا شتاب نوسانی است. از سال ۱۸۳۵ تا ۱۹۳۰ میلادی سطح تراز آب دریای خزر بصورت تدریجی و با سرعت متوسط و آرام حدود ۱.۹ سانتیمتر در سال کاهش یافت. اما از سال ۱۹۳۰ تا ۱۹۴۱ میلادی با شتاب فزاینده حدود ۱۴.۷ سانتیمتر در سال به میزان ۱.۸ متر دچار افت شد و از ۱۹۴۱ تا ۱۹۷۸ طی ۳۷ سال سطح تراز آن با سرعت کمتر معادل ۳.۸ سانتی متر در سال کاهش یافت (شکل ۵-۳).

سطح آب دریای خزر در سال ۲۰۱۹ میلادی، در ادامه روند کاهش خود از سال ۱۹۹۵، به کمترین میزان طی ۳۰ سال اخیر رسید. میانگین تراز آب در این سال با کاهش ۱۳ سانتی متری نسبت به سال ۲۰۱۸، برابر با ۲۷.۱۸- متر شده است.

## ۵-۲-۵- ردیابی تاثیر و تاثیر محیطی اقلیمی دریای خزر در دوره اندازه گیری های دستگاهی

تفاوت تغییر شتاب نوسانی سطح تراز آب دریای خزر معرف اتفاقات خاصی است که در حوضه آبریز می افتد. ردیابی نشانه های آب و هواشناسی موجود نشان می دهد که طی سال ۱۹۳۰ تا ۱۹۷۸ میزان بارش های جوی کاهش یافته و در دوره های تابستانی فرایند تبخیر افزایش داشته است. به طوری که درجه حرارت در زمستان ها ۰.۲ سانتیگراد سردتر و در تابستان ۰.۵ درجه سانتیگراد گرمتر و میزان بارندگی ۱۷٪ کمتر از حد نرمال و میزان بارش برف نیز ۶٪ کمتر از حد نرمال بوده است. این بدان معنی است که عوامل موثر در حجم روان آب های منتهی به دریای خزر کاهش داشته اند. بنابراین رودخانه ها کم آب تر و در نهایت سطح تراز آب دریای خزر دچار افت شد. اما شدت شتاب تغییر سطح تراز با میزان تغییر عوامل آب و هوایی همبستگی کامل ندارد و در این زمان عامل دوم یعنی دخل و تصرف های انسانی در حوضه آبریز موجب افت شدید سطح تراز آب دریای خزر شده است (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

نشانه های موجود گواه ساخت و ساز سدهای مخزنی در مسیر رودخانه های اصلی دریای خزر است. بطوریکه دولت شوروی سابق با ساخت مخازن آبی بزرگ *IVANKOV* در سال ۱۹۳۷ بر روی رودخانه ولگا و سد ولگاگراد در سال ۱۹۵۹ برای توسعه کشاورزی و آبراهه های استراتژیکی ترانزیت دریایی سهم فراوانی از منابع آب رودخانه ولگا (۹٪) را متوقف و مورد استفاده قرار داد. بنابراین میزان آب کمتری به دریای خزر می رسید. این رویداد انسانی طی زمان مورد اشاره برای سایر رودخانه های شمالی و غربی شوروی سابق اتفاق افتاد. به گونه ای که میزان خروجی رودخانه های اورال (۲۴٪)، ترک و سولاک (۶۰٪) و رودخانه کورا در آذربایجان (۱۲.۸٪) بعلت فرایندهای تنظیم درون حوضه ای کاهش یافت. ظرفیت سدهای احداث شده در مسیر رودخانه ولگا حدود ۲۰۰ کیلومتر مکعب است. بیشترین مصرف آب مخازن ولگا در سال ۱۹۸۰ به میزان ۴۰ کیلومتر مکعب برآورد شده است. این بدان معنی است که در زمان خشک سالی بزرگ دهه ۸۰ که با گرمایش بسیار زیاد زمین همراه بود، سهم برداشت از آب شیرین رودخانه ولگا برای تامین اراضی زیر کشت و طرح های آبی افزایش یافت. بنابراین به وضوح نقش دخالت های انسانی در عدم تعادل بیلان آبی دریای خزر طی سال های ۱۹۳۰ تا ۱۹۷۸ ثابت می شود. روس ها در سال ۱۹۸۰ میلادی، برای توازن بخشی سطح تراز آب دریای خزر که بسیار دچار کاهش شده بود، تصمیم به ساخت سد بر روی دهانه خلیج قره بغاز می گیرند تا با مسدود کردن جریان

یکسویه دریای خزر به خلیج مزبور سطح تراز آب دریا را متعادل نگاه دارند. زیرا کاهش سطح تراز آب دریای خزر موجب بروز مشکلات اکولوژیکی در آب‌های کم عمق شمالی شده بود و میزان صید ماهیان اقتصادی به شدت کاهش یافت. ضمن آنکه وضعیت تردد کشتی‌های صیادی و تجاری به آبراهه‌ها و بنادر دچار مشکل شده بود. یعنی روس‌ها در زمان بروز خشک‌سالی با دو مشکل عمده برخورد داشتند. کاهش میزان آب شیرین برای توسعه زیرساخت‌های اقتصادی مبتنی بر کشاورزی و ترانزیت کالا و دوم بحث چالش‌های زیست‌محیطی و اکولوژیکی حاصل از افت سطح تراز آب دریا که موجب کاهش ذخائر آبزیان گشته بود. اما آنها تعادل بخشی منابع آب برای مصرف در کشاورزی و کانال‌های ارتباطی را در الویت اصلی قرار داده بودند (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

با افزایش دوره زمانی چرخه آب و هوایی آتلانتیک شمالی که با افزایش دبی رودخانه ولگا به میزان ۲۵ تا ۳۰٪ همراه بود و گرم شدن بیشتر هوا طی سال‌های ۱۹۷۸-۱۹۹۵ با آنومالی حرارتی حدود ۰.۳۲ درجه سانتیگراد، رفتار نوسانی دریای خزر معکوس شد. یعنی در زمان گرم شدن هوا دریای خزر دچار پیشروی گشت و سطح تراز آن به میزان ۲.۵ متر افزایش یافت.

در طی زمان مزبور میزان روان‌آب‌های شمالی منتهی به دریای خزر افزایش یافت و طی مدت ۱۷ سال بخش وسیعی از سرزمین‌های پست و کم‌شیب شمالی دریای خزر به زیر آب رفت و زیرساخت‌های اقتصادی فراوانی دچار آسیب دیدگی جدی قرار گرفت. روس‌ها برای کنترل بیلان آبی دریای خزر در سال ۱۹۸۴ تصمیم به تخریب سد مستقر بر دهانه خلیج قره‌بغاز می‌گیرند و با خراب کردن آن موجب افزایش ظرفیت تبخیر آب دریا توسط خلیج یاد شده شدند. سایر مناطق دریای خزر نیز در این زمان دچار خسارات جدی شدند که مهم‌ترین آنها آبگرفتگی چاه‌های نفت در قزاقستان و آذربایجان و تخریب اراضی ساحلی بخش وسیعی از مناطق شمال کشور ایران بود. همانطور که در اشاره شد بیش از ۱۵ میلیارد دلار خسارت بر کشورهای حاشیه دریای خزر تحمیل شد. دانشمندان گزارش کرده‌اند که اگر سدها و ذخائر آبی بر روی رودخانه‌های شمالی دریای خزر ساخته نمی‌شد سطح تراز آب دریای خزر معادل ۵۰ تا ۷۰ سانتی‌متر بیشتر بالا می‌آمد و شدت آسیب دیدگی‌ها و ریسک مخاطرات غرقابی و فرسایشی افزایش می‌یافت (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

بر اساس آخرین گزارش‌های منتشره از برنامه اقتصادی سازمان ملل متحد (UNDP) بالغ بر ۱۵ میلیارد دلار خسارت در آخرین فاز پیشروی سطح تراز آب دریای خزر طی سال‌های ۱۹۷۸-۱۹۹۵



میلادی بر کشورهای ساحلی پیرامون آن تحمیل شد. هم اکنون نیز کاهش سریع سطح تراز آب دریای خزر از نگرانی‌های عمده در این منطقه محسوب می‌شود. بطوریکه کاهش ۱.۳۰ سانتیمتر سطح تراز آب طی سال‌های ۱۹۹۵ تاکنون موجب خشک شدن سطح وسیعی از تالاب‌ها و خلیج‌های کناره‌ای شده که دارای ارزش زیست‌محیطی بسیار بالایی هستند. بنابراین ضرورت تدوین برنامه‌های استراتژیکی برای همسان‌سازی یا تعادل بخشی بیلان آبی دریای خزر در ابتدای قرن بیست و یکم امری الزامی است (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

از سال ۱۹۹۵ تاکنون سطح تراز آب دریای خزر بیش از ۱.۳۰ سانتیمتر کاهش یافته است. طی سه سال اخیر یعنی از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۶ میلادی سرعت زیاد افت سطح تراز در حدود ۲۴ سانتیمتر در سال نمایانگر شدت شتاب نوسانی کاهنده دریای خزر مشابه با سال‌های مابین ۱۹۳۰ تا ۱۹۴۰ میلادی است. یعنی زمانی که دخل و تصرف‌های انسانی همراه با عوامل طبیعی سبب کاهش فزاینده سطح تراز آب دریای خزر شد.

کاهش تراز آب اخیر درحالی است که میزان ورودی آب رودخانه ولگا بعنوان تأمین‌کننده بخش اعظم آب رودخانه‌ای به این دریا، در سال ۲۰۱۹، حدود ۲۲ درصد کاهش یافته که این مسئله می‌تواند بعنوان یکی از علل مؤثر در کاهش تراز آب اخیر محسوب شود.

متوسط سالانه ورودی آب ولگا به دریای خزر حدود ۲۴۰ میلیارد مترمکعب و برآورد سالانه کل ورودی رودخانه‌های منتهی به خزر، ۳۰۰ میلیارد مترمکعب است. از سایر رودخانه‌های مهم نظیر کورا، اورال، ترک، سفیدرود، هراز، در مجموع بطور متوسط ۳۴ میلیارد مترمکعب آب وارد دریای خزر می‌شود. حجم آب ورودی رودخانه‌ها به‌عنوان شاخص بسیار مهم در بیلان آب خزر محسوب شده و تغییرات سالانه آن متأثر از عوامل اقلیمی، رژیم هیدرولوژیکی و بهره‌برداری‌ها است. نتایج بررسی‌ها نشان داده است در سال ۲۰۱۹، دوره سیلابی رودخانه ولگا که به طور معمول از اواسط اردیبهشت تا اوایل مردادماه ادامه دارد، کوتاه‌تر و میزان آبدهی آن کمتر از میانگین بلندمدت بوده است.

دمای سطح آب دریا نیز به‌عنوان یکی از معیارهای اصلی در تبادل حرارتی و شاخصی در ارزیابی پتانسیل تبخیر از سطح آب که جزو مؤلفه‌های اصلی خروجی در بیلان آب خزر محسوب می‌شود، در بررسی روند تغییرات تراز آب و ارزیابی علل نوسانات در خزر مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

میانگین دمای سطح آب خزر در سال ۲۰۱۹ میلادی در مقایسه با سال ۲۰۱۸، به میزان ۰.۲ درجه سانتی‌گراد و نسبت به میانگین بلند مدت، یک درجه افزایش یافته است. تحلیل تغییرات دمای آب در دو سال اخیر حاکی از وقوع روند افزایشی دمای آب در همه بخش‌های دریای خزر به استثنای منتهی‌الیه خزر شمالی است. روند افزایشی دمای سطح آب دریای خزر به ویژه در سال‌های اخیر، از عوامل تأثیرگذار بر کاهش تراز آب بوده است.

### ۵-۲-۶- تبعات ناشی از افزایش سطح تراز آب دریای

با توجه به اینکه بخش سفلی رودخانه ولگا در حد واسط شهر ولگاگرد تا انتهای آستاراخان در ناحیه خشک و بیابانی با میزان تبخیر بالا قرار دارد. نگهداشت سطوح زیر کشت پیرامون رودخانه ولگا در این مناطق از برنامه‌های بسیار مهم کشور روسیه قلمداد می‌شود. میزان حجم آب پشت سدهای رودخانه ولگا بیش از ۲۰۰ کیلومتر مکعب است. یعنی تقریباً معادل حجم آبی که قرار است ولگا در زمان کم آبی به درون دریای خزر بریزد. حال اگر شرایط اقلیمی مانع افزایش حجم آب رودخانه مزبور شود و میزان برداشت از آن افزایش یابد. بیلان نوسانی دریای خزر دچار چالش جدی خواهد شد. به گونه‌ای که در حال حاضر خشک سالی بخش وسیعی از مناطق شمال غربی تا شمال شرقی و بخش غربی دریای خزر را تحت تأثیر قرار داده است. کاهش حجم روان آب‌های منتهی به دریای خزر برای حفظ اراضی زیر کشت و سطح توازن کانال‌های ترانزیت کالا باید در راستای تعادل بخشی استراتژیکی بیلان آبی دریای خزر با توجه به سهم مشترک سایر کشورهای حاشیه دریای خزر انجام شود. زیرا کاهش بلند مدت روان آب‌ها سبب خشک شدن سطح وسیعی از خلیج‌های کناره‌ای و تالاب‌های حاشیه‌ای می‌شود. خسارات اکولوژیکی ناشی از این واقعه بسیار زیاد است و جبران آن به لحاظ زیست محیطی گاهی کاری غیر ممکن بنظر می‌رسد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

تخریب کاربری‌های مسکونی و از بین رفتن پوشش طبیعی زمین، آسیب دیدگی چاه‌های بهره برداری نفتی، مشکل تردد کشتی‌های باربری در سطح بنادر و از بین رفتن زیستگاه‌های ساحلی و نابودی اکوسیستم‌های ساحلی را می‌تواند تبعات ناشی از افزایش سطح تراز آب دریای خزر دانست. که در این راستا طی سال‌های ۱۹۷۸ تا ۱۹۹۵ افزایش ۲.۵ متری سطح تراز آب دریای خزر خسارات هنگفتی را به بار آورد. اما در زمان پسروی و افت سطح تراز آب دریا، شرایط برای آسیب دیدگی جدی زیستگاه‌های ساحلی و ذخائر آبی حاشیه‌ای فراهم می‌شود. خشک شدن سطح وسیعی از تالاب میانکاله

و خلیج گرگان در این میان قابل اشاره است. احتمال بروز ریز گردها در مواقع طوفانی سبب تشدید مخاطرات حاصل از خشک زائی حجم های آبی وابسته به دریا خواهد شد و بنادر مهم بعلت کاهش سطح آبخور کشتی های باربری قابلیت اقتصادی خود را از دست خواهند داد و ضربه سنگینی بر صنایع دریایی مستقر در آب های ساحلی وارد خواهد شد .

متاسفانه خشک شدن مناطق کم ژرفای دریایی زمینه ای مناسب برای هجوم متجاوزین به اراضی خشک ساحلی خواهد شد و برداشت مصالح ساحلی اعم از شن و ماسه توسعه می یابد. رها سازی پساب ها و پسماندهای شهری شرایط آلودگی های زیست محیطی را افزون می کنند و آبی پروری و صیادی دچار چالش خواهد شد. بنابراین خسارات ناشی از افت سطح تراز آب دریای خزر بسیار زیاد است و اگر تعادل بخشی استراتژیک بر روی بیلان آبی دریای خزر توسط کشورهای حاشیه ای انجام نشود به زودی شاهد بحران جدی در منطقه خزر خواهیم بود .

تدوین برنامه استراتژیکی تعادل بخشی سطح تراز آب دریای خزر می تواند مبتنی بر تاریخچه نوسانی این حوضه وسیع طی ۵۰۰ سال اخیر باشد. بطوریکه سطح تراز آب دریای خزر طی دوره زمانی مزبور از کد ارتفاعی ۲۵- متر تجاوز نکرده است و سطح تراز آن هرگز از ۲۹- متر کمتر نشد. روس ها خط تراز ۲۸- متر را بعنوان سطح تعادل تراز آب دریای خزر تلقی کرده اند و سعی دارند فعالیت های ساحلی خود را با تراز مزبور تنظیم کنند. بنابراین تعامل سازنده کشورهای حاشیه ای دریای خزر برای تعادل بخشی به سطح تراز دریای خزر به منظور جلوگیری از خسارات هنگفت اکولوژیکی و زیست محیطی با رعایت ظرفیت حفاظت از زیر ساخت های اقتصادی و اجتماعی بسیار مهم و سرنوشت ساز است (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

### ۵ - ۳ - اثر تغییر اقلیم بر نواحی ساحلی ایرانی دریای خزر

#### ۵-۳-۱- اثر کاهش بارش و افزایش دما

روند عمومی بارش در نوار ساحلی ایران در جنوب خزر از غرب به شرق کاهش می یابد. هم چنین روند عمومی دمای هوا در این ناحیه لندکی افزایش از غرب به شرق را نشان می دهد. به علاوه به دلیل تراکم جمعیت ساکن در نوار ساحلی و جاذبهی گردشگری ناحیه، فشار مضاعفی بر منابع آب و پوشش

گیاهی منطقه وارد می‌شود. در این بستر طبیعی و فعالیت انسانی در جنوب دریای خزر، پیش‌بینی کاهش بارش و افزایش دما احتمال توسعه برخی فرآیندهای زیانبار بر بوم‌سازگان ناحیه را افزایش می‌دهد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

### ۵-۳-۲- توسعه بیابان زایی

ناحیه‌ی ساحلی در استان گلستان و شرق مازندران در مقایسه با سواحل گیلان و غرب مازندران بارندگی کمتری دریافت می‌کند. در صورت کاهش بارش در این منطقه، پوشش گیاهی این منطقه از پوشش هیرکانی به گیاهان شورپسند و بیابانی تغییر خواهد یافت. به تبع آن امکان افزایش فرسایش خاک بیشتر خواهد شد. هم‌چنین با کاهش پوشش گیاهی خاک و رسوب می‌توانند توسط فرآیندهای بادی حمل و نقل یافته و به‌عنوان منبع غبار محلی عمل کنند (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

### ۵-۳-۳- اختلال در فرآیندهای زیستی دهانه رودخانه‌ها

در ساحل ایران در دریای خزر ۶۲ رودخانه مستقل جریان دارد. از این تعداد، ۶۰ رودخانه از دامنه‌های شمالی البرز جریان یافته و به دریای خزر می‌ریزد. سرچشمه رودخانه سفیدرود از زاگرس و رودخانه گرگانرود از کوه‌های خراسان شمالی (کپه داغ) سرچشمه می‌گیرد. برحسب میزان آبدهی رودخانه‌ها و شیب ساحل، آن‌ها دهانه‌های مختلفی را در هنگام ورود به دریا ایجاد می‌کنند. رودخانه‌های کوچک در جلگه‌ی ساحلی پخش شده و عملاً ورودی مشخصی به دریا ندارند. رودخانه‌های متوسط با قطع کردن ساحل به دریا می‌ریزند و به‌دلیل شیب ساحل، جریان ساحلی و رسوبدهی رودخانه‌ها، دهانه‌های مختلفی ایجاد می‌کنند. دو رودخانه‌ی بزرگ ساحل ایران در دریای خزر (سفیدرود و گرگانرود) به دلیل بار رسوبی زیاد، هنگام ورود به دریا، دلتای بزرگی را توسعه داده‌اند. کاهش بارندگی و افزایش دما، سبب کاهش آبدهی رودخانه‌های ورودی به دریای خزر خواهد شد. هم‌زمان فشار مضاعف فعالیت‌های انسانی در حوضه‌ی آبریز خزر در ایران سبب کاهش آبدهی رودخانه‌ها می‌شود. دهانه‌ی رودخانه‌های بزرگ و متوسط در ساحل ایران نقش اساسی در تولید مثل برخی آبزیان خزر (به‌ویژه ماهیان) ایفا می‌کنند. کاهش آبدهی رودخانه‌ها سبب تشکیل بارهای ماسه‌ای در دهانه‌ها به‌دلیل عملکرد امواج شده و امکان تبادل آب بین رودخانه و دریا و هم‌چنین مهاجرت آبزیان را از بین می‌برد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

### ۵-۳-۴- اثرات نوسان تراز آب دریای خزر

تراز آب دریای خزر در گذشته‌ی نزدیک بارها در محدوده ۲۴ متر تا ۲۸ متر نوسان داشته است. تفاوت مساحت سطح دریا در این دو تراز حدود ۶۰ هزار کیلومتر مربع و تفاوت حجم آب دریا ۲ هزار کیلومتر مکعب است. خشک شدن یا غرقابی پهنه‌ی ساحلی، خشک شدن یا تشکیل مرداب‌ها و تغییر گستره‌ی خلیج‌ها و دلتاها نخستین پیامد نوسان تراز آب دریای خزر است. تغییر در پارمترهای فیزیکی و شیمیایی آب، تغییر زیستگاه جانداران و سپس تغییر در تراکم و تنوع زیستی از دیگر پیامدهای نوسان تراز آب دریا است (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

### ۵-۳-۵- اثر نوسان تراز آب بر هیدروفیزیک ناحیه ساحلی

#### ۵-۳-۵-۱- موج

نوسان تراز آب خزر به اندازه‌ی چند متر به آسانی تغییر مساحت قابل توجهی در گستره‌ی خزر شمالی ایجاد می‌کند. کاهش تراز آب سبب ورود امواج کم ارتفاع به ناحیه و افزایش تراز آب سبب افزایش ورود امواج مرتفع تر می‌گردد. بنابراین رژیم موج خزر شمالی تابعی از عمق آب ناحیه یا تراز آب خواهد بود. در دیگر بخش‌های خزر، نوسان تراز آب در اندازه‌هایی که در زمان‌های حدود چند ده سال اتفاق می‌افتد نمی‌تواند تغییر قابل توجهی در رژیم موج ایجاد کند. اما نوسان تراز آب سبب تغییر محل شکست موج می‌شود، از اینرو بر فرایندهای متأثر از شکست موج نیز تأثیر خواهد داشت. حداکثر ارتفاع و پیروید ممکن موج در خزر در دوره‌ی پنجاه ساله به ترتیب ۱۷ متر و ۱۰ ثانیه تخمین زده می‌شود و حداکثر ارتفاع ثبت شده موج ۱۲ متر است. به این ترتیب حداکثر طول موج ۱۶۰ متر می‌باشد. بنابراین ناحیه ساحلی را می‌توان مرز نصف طول موج که مرز آب عمیق می‌باشد در نظر گرفت. تنوع و تراکم آبزیان در ژرفای تا ۸۰ متر نشان می‌دهد که استفاده از نصف طول موج مبنای مناسبی برای خزر است. چون حداکثر تنوع و تراکم آبزیان بویژه کف زیان تا ژرفای ۸۰ متری رخ می‌دهد. نوسان تراز آب سبب تغییر محل شکست موج می‌شود. در زمانی که تراز آب بالا است بخش‌هایی از ساحل فرسایش یافته و به داخل دریا حمل می‌شوند و در زمانی که تراز آب پایین است امکان گسترش عوارض تجمعی بیش‌تر فراهم می‌شود. عوارض تجمعی در بخش جنوبی خزر همانند زبانه‌ی ماسه‌ای انزلی، مرداب امیرکلا و

خلیج گرگان و عوارض تجمعی ضلع خاوری خزر جنوبی (گمیشان) در هنگام کاهش تراز آب توسعه یافته و در هنگام افزایش تراز آب فرسایش می‌یابند (Lahijani *et al.*, 2009)

### ۵-۳-۵-۲- شوری

شوری آب خزر از ۱ در هزار در نواحی دلتایی خزر شمالی تا ۱۳٪ در بخش‌های خاور خزر و حتی مقدار بیشتر از آن در خلیج‌ها تغییر می‌کند. شوری آب نواحی کم عمق خزر شمالی نسبت به تغییر تراز آب بسیار حساس است. حتی نوسان‌های کوتاه مدت تراز آب در خزر شمالی و تغییر دبی ولگا می‌تواند سبب تغییر شوری شود. تغییرات درازمدت شوری آب خزر نشان می‌دهد که مقدار آن تابعی از ورود آب ولگا و تراز آب دریا است. هنگام کاهش تراز آب شوری به بیشینه‌ی خود می‌رسد و با افزایش ورودی آب ولگا و به تبع آن افزایش تراز آب، شوری کاهش می‌یابد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

تغییر شوری بر اثر نوسان تراز آب در دیگر بخش‌های خزر بسیار ناچیز است. اکنون حدود ۱۵۷/۷ میلیون تن نمک سالانه وارد دریای خزر می‌شود که ۰/۱۹٪ ذخیره نمک دریا است. اگر حجم آب خزر ۷۸۰۰۰ کیلومتر مکعب باشد، این مقدار نمک در طی ۱۰۰ سال می‌تواند شوری آب دریا را ۰/۲٪ افزایش دهد. پیش از بس‌تن دهانه‌ی خلیج قره بغار در دوره‌ی ۱۹۸۰-۱۹۷۰ ورود آب به خلیج حدود ۶-۵ کیلومتر مکعب در سال بود که امکان ورود ۷۶/۵ میلیون تن نمک به خلیج در سال وجود داشت، از اینرو بیلان نمک دریا مثبت بود (حدود ۸۰ میلیون تن) که شوری دریا در سال به میزان ۰/۰۰۱٪ افزایش می‌یافت (Terziev, *et al.*, 1996) البته پس از بسته شدن خلیج قره بغار روند افزایش شوری به دو برابر رسید. اکنون که دوباره دهانه‌ی خلیج قره بغار باز شده، ورود آب در این تراز به مراتب بیشتر از گذشته است (حدود سه برابر)، بنابراین روند افزایش شوری عملاً متوقف شده است. در هر صورت (کاهش یا افزایش تراز آب و بسته یا باز بودن خلیج قره بغاز) تغییرات شوری آب در خزر میانی جنوبی به دلیل تغییر تراز آب به اندازه چند متر، بسیار ناچیز است (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

### ۵-۳-۶- تأثیر تغییرات تراز آب بر چرخه‌ی آب

چرخه‌ی عمودی آب در خزر عمدتاً تحت تأثیر دو عامل همرفت زمستانی (Winter Convection) و خزش آب چگال (Sinking of Dense Water) رخ می‌دهد. همرفت عمدتاً تحت تأثیر سرمای زمستانی آب سطحی رخ می‌دهد، و از شمال به جنوب ژرفای تأثیر آن کاهش می‌یابد: در خزر میانی ۲۰۰-۱۲۰

متر، در مرکز خزر جنوبی ۱۰۰-۸۰ متر و در سواحل ایران ۶۰-۴۰ متر. در زمستان‌های بسیار سرد، همرفت ممکن است همه‌ی ستبرای آب خزر میانی را در برگیرد (Kosarev 1975; Kosarev & Tozhikin, 2004).

خزش آب چگال (Dense Water Sinking) عمدتاً در مرز خزر میانی و شمالی بویژه در زمستان هنگامی که آب خزر شمالی یخ می‌بندد، روی می‌دهد. هنگامی که آب یخ می‌بندد، نمک از آب خارج می‌شود و آب ناحیه مرزی خزر شمالی- میانی چگال تر شده و به اعماق خزر میانی رانده می‌شود. در هنگام کاهش تراز آب دریا، شوری آب در مرز خزر شمالی- میانی افزایش می‌یابد و به تبع آن در زمستان هنگام یخ بستن آب، نمک بیشتری خارج می‌شود، از اینرو ورود آب سطحی به اعماق خزر میانی و از آنجا و از روی برآمدگی آبشوران به اعماق خزر جنوبی تسریع می‌گردد. نخستین بار افزایش سرعت چرخه آب با مقایسه‌ی اطلاعات ۱۹۳۴ و ۱۹۳۷ در هنگام افت شدید تراز آب و افزایش شوری ثبت شد. افزایش سرعت چرخه‌ی آب سبب تغییر پارامترهای شیمی آب در ستون آب خزر میانی و جنوبی نیز می‌گردد. بنابراین با افزایش دما و افزایش تراز آب در آینده، چرخه‌ی آب خزر سرعت کمتری به خود می‌گیرد. نتیجه این کاهش سرعت، کاهش تبادل مواد مغذی، اکسیژن و PH آب در ستون آب است که اثرات منفی بر تولیدات زیستی دریای خزر می‌گذارد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

### ۵-۳-۷- اثر نوسان تراز آب بر هیدروشیمی

ترکیب مواد موجود در آب اعم از مواد مغذی (فسفات، نیتروژن و سیلیس)، مواد آلی، اکسیژن محلول و حتی pH وابسته به چند عامل مهم از جمله ورودی آب به خزر (عمدتاً آبدهی رودخانه‌ای و آب زیرمینی)، دینامیک آب ناحیه‌ی ساحلی، چرخه‌ی آب عمیق، چرخه‌ی فتوسنتز در دریا و دخالت عوامل انسانی، است. میزان اکسیژن محلول در دریای خزر متأثر از دمای آب، ورود آب رودخانه‌ای، فتوسنتز و تراز آب دریا است. از اینرو مقدار اکسیژن در فصول مختلف و در نواحی مختلف دریا متفاوت است. مقدار اکسیژن محلول در نواحی ساحلی و دلتایی حداکثر و در مناطق عمیق حداقل است. البته در نواحی بسیار آلوده (همانند خلیج باکو و سومگاییت) میزان اکسیژن محلول به حداقل می‌رسد. به علت جریان آب سرد از خزر شمالی در طول ساحل باختری و جریان آب گرم در طول ساحل خاوری همیشه میزان اکسیژن محلول در سواحل باختری بیشتر از مقدار آن در سواحل خاوری است. مطالعه‌ی رژیم اکسیژن محلول در خزر شمالی حاکی از روند کاهنده‌ی آن حتی با افزایش تراز آب و افزایش دبی و لگا است. بنظر

می‌رسد در این ناحیه به دلیل اثر عوامل انسانی در حوضه‌ی آبریز ولگا مقادیر اکسیژن محلول صرف‌نظر از تراز آب در حال کاهش است (Terzier et al., 1996).

دریای خزر از نظر pH در مقایسه با حوضه‌های دریایی دیگر با مقدار بیشتر pH مشخص است که عمدتاً مرتبط با ذخایر بالای مواد قلیایی ورودی از رودخانه‌ها و ترکیبات آب دریا است. pH آب دریای خزر از ۸/۳-۸/۶ در سطح تا ۷/۳-۸ در لایه‌های نزدیک بستر تغییر می‌کند. بالاترین pH در خزر شمالی در دهانه رودخانه ولگا مشاهده می‌شود. همزمان با کاهش تراز آب در دوره ۱۹۶۱-۱۹۸۳ مقدار pH در خزر شمالی ۰/۲ کاهش یافت، اما مقدار pH در آبهای خزر میانی و جنوبی افزایش نشان می‌دهد که حاکی از تسریع چرخه‌ی آب در بخش‌های عمیق به دلیل کاهش تراز آب دریا است (Kosarev, 1975).

بیش از ۹۷٪ مواد آلی ورودی به آب خزر از طریق فیتوپلانکتون‌ها تأمین می‌شود. سهم آب رودخانه‌ای حدود ۲/۵٪ است که ولگا به تنهایی ۸۰٪ مواد آلی ورودی از رودخانه‌ها را به خزر تأمین می‌کند. تجزیه‌ی مواد آلی نیز در مولفه خروجی ۹۸٪ سهم را به خود اختصاص می‌دهد.

مواد مغذی در دریای خزر عمدتاً از طریق رودخانه‌ها تأمین می‌شود، به‌طوریکه رودخانه‌ی ولگا به تنهایی ۸۰٪ این مواد را تأمین می‌کند. ۹۵٪ سیلیس، ۹۰٪ فسفر و ۸۰٪ نیتروژن ورودی سالانه به خزر از طریق رودخانه‌ها تأمین می‌شود. از دیگر منابع تأمین مواد مغذی خزر، ریزش‌های جوی و آب زیرزمینی است. از نظر توزیع مواد مغذی در گستره‌ی دریای خزر، مناطق کم عمق ساحل باختری، نواحی دلتایی و نواحی متأثر از عوامل انسانی (همانند خلیج باکو، خلیج کراسنودسک، ناحیه ساحلی ماخاچ قلعه و فورت شوچنکو) دارای تمرکز بالای این مواد هستند. در مناطق عمیق خزر میانی و جنوبی توزیع مواد مغذی متأثر از چرخه‌ی عمودی آب است و با کاهش تراز آب و تسریع چرخه‌ی عمودی آب، میزان مواد مغذی و اکسیژن محلول بطور نسبی افزایش می‌یابد. در مناطق ساحلی میزان مواد مغذی آب بسیار متأثر از آورد رودخانه‌ای و فعالیت‌های انسانی است. در مواردی سهم عوامل انسانی در تأمین مواد مغذی رودخانه‌ای تا ۸۰٪ نیز می‌رسد (میزان فسفر ورودی از ولگا در دوره‌ی ۱۹۸۲-۱۹۷۸). گرچه میزان مواد مغذی در نواحی ساحلی همراه با افزایش آبدهی رودخانه‌ها و افزایش تراز آب افزایش یافته است، اما تنها وابسته به افزایش دبی رودخانه‌ها نیست بلکه به نوع فعالیت‌های انسانی و منحنی آبدهی رودخانه‌ها در طول ساحل نیز بستگی دارد.



### ۵-۳-۸- اثر نوسان تراز آب بر خطوط ساحلی

جابجایی خطوط ساحلی نخستین اثر محسوس نوسان تراز آب خزر است. افزایش تراز آب در دو دهه‌ی گذشته سبب به زیر آب رفتن حدود ۳۰ هزار کیلو متر مربع از سواحل خزر شد. اثر نوسان تراز آب بر سواحل آن بسته به شیب ساحل و جنس بستر متفاوت است. در سواحل بسیار کم شیب خزر شمالی و بخش‌هایی از خاور خزر نوسان تراز آب تنها سبب جابجایی خط ساحلی می‌شود و امکان ورود امواج مرتفع و تغییر فرایندهای رسوبی و ریخت شناسی وجود ندارد. در سواحل پرشیب هم‌چون بخش‌هایی از سواحل داغستان و باختر مازندران با افزایش تراز آب سواحل فرسایش یافته و مواد رسوبی به داخل دریا حمل می‌شوند. در سواحل با شیب متوسط مانند سواحل بخش‌هایی از آذربایجان و سواحل بخش مرکزی گیلان و خاور مازندران با افزایش تراز آب مرداب‌های کوچک بین پشته‌های ماسه‌ای و سرزمین اصلی تشکیل می‌گردد که زیستگاه جدیدی برای بسیاری از آبزیان محسوب می‌شود. حالت‌های تدریجی از تغییرات ساحلی با نوسان تراز آب نیز بر حسب ویژگی‌های ساحل روی می‌دهد (Lahijani et al., 2009).

### ۵-۳-۸-۱- اثر نوسان تراز آب خزر بر بوم‌سامانه‌ها

نوسان تراز آب خزر اثرات متفاوتی بر بوم سامانه‌های خزر دارد. در حالت افزایش تراز آب، تالاب‌های ساحلی گسترش می‌یابد و زیستگاه‌های جدید برای آبزیان و پرندگان مهاجر ایجاد می‌کند. اما با افزایش تراز آب خزر، سرعت چرخه‌ی آب خزر کاهش می‌یابد، و سرعت چرخه‌ی مواد مغذی و اکسیژن محلول را کاهش می‌دهد، از این رو تراز بالای آب خزر اثر منفی بر تولیدات زیستی خواهد داشت (Kosarev, 1975; Terizev et al., 1996). در هنگام کاهش تراز آب خزر، گستره‌ی تالاب‌ها کاهش می‌یابد و تالاب‌های کوچک خشک خواهند شد. بنابراین زیستگاه آبزیان و پرندگان مهاجر با محدودیت مواجه می‌شود. کاهش شدید تراز آب باعث محدودیت ورود ماهیان برای تخم‌ریزی به رودخانه‌ها می‌شود. اما در هنگام کاهش تراز آب خزر، چرخه‌ی آب خزر سرعت می‌گیرد. بنابراین مواد مغذی و اکسیژن با سرعت بیشتری به اعماق می‌رسند. افزایش سرعت چرخه‌ی آب خزر باعث بهتر شدن شرایط برای تولیدات زیستی می‌شود (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

### ۵-۳-۸-۲- اثر افزایش تراز آب دریای خزر در بازفرآوری آلاینده‌ها

بسیاری از آلاینده‌های موجود در آب با جذب شدن به بخش‌های یونی رسوبات ریزدانه بویژه کانی‌های رسی در محیط‌های دلتایی یا در سواحل کم انرژی راسب می‌شوند. همچنین بخش عمده‌ای از آلاینده‌های حاصل از فعالیت‌های انسانی در حوضه آبریز در همان ناحیه رسوب می‌کند یا اینکه پس از حمل توسط جریان آب در دریاچه سدها رسوب می‌نماید. افزایش بارندگی از اواخر دهه هفتاد میلادی (بویژه در حوضه آبریز ولگا) و به تبع آن افزایش دبی ولگا سبب شستشوی آلاینده‌های راسب شده در حوضه آبریز و مسیل رودخانه‌ها شد، از این رو با وجود تعطیلی بسیاری از واحدهای صنعتی روسیه (در اواخر دوره شوروی)، میزان آلاینده‌های رودخانه ولگا تا اوایل دهه نود افزایش نشان می‌داد (Voropaev, 1994).

جمهوری فدراتیو روسیه حدود ۷۰۰ کیلومتر خط ساحلی در دریای خزر دارد که استان آستراخان و جمهوری کالمکیا و داغستان را شامل می‌شود. در استان آستراخان تا سال ۱۹۹۵ حدود ۴۱۲ هزار هکتار از زمین‌های کشاورزی بر اثر بالا آمدن تراز آب دریا به زیر آب رفت. آب‌گرفتگی تا حوضه نفتی مارتیشا رسید به طوری که ژرفای آب در آن ناحیه به نیم متر می‌رسد. ۴۵ منطقه مسکونی به همراه دهها کیلومتر راه‌آهن، جاده و خطوط برق به زیر آب رفت.

در جمهوری داغستان حدود ۱۵۰ هزار هکتار زمین کشاورزی به همراه ۴۰ واحد تولیدی به زیر آب رفت. در جمهوری کالمکیا حدود ۷۰ هزار هکتار از سرزمین ساحلی با افزایش تراز آب دریا به زیر آب رفت. علاوه بر افزایش دراز مدت تراز آب دریای خزر، نوسان‌های موردی تراز آب نیز مناطق شمالی خزر را بسیار تحت تأثیر قرار می‌دهد. به علت شیب کم ناحیه ساحلی، افزایش تراز آب می‌تواند دهها کیلومتر در خشکی اثر بگذارد. به‌طور مثال توفان سال ۱۹۹۵ باعث شد که تراز آب دریای خزر در بخش شمال باختری ۳/۱۹ cm بالا بیاید و به تراز ۲۴/۸۱ m- (تراز بالتیک) برسد. بنابراین اثرات نوسان فصلی و دراز مدت تراز آب دریای خزر در بخش شمالی به مراتب بیشتر است (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

در جمهوری ترکمنستان گرچه بخش ساحلی دارای تراکم جمعیت بسیار پایین است، اما افزایش تراز آب بخشی از نواحی مسکونی و صنعتی را تخریب کرده است. شبه جزیره چلکن از سرزمین اصلی جدا شد و بخشی از شهر چلکن به زیر آب فرو رفت. بیمارستان چلکن تخریب شد و لوله‌های انتقال گاز و نفت به زیر آب رفت.

پیشروی آب خزر در چند دهه‌ی گذشته در جمهوری قزاقستان بسیار بارزتر است. قزاقستان حدود ۲۳۰۰ کیلومتر خط ساحلی در خزر دارد. در بخش شمالی خزر در محدوده قزاقستان دریا ۳۰-۲۵ کیلومتر پیشروی کرده است. در حوضه رودخانه اورال حدود ۱۲-۱۰ کیلومتر از نواحی دلتایی به زیر آب رفت. در استانهای آتیراو و ماگیستاو پیشروی آب دریا مخرب‌تر بوده است. حدود سیصد هزار نفر در این دو استان از افزایش تراز آب دریا صدمه دیده‌اند (۲۶۵ هزار نفر در آتیراو و ۳۵ هزار نفر در ماگیستاو).

در آتیراو خط ساحلی ۷۰ کیلومتر به داخل خشکی رانده شد و بیش از یک میلیون هکتار از زمینها به زیر آب رفت که بیشتر آنها را اراضی زارعی تشکیل می‌دادند. بیشترین صدمات ناشی از افزایش تراز آب مربوط به تخریب صنایع نفت و گاز می‌شود. هفت حوضه نفتی کاملاً به زیر آب رفت و ۲۸ حوضه دیگر در معرض تهدید قرار دارند. در صورت افزایش تراز آب دریا ۲۰ حوضه از ۳۲ حوضه نفتی از جمله تنگیز به زیر آب خواهد رفت. ۱۲۷ چاه نفت به زیر آب رفته است و ۷۰۰ چاه دیگر ممکن است به زیر آب روند (Zonn, 1999).

برخی از حوضه‌های نفتی که به زیر آب رفته‌اند عبارتند از: تاجیگالی، پریبرژنایه، پوستینایه، مارسکویه، ترنوزک، یوگوزپادنایه. در صورت افزایش تراز آب دریا و یا بروز توفان شدید بسیاری از خطوط انتقال و بنادر در معرض آب‌گرفتگی قرار می‌گیرند (۷۰۰ کیلومتر راه، ۳۰۰ کیلومتر راه‌آهن، ۹۰۰ کیلومتر لوله نفت و گاز، بندرهای آتیراو، آکتاو، باوتینو و فرودگاه آتیراو).

در استان مانگیستاو حوضه‌های نفتی آرمان ژالگیتوب و بوزاچی شمالی به زیر آب رفته است و حوضه‌های کالامکاس و کاراژانپاس در معرض تهدید قرار دارند. بسیاری از چاه‌های نفت با تکنولوژی پایین در خشکی حفر شده‌اند و احتمال تخریب فلزات و بتن در آب دریا و خروج نفت بسیار زیاد است بنابراین وضعیت چاه‌های آب‌گرفته قزاقستان می‌تواند تهدید جدی برای همه خزر باشد (Zonn, 1999).

طول خط ساحلی جمهوری آذربایجان حدود ۶۰۰ کیلومتر است و کرانه ساحلی آن از نظر جمعیت ساکن پرتراکم می‌باشد (حدود ۳ میلیون نفر در کرانه ساحلی). از این رو ناحیه ساحلی جمهوری آذربایجان در برابر افزایش تراز آب دریا بسیار آسیب‌پذیر است. افزایش تراز آب دریای خزر سبب آب‌گرفتگی حوضه‌های نفتی شده و از طرفی با بالا آمدن تراز آب زیرزمینی به همراه تکنولوژی پایین

استخراج و انتقال اکنون در کرانه ساحلی آذربایجان لایه‌های قیر و دریاچه‌های پر از مواد نفتی تشکیل شده است (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

جمهوری اسلامی ایران دارای حدود ۸۰۰ کیلومتر خط ساحلی در دریای خزر است و کرانه ساحلی ایران پرتراکم‌ترین ناحیه از نظر جمعیت ساکن است. از آنجایی که در کرانه ساحلی صنایع توسعه‌نیافته است. بنابراین آب‌گرفتگی عمدتاً متوجه زمین‌های کشاورزی و نواحی مسکونی شهری و روستایی شده است.

در مجموع به نظر می‌رسد افزایش تراز آب به طرق مختلف می‌تواند سبب آلودگی بیشتر محیط زیست خزر گردد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳):

- بالا آمدن آب و غرقابی زمین‌های ساحلی و دلتایی و انتقال آلاینده‌های موجود در رسوب به آب دریا

- بالا آمدن سطح تراز آب زیرزمینی در نواحی ساحلی و تشکیل باتلاق در نواحی ساحلی و در نتیجه انتقال آلاینده‌ها از آن مناطق به دریا

- بالا آمدن سطح آب دریا و به تبع آن افزایش میزان گسترش غرقابی هنگام توفان‌های شدید (به ویژه در خزر شمالی) که می‌تواند باعث زیر آب رفتن مناطق مسکونی، صنعتی و کشاورزی در مدت کوتاه شده و مواد آلاینده را به دریا انتقال دهد.

- زیر آب رفتن مناطق کشاورزی، تأسیسات نفتی و صنعتی و انتقال مواد آلاینده از آنها به دریای خزر. از آنجایی که تأسیسات نفتی برای خشکی ساخته شده‌اند با فرسوده شدن آنها در محیط آب دریا، انتقال آلودگی ممکن است سالهای پس از آب‌گرفتگی بروز یابد.

- در بخش خزر شمالی افزایش تراز آب دریا می‌تواند سبب انتقال آلاینده‌های رادیواکتیو به دریا گردد.

افزایش بیشتر تراز آب دریا می‌تواند سبب ایجاد رویدادهای مخرب ناشی از انتقال مواد نفتی از سواحل آذربایجان و قزاقستان به دریای خزر گردد.

### ۵-۳-۹- یوتریفیکاسیون

مواد مغذی به‌طور طبیعی عمدتاً از طریق رودخانه‌ها، آب‌های زیرزمینی و هوا وارد آب دریای خزر می‌شود. تغییر اقلیم در سرزمین‌های پیرامونی دریای خزر (به ویژه آسیای میانه و خاورمیانه) به‌همراه فشار فعالیت‌های انسانی سبب توسعه بیابان‌زایی و افزایش خاک و رسوب برای انتقال از طریق سامانه‌های جوی خواهد شد. در دهه‌ی گذشته نیز فراوانی انتقال غبار از روی البرز و از طریق آسیای میانه به خزر افزایش یافته است. هم‌چنین استفاده‌ی روز افزون از کودهای شیمیایی در زمین‌های کشاورزی حوضه‌ی آبریز خزر و افزایش زمین‌های زیر کشت در دهه‌های آینده سبب انتقال بیشتر مواد مغذی به دریای خزر خواهد شد. توسعه شهرهای ساحلی و شهرهای واقع بر حوضه‌ی آبریز خزر بدون شبکه‌ی تصفیه‌ی فاضلاب نیز یکی دیگر از منابع افزایش ورود مواد مغذی به حوضه‌ی خزر خواهد شد. گسترش دریانوردی در دریای خزر و توسعه صنایع دریا پایه (Sea-based) به‌ویژه در مورد منابع هیدروکربنی سبب افزایش ورود مواد مغذی به این دریا خواهد شد. در شرایط کنونی نیز دریای خزر تجربه وقوع پدیده یوتریفیکاسیون به‌ویژه در نواحی دریایی انزلی، تنکابن، باکو، سومگاییت و ولگا را داشته است. افزایش تراز آب خزر به‌همراه افزایش دمای هوا و به تبع آن کاهش سرعت چرخه‌ی آب امکان یوتریفیکاسیون محیط و شکوفایی جلبکی را در دریای خزر افزایش خواهد داد. وقوع این پدیده، زنجیره‌ای از پدیده‌های زیانبار زیست‌محیطی بر دیگر گونه‌های زیستی خزر و هم‌چنین اثرات مخرب اقتصادی و توسعه‌ی انسانی را به‌دنبال خواهد داشت (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

### ۵-۴- روش‌های سازگاری با اثر تغییر اقلیم در سواحل خزر

#### ۵-۴-۱- مقدمه

سازگاری نسبت به تغییرات اقلیم واقع شده و تغییر اقلیم پیش‌بینی شده طیفی از فرآیندهای زیستی، اجتماعی و اقتصادی را در بر می‌گیرد به‌نحوی که از اثرات زیانبار تغییر اقلیم کاسته شود و از فرصت‌های جدیدی که ایجاد می‌شود، بهره برداری گردد. (IPCC, 2001). سازگاری، مجموعه‌ای از فعالیت‌های پیوسته شامل تصمیم‌ها و اقدامات در سطوح جهانی، منطقه‌ی و محلی را شامل می‌شود که هم در ساختار سازمانی و هم در سطح انفرادی به اجرا گذاشته می‌شود. این تصمیم‌ها و اقدامات باید با

توجه به بستر اجرای آن اتخاذ شود. وضعیت جمعیتی، فرهنگی و اقتصادی ناحیه در اتخاذ تصمیم‌ها و چگونگی اجرای آن‌ها اثر گذار خواهد بود. ساختار قانونی تصمیم‌ها و اقدامات باید قابلیت انعطاف کافی داشته باشند. تا در هنگام تغییر روند پارامترهای اقلیمی، بتوان تصمیم‌ها و اقدامات جدید را جایگزین نمود. دریای خزر، حوضه‌ی آبی بزرگی است که علاوه بر راه‌کارهای ملی برای سازگاری نسبت به تغییر اقلیم، باید از راه‌کارهایی در چارچوب منطقه‌ای نیز بهره برد. اثرات تغییر اقلیم در حوضه‌ی خزر بسیار گسترده است. ارایه راه‌کارهای سخت و مهندسی محیط ممکن است به نوبه‌ی خود با بازخوردهای غیر قابل پیش‌بینی همراه باشد. به‌طور مثال تغییر در چرخه‌ی آب به‌طور طبیعی در حوضه‌ی خزر رخ می‌دهد، اما اجرای این کار به شکل مهندسی شده مستلزم صرف هزینه‌های هنگفت با عدم قطعیت در نتایج آن است. از این رو در این جا به مجموعه‌ای از راه‌کارها که منحصراً به کاهش آثار زیانبار تغییر اقلیم و افزایش استفاده از فرصت‌های آن گردد، پرداخته می‌شود (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

#### ۵-۴-۲- راه‌کارهای ملی

ناحیه‌ی ساحلی ایران در جنوب خزر در سه استان گیلان، مازندران و گلستان دارای بیشترین تراکم جمعیتی پس از تهران است. رودخانه‌های این منطقه دارای سرچشمه‌هایی واقع در استان‌های خراسان شمالی، تهران، قزوین، زنجان، البرز، همدان، آذربایجان شرقی، اردبیل و کردستان هستند. ناحیه‌ی ساحلی ایران در خزر به‌دلیل دارا بودن شرایط محیطی مناسب، پذیرای گردشگرانی است که فشار مضاعفی را بر اکوسیستم منطقه وارد می‌کند. از این‌رو بسیاری از راه‌کارهای سازگاری با تغییر اقلیم باید معطوف به تصمیمات و اقدامات ملی در سطح سه استان ساحلی و استان‌های واقع در حوضه‌ی آبریز رودخانه‌های ساحلی باشد. این راه‌کارها باید به‌نحوی اجرا شود که سبب حفظ تالاب‌های ساحلی و سپس بازسازی آن‌ها و هم‌چنین حفظ کیفیت بوم سازگان دریایی و سپس ارتقاء کیفیت آن و بازسازی ذخایر زیستی دریا شود (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

#### ۵-۴-۲-۱- مدیریت منابع آب

مدیریت حوضه‌ی آبریز رودخانه‌های ساحلی ایران برای حفظ تالاب‌های ساحلی و بازسازی آن‌ها اهمیت اساسی دارد. سه محور اصلی مدیریت منابع آب شامل ارتقاء کیفیت آب رودخانه‌های ورودی به

دریای خزر، تامین حداقل آبدهی رودخانه‌های ورودی به دریای خزر و تامین رسوبدهی بهینه رودخانه و بازسازی بستر طبیعی آن‌ها است.

هنوز ورود آلاینده‌های خشکی پایه (Land-based) سهم اصلی آلاینده‌های ورودی به دریای خزر را دارد. آن‌ها عمدتاً از طریق رودخانه‌ها و آب‌های زیرزمینی وارد دریای خزر می‌شوند. این آلاینده‌ها علاوه بر ایجاد اثرات حاد و مزمن به اکوسیستم رودخانه‌ها و تالاب‌های ساحلی، سبب ایجاد اثرات زیانبار به اکوسیستم دریایی نیز می‌شوند. برخی از آبیان دریای خزر برای زادآوری وابسته به رودخانه‌های ساحلی هستند. استفاده بی‌رویه از منابع آب رودخانه‌ای سبب ممانعت از مهاجرت آبیان و جلوگیری از تکثیر آن‌ها می‌شود. به‌علاوه بهره‌برداری از رسوب رودخانه‌ای برای فعالیت‌های عمرانی سبب تغییر سطح اساس رودخانه‌ها می‌گردد. برای حفظ سازه‌های رودخانه‌ای (پل‌ها) بستر رودخانه در آن مناطق با بتن تقویت می‌شود. این نوع سازه‌ها با وجود آبدهی مناسب رودخانه‌ها، مانع مهاجرت آبیان می‌شود. کاهش بار رسوبی رودخانه‌ها به دریای خزر، به‌دلیل ساخت سدها و دیگر تاسیسات هیدرولیکی و همچنین بهره‌برداری از رسوب رودخانه‌ای سبب کاهش ورود رسوب به سواحل می‌شود. به‌دلیل افزایش تراز آب، به‌طور طبیعی نرخ فرسایش ساحلی افزایش می‌یابد. کاهش رسوبدهی رودخانه‌ها سبب تشدید فرآیندهای فرسایشی ساحلی می‌گردد. از این‌رو تامین حداقل آبدهی و بهینه رسوبدهی رودخانه‌ها علاوه بر حفظ اکوسیستم رودخانه‌ای، باعث پایداری ساحل اطراف آن نیز می‌شود (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

#### ۵-۴-۲-۲- مدیریت خط ساحلی

خط ساحلی به‌عنوان محل تلاقی خشکی، هوا و دریا، محلی است که نخستین اثرات تغییر اقلیم بر روی دریای خزر را دریافت می‌کند. خط ساحلی محیطی بسیار فعال است که هنگام کاهش یا افزایش تراز آب، خود را بازسازی می‌کند. میزان جزر و مد در دریای خزر بسیار ناچیز است، از این رو محدوده‌ی خط ساحلی بسته به شیب و دیگر ویژگی‌های ساحلی از چند صد متر تجاوز نمی‌کند. نخستین تدبیر ملی برای مدیریت خط ساحلی آزادسازی آن از مستحذات غیر اصولی (شخصی و عمومی) است، به‌طوری که امکان دسترسی عمومی را سلب کرده و یکپارچگی محیط از جنگل به جلگه و ساحل و دریا را از بین برده است. تنها نقطه‌ای از ساحل ایران که هنوز یکپارچگی اکوسیستمی خود را (به‌طور ناقص) حفظ کرده، منطقه گیسوم در هشتر گیلان است. مدیریت خط ساحلی باید معطوف به توسعه زیرساخت‌ها برای بهره‌برداری اقتصادی و حفظ تالاب‌های ساحلی باشد. به‌دلیل ایجاد فشار مضاعف به منابع زیستی

خزر در دهه‌های گذشته بر اثر فعالیت‌های آلاینده و غیر آلاینده (صید بی‌رویه، تخریب دهانه رودخانه‌ها و ممانعت از فرآوری طبیعی برخی آبزیان)، ذینفعان این حوزه باید انعطاف شغلی مناسب در آینده داشته باشند. توسعه زیرساخت‌های ساحلی برای گردشگری دریایی شرایط لازم را برای کاهش فشار بر زیستگاه‌های ساحلی فراهم می‌کند. کاهش صید کیلکا در گذشته و زمینگیر شدن کشتی‌ها در انزلی، کیشهر، بابلسر و امیرآباد فشار اجتماعی و اقتصادی زیادی را برای ذینفعان و مدیران محلی وارد کرد. این تجارب باید درس‌های لازم برای برنامه‌ریزی آینده ارایه کرده باشد.

پس از آزادسازی ساحلی، باید ساختارهای طبیعی ساحلی بازسازی شوند. تپه‌های ماسه‌ای ساحلی و تپه‌های ماسه‌ای بادی که توسط پوشش گیاهی بومی تثبیت می‌شوند، یکی از بهترین ساختارها در مقابل نوسان تراز آب خزر است. بسیاری از این ساختارها برای ساخت و سازهای غیراصولی تخریب شده‌اند. بهره‌برداری از رسوبات رودخانه‌ای و ساحلی، ارزانتترین مصالح ساختمانی در سواحل خزر شمرده می‌شود. بسیاری از این بهره‌برداری‌ها با مجوز مدیران استانی صورت می‌گیرد. تامین مصالح ساختمانی از دیگر منابع در دسترس یکی از الویت‌های اصلی مدیریت خط ساحلی باید قرار گیرد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

#### ۵-۴-۲-۳- حفظ و بازسازی اکوسیستم‌های ساحلی - دریایی

ساحل ایران در دریای خزر دارای اکوسیستم‌های متنوعی است. برخی از آن‌ها در کنوانسیون رامسر ثبت شده‌اند. افزایش تراز آب خزر سبب گسترش تالاب‌های ساحلی می‌شود. اما در هنگام کاهش تراز آب، بسیاری از آن‌ها محدود شده و برخی نیز خشک می‌شوند. شکار و ماهیگیری قاچاق بیشترین تنش را بر تالاب‌ها وارد می‌کند. بهره‌برداری از منابع آب شیرین به‌ویژه در هنگام خشکسالی فشار مضاعفی را بر آن‌ها ایجاد می‌کند. در این مواقع حتی آب شیرین تالاب‌ها برای امور کشاورزی پمپاژ می‌شود. علاوه بر توسعه ساز و کارهای قانونی حفاظت از تالاب‌ها، آموزش بومیان و اشتغال مناسب آن‌ها نقش کلیدی در حفاظت از تالاب‌ها را ایفا می‌کند. توسعه کشاورزی از زمان صفویه در جلگه‌ی ساحلی ایران در خزر ایجاب می‌کرد که منابع آب برای آبیاری در تابستان ذخیره شود. از این‌رو آب‌بندهای کوچک و به‌تعداد زیاد ساخته شد که به نام‌های مختلفی (سل، استل، استخر) معروف شده‌اند.



این سدهای کوچک، آب‌های جویبارها و زهکش‌ها را جمع‌آوری کرده و ذخیره می‌کردند. علاوه بر استفاده از آب آن‌ها برای آبیاری شالیزارها در تابستان، پس از مدتی کارکردهای متنوعی پیدا کردند. از بخش چمنزار آن برای ورزش، از علفزار برای چرای دام، از نی و گالی برای ساختمان و محیط آبی آن برای ماهیگیری استفاده می‌شد. هم‌چنین این سدها سکونتگاه حیات وحش و مهاجرت پرندگان شده بود. اما در سه دهه‌ی اخیر بسیاری از آن‌ها به زمین‌های کشاورزی تبدیل شدند و یا به کاربری مسکونی و تجاری تغییر یافتند. در هنگام کاهش تراز آب، این آب‌بندهای مصنوعی بهترین محل برای جبران محدودیت تالاب‌های ساحلی می‌توانند باشند.

بازسازی اکوسیستم‌های ساحلی - دریایی به مجموعه تدابیری نیاز دارد که از هم اکنون باید آغاز شود. به دلیل تخریب بسیاری از زیستگاه‌های رودخانه‌ای امکان تولید مثل طبیعی بسیاری از آبزیان خزر از بین رفته است. از این رو تکثیر مصنوعی آن‌ها و رها سازی می‌تواند سبب بازسازی ذخایر آن‌ها شود (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

#### ۵-۴-۲-۴ - راه‌کارهای منطقه‌ای

ساحل دریای خزر در محدوده‌ی پنج کشور ساحلی آن، ایران، ترکمنستان، آذربایجان، روسیه و قزاقستان قرار می‌گیرد. هم‌چنین بخش عمده‌ی حوضه‌ی آبریز خزر نیز در این پنج کشور واقع است. تنها مقدار کمی از حوضه‌ی آبریز خزر در کشورهای ترکیه، ارمنستان و گرجستان قرار می‌گیرد. از نظر هیدرولوژیک بخش عمده‌ی آب ورودی به خزر از طریق حوضه‌ی آبریز آن در روسیه و بخش عمده رسوب از طریق رودخانه‌های کوچک و متوسط از ساحل ایران، آذربایجان و داغستان روسیه وارد دریای خزر می‌شود. بیشترین فعالیت انسانی در حوضه‌ی آبریز متعلق به روسیه، ایران و جمهوری آذربایجان می‌شود. بیشترین جمعیت ساکن در خط ساحلی خزر مربوط به سواحل ایران، جمهوری آذربایجان و روسیه است. هم‌اکنون بخش عمده‌ی نفت و گاز استخراجی در دریای خزر و سواحل آن توسط جمهوری آذربایجان و قزاقستان صورت می‌گیرد. بنابراین از نظر میزان تأثیر کشورهای ساحلی بر روی دریای خزر از نظر فرآیندهای طبیعی و فعالیت‌های انسانی متفاوت است. در طی سال‌های پس از فروپاشی شوروی ساختارهایی برای همکاری‌های منطقه‌ای ایجاد شده است. ایجاد اتحادیه دانشگاه‌های دولتی سواحل خزر، ایجاد اتحادیه سازمان‌های آب و هواشناسی کشورهای ساحلی، ایجاد برنامه محیط زیست خزر و هم‌چنین اتحادیه سران کشورهای ساحلی خزر از مهم‌ترین مواد آن است. علی‌رغم گذشت بیش از دو دهه از

تشکیل این اتحادیه‌ها و امضاء قرارداد همکاری زیست محیطی خزر، هنوز همکاری‌های علمی برای مدیریت زیست محیطی خزر توسعه نیافته است. با گذشت بیش از دو دهه از تشکیل CASPCOM، هنوز داده‌های تراز آب، دبی رودخانه‌ها و دیگر داده‌های هیدرومتئورولوژیک خزر، بین کشورها تبادل نمی‌شود. هنوز حادثه نفتی که در یک کشور رخ می‌دهد، به دیگر کشورها اطلاع‌رسانی نمی‌شود. ایجاد ساز و کار تبادل داده‌های ساحلی- دریایی، به ویژه در زمینه‌های آب و هواشناختی، اقیانوس‌شناختی و زیست محیطی مقدمه‌ی مدیریت منطقه‌ای دریای خزر است. از این‌رو یافتن راه‌کارهای منطقه‌ای در این زمینه‌ها باید در دستور کار عالی‌ترین سطوح مذاکرات قرار گیرد (لاهیجانی و نادری، ۱۳۹۳).

## فصل ششم

### ۶ - ارزیابی آسیب‌پذیری و سازگاری بخش شیلات نسبت به تغییر اقلیم

#### ۶ - ۱ - مقدمه

تغییر اقلیم و آب و هوا به طور طبیعی همواره در اعصار و قرون گذشته به وقوع پیوسته است. در قرن حاضر اکثر محققین و پژوهشگران عقیده دارند که تغییر اقلیم در سطح کره زمین در حال به وقوع پیوستن است. بسیاری از آنها بر این عقیده هستند که این تغییرات هم اکنون در بسیاری از نقاط کره زمین به وقوع پیوسته است. آنچه تغییر اقلیم در عصر حاضر را از بقیه متمایز می‌نماید، دخیل بودن انسان در به وقوع پیوستن آن است. در هر صورت، چه بشر مسئول آن باشد یا نباشد، تغییر آب و هوا رخ داده است و ادامه خواهد داشت. این تغییرات بر کلیه جوانب حیات بشری و دیگر موجودات کره زمین تأثیرات اساسی داشته و خواهد داشت. بنابراین، همگام با دیگر کشورهای جهان، و نظر به اینکه جمهوری اسلامی ایران معاهدات بین‌المللی را در این زمینه امضاء نموده، لازم است که ابعاد این تغییرات و تأثیرات آن در بخش‌های مختلف جامعه بررسی گردد، تا به درستی و با آگاهی بتوان از فرصت‌های احتمالی بهره‌برداری مطلوب کرده و یا با خطرات و آسیب‌های احتمالی مقابله نمود (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

تغییرات اقلیمی، بر فیزیولوژی آبزیان، امراض و منابع غذایی آنها تأثیرگذار است، که مجموع آنها، میزان تولید محصولات و فرآورده‌های شیلاتی را تعیین می‌کنند. امروزه تردیدی وجود ندارد که تغییرات آب و هوایی و گرمایش کره زمین بر آب و هوای اقیانوس‌ها و دریاها، درجه حرارت آب به ویژه در لایه‌های سطحی، جریان‌های دریایی و اقیانوسی، نوع و شدت امواج، سطح تراز آب دریاها و اقیانوسها، وضعیت سواحل، اسیدی شدن اقیانوسها، جذر و مد، لایه بندی آب و نهایتاً شرایط فیزیکی، شیمیایی و علی‌الخصوص وضعیت بیولوژیک و زیستی آنها به شدت اثرگذار بوده و در مجموع شرایط محیط‌های آبی را به طرز غیر قابل‌تحمیلی برای موجودات آن تغییر خواهد داد. در این میان منابع آبهای داخلی که شامل

آبهای شیرین رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، سدها، آب‌بندانه‌ها و آبهای زیر زمینی بوده، تحت تأثیر کاهش نزولات جوی و افزایش تبخیر، فرسایش و افزایش مصرف، عمدتاً با کاهش شدید همراه بوده و به لحاظ کمی و کیفی شرایط بحرانی تری را در مقایسه با آب‌اقیانوس‌ها و دریاها دارد. بدون شک با توجه به وابستگی شدید اقتصاد و معیشت جوامع بشری، به ویژه جوامع ساحل‌نشین به منابع مختلف آب، دامنه اثرات منفی این تغییرات از محدوده دریا فراتر رفته و بر زندگی اجتماعی ساحل‌نشینان و اقتصاد کلان کشورها تأثیرگذار خواهد گردید. در آینده دمای میانگین کره زمین در مقایسه با حال افزایش یافته و الگوی بارندگی شاهد تغییراتی خواهد بود. بدین دلیل افزایش درجه حرارت آب‌دریاها و اقیانوسها، تغییر کیفیت آب، پدیده‌های هیدرولوژیک و هیدرودینامیک که تماماً بر جمعیت آبریان و ذخایر آنها اثرگذار می‌باشند، در آینده نه چندان دور قابل انتظار است. از این‌رو، ارزیابی تأثیرات احتمالی بر بخش‌های دامپروری و شیلات، به ویژه شیلات، همانند بخش زراعت و باغبانی، امری ساده نمی‌باشد (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

علیرغم جدی بودن مسئله تغییرات آب و هوایی و اثرات نامطلوب آن بر فعالیتهای شیلاتی، به نظر می‌رسد که سازمان شیلات ایران برنامه‌های راهبردی و کلانی را در خصوص شناخت وضع موجود، آسیب‌پذیریها، کاهش اثرات نامطلوب تغییرات و سازگاری با تغییرات آب و هوایی، در دستور کار خود نداشته و البته این مشکلی است که در سطوح وزارتخانه و ملی نیز قابل مشاهده است. در نگارش مطالب این فصل عمدتاً از گزارش ارزیابی آسیب‌پذیری و سازگاری بخش کشاورزی، دامپروری و شیلات نسبت به تغییر اقلیم در ایران، فرهاد خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴ استفاده گردیده است.

## ۶-۲- ارزیابی آسیب‌پذیری ذخایر دریایی ناشی از تغییرات اقلیم

امروزه تردیدی وجود ندارد که تغییرات آب و هوایی و گرمایش کره زمین بر آب و هوای اقیانوس‌ها و دریاها، درجه حرارت آب به ویژه در لایه‌های سطحی، جریانهای دریایی و اقیانوسی، نوع و شدت امواج، سطح تراز آب‌دریاها و اقیانوسها، وضعیت سواحل، اسیدی شدن اقیانوسها، جذر و مد، لایه بندی آب و نهایتاً شرایط فیزیکی، شیمیایی و علی‌الخصوص وضعیت بیولوژیک و زیستی آنها به شدت اثرگذار بوده و در مجموع شرایط محیط‌های آبی را برای موجودات آن تغییر خواهد داد. در این میان منابع آبهای داخلی که شامل آبهای شیرین رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، سدها، آب‌بندانه‌ها و آبهای زیر زمینی بوده، تحت تأثیر

کاهش نزولات جوی و افزایش تبخیر، فرسایش و افزایش مصرف، عمدتاً با کاهش شدید همراه بوده و به لحاظ کمی و کیفی شرایط بحرانی تری را در مقایسه با آب اقیانوس‌ها و دریاها دارد. بدون شک با توجه به وابستگی شدید اقتصاد و معیشت جوامع بشری، به ویژه جوامع ساحل نشین به منابع مختلف آب، دامنه اثرات منفی این تغییرات از محدوده دریا فراتر رفته و بر زندگی اجتماعی ساحل نشینان و اقتصاد کلان کشورها تأثیرگذار خواهد گردید (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

## ۶-۲-۱- شاخص‌های تأثیرگذار محیطی و زیستی بر آسیب‌پذیری ماهیان خاویاری

شناخت عوامل تأثیرگذار محیطی و زیستی بر ذخایر ماهیان خاویاری یکی از نکات کلیدی و اساسی در پیش بینی وضعت آتی فعالیت‌های شیلاتی است. اما به نظر می‌رسد منبع و منشأ تمامی این تغییرات، گرمایش کره زمین و افزایش جهانی درجه حرارت باشد. اگر چه تا کنون پیش بینی دقیقی از وضعیت دریاها و منابع آبی کشور، متأثر از تغییرات اقلیم ارائه نشده است، اما بکارگیری اطلاعات مربوط به پیش بینی‌های جهانی و همچنین الگوهای مدل شده در خصوص تغییرات جهانی در اقیانوس‌ها و دریاها، در مجموع می‌توانند دیدگاه نسبتاً مناسبی از وضعیت آینده دریاها و ایران را ارائه دهند (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

در مجموع با توجه به آنچه که گذشت، می‌توان عوامل مؤثر ناشی از تغییرات آب و هوایی را بر زندگی آبزیان، در دو گروه تغییرات عوامل محیطی و تغییرات عوامل زیستی خلاصه نمود. این عوامل که به نوعی به عنوان شاخص‌های بررسی وضعیت مورد نظر بکار گرفته شده‌اند، شامل تغییرات دما، شوری، بارش، سطح تراز آب دریا، جریان رودخانه‌ها، جریان‌های دریایی، تغییرات جغرافیایی محیط خشکی و تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیستی آب در محدوده ساحلی و خشکی (شامل تالابها، خلیج، خور، مصب و ...) اسیدی شدن دریا و اقیانوسها، وقوع بلومهای پلانکتونی، تغییر در وفور مواد غذایی، شرایط تغذیه‌ای آبزیان، حضور گونه‌های مهاجم، بروز بیماری‌ها و ناهنجاریهای رشد بیولوژیک و فیزیولوژیک آبزیان، هم‌افزایی اثرات منفی ورود آلاینده‌ها به منابع آبی با تغییرات آب و هوایی و نهایتاً، تأثیر تمامی عوامل یاد شده در رشد، بلوغ، تکثیر و ذخایر آبزیان و محیط زندگی آنها، خلاصه نمود. بررسی تأثیرات هر یک از آنها می‌تواند میزان آسیب‌پذیری آبزیان را تبیین و ما را به اتخاذ تدابیر لازم برای بکارگیری روشهایی که بتواند اثرات منفی را کاهش داده و منجر به سازگاری با شرایط جدید و آسیب‌پذیری کمتر گردد، رهنمون سازد. اگر چه با توجه به تأثیر بسیاری از عوامل دیگر به عنوان شاخص‌های محیطی و همچنین

فاکتورهای متنوع دیگری به عنوان عوامل زیستی می‌توان اشاره نمود، اما واقعیت آن است که در صورت در نظر گرفتن تمامی این فاکتورها عملاً به دلیل تعدد عوامل در نظر گرفته شده و فقدان اطلاعات دوره ای مربوط به هر یک از عوامل، نهایتاً امکان تجربه و تحلیل یکپارچه آنها مشکل می‌باشد (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

## ۶-۲-۲- ذخایر ماهیان خاویاری

همانطور که در فصل قبل به طور مفصل بحث شد، بررسی پژوهش‌های معتبر در این مطالعه بیانگر این فرضیه است که با ادامه روند گرمایش جهانی سامانه مانسون در جنوب کشور تقویت یافته و با توجه به تاثیرات اثبات شده دیرینه اقلیمی این پدیده بر انتقال رو به شمال بادهای غرب وزان میانی و به تبع آن افزایش میزان بارش بر روی حوضه آبریز رودخانه ولگا به عنوان اصلی‌ترین تامین کننده آب دریای خزر، تراز آب دریای خزر افزایش خواهد یافت. همچنین وابستگی تراز آب خزر با فعالیت‌های خورشیدی نیز نشانگر افزایش آبی تراز آب است. به بیان دیگر بخش عمده‌ی حوضه‌ی آبریز دریای خزر در سرزمین اروپایی روسیه واقع است. پیش‌بینی دمای هوا و میزان بارندگی حاکی از افزایش بارش و افزایش دما در این بخش است. اما پیش‌بینی افزایش بارش روی حوضه‌ی ولگا و دیگر بخش‌های حوضه‌ی آبریز خزر (قفقاز، البرز و زاگرس) دارای دو روند کاملاً متضاد هستند. علی‌رغم کاهش بارش دیگر بخش‌ها، در در نهایت افزایش بارندگی در حوضه‌ی ولگا باعث افزایش آبدهی ولگا به حوضه‌ی خزر و به تبع آن افزایش تراز آب دریای خزر خواهد شد.

همچنین با افزایش میزان دی‌اکسید کربن در هوا و تبادلات گازی و مخلوط شدن آن با آب دریا و اقیانوسها، کربن حل شده در دریا موجب تشکیل یونهای بیکربنات و هیدروژن و سپس هیدروژن و کربنات می‌گردد. با افزایش این فعل و انفعالات میزان بالای یونهای هیدروژن سبب اسیدی شدن دریاها و اقیانوسها شده و زندگی را برای پلانکتون‌ها که جهت تشکیل دیواره خود کاملاً وابسته به کربنات کلسیم هستند، سخت و غیر ممکن می‌کند. از بین رفتن پلانکتون‌ها موجب کاهش موجودات فتوسنتز کننده شده و ضمن مختل نمودن چرخه غذایی اکوسیستم موجب افزایش کربن می‌گردد. گرمایش کره زمین همچنین بر الگوی وقوع گردبادها تأثیر می‌گذارد. اگر چه در سالهای اخیر گردبادها به لحاظ کمی کاهش یافته اند اما بر شدت وقوع آنها افزوده شده است (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

اگر چه ذخایر ماهیان خاویاری به دلیل عوامل مختلف و متعددی در طول سالیان گذشته به شدت آسیب دیده است، اما وضعیت ذخیره از نظر آسیب‌پذیری‌های ناشی از تغییرات آب و هوایی نیز قابل بررسی می‌باشد. با توجه به تغییرات آب و هوایی پیش‌بینی شده در کشور و با توجه اختصاصات فیزیولوژیک و بیولوژیک ماهیان خاویاری می‌توان پیش‌بینی نمود که با افزایش تراز آب و کاهش شوری می‌توان شاهد تاثیرات مثبت در بهبود وضعیت ذخایر طبیعی بود. همچنین افزایش دما بر ذخایر بی‌تاثیر خواهد بود. البته در مقابل کاهش بارندگی در دیگر بخش‌های حوضه‌ی آبریز خزر به غیر از ولگا سبب کاهش دبی رودخانه‌ها می‌گردد و تاثیر قلیل توجهی بر کاهش ذخایر و کاهش رلندمان تکثیر و پرورش این ماهیان ارزشمند خواهد داشت. همچنین تغییر pH و اسیدی شدن دریا، افزایش میزان وقوع بلوم‌های پلانکتونی و تغییر شدید جریان‌های دریایی به عنوان عوامل نامناسب ارزیابی و بر ذخایر این آبزیان تأثیر منفی خواهند گذارد. البته باید توجه نمود که ورود آلاینده‌ها به منابع آبی، وقوع بلوهای پلانکتونی، ورود گونه‌های مهاجم و بسیاری از تغییرات دیگر، تأثیرات مخرب تغییرات آب و هوایی را تشدید می‌نماید (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

### ۶-۳- آسیب‌پذیری آبی پروری

فعالیت‌های آبی پروری انجام گرفته در کشور شامل دو فعالیت عمده تکثیر (مصنوعی یا نیمه مصنوعی) و پرورش آبزیان می‌باشد. با توجه به روش‌های جاری تکثیر و پرورش آبزیان که عمدتاً در مناطق خشکی و با استفاده از منابع آب‌های داخلی و در استخرهای خاکی، بتونی و بعضاً فایبر گلاس صورت می‌گیرد، سه عامل محیطی آب، خاک و دما، بعنوان عوامل اصلی تأثیرگذار در کیفیت تکثیر و تولید آبزیان پرورشی به حساب می‌آیند. از طرفی تنها روش رایج پرورش آبزیان با استفاده از منابع آب دریا، روش پرورش در قفس و در برخی مناطق آبگیری استخرهای پرورش میگو از آب دریا می‌باشد. لذا تغییر در عواملی نظیر سطح تراز دریا، جریان‌های دریایی، اسیدی شدن دریاها و وقوع بلوهای پلانکتونی و حتی جریان رودخانه‌ها به استثنای تأثیر در فعالیت‌های در پرورش در قفس، در سایر روش‌ها عملاً تأثیری نداشته و بدین لحاظ اغلب فعالیت‌های آبی پروری متأثر از عوامل متغیر در دریا نخواهد گردید. همچنین در بررسی حاضر، ارزیابی آسیب‌پذیری ناشی از تغییرات آب و هوایی بر روی فعالیت‌ها تکثیر و پرورش آبزیان تفکیک نگردیده و بصورت توأمان در نظر گرفته شده است. (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

در این میان تغییرات صورت گرفته در الگوی بارش‌ها در چند سال اخیر، به ویژه بارندگی و جابجایی فصلی در اوج بارش‌ها، در برخی موارد منجر به ایجاد محدودیت‌ها و در برخی مناطق کمک مؤثری در آبگیری کارگاههای تکثیر و پرورش بوده است که نتیجه گیری دقیق در این خصوص نیازمند جمع آوری اطلاعات بارندگی با طول دوره آماری طولانی مدت تری می‌باشد (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

### ۶-۳-۱- آبی پروری ماهیان خاویاری

اگر چه تکثیر ماهیان خاویاری در کشور بیش از چهار دهه سابقه دارد، اما پیشینه آغاز به کار فعالیتهای پرورشی این ماهیان جهت تولید ماهیان قابل عرضه به بازار و تولید خاویار به کمتر از ۱۵ سال می‌رسد. از نظر نیازهای بیولوژیک و حساسیت به شرایط محیطی، ماهیان خاویاری حالت بینا بین میان ماهیان گرم آبی و سرد آبی دارند. یعنی در مقایسه با ماهیان سردآبی مقاومت تر و در قیاس با ماهیان گرم آبی و تیلاپیا از مقاومت کمتری نسبت به دمای بالا، کاهش اکسیژن و حتی برخی آلودگیهای احتمالی دارند.

بر اساس تجزیه و تحلیل عوامل محدود کننده تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری، کاهش بارش و به دنبال آن دبی رودخانه‌ها عمده ترین عامل محدود کننده مرتبط با تغییرات آب و هوایی می‌باشد. می‌توان پیش بینی نمود که تولید این آبزیان تحت تأثیر تغییرات آب و هوایی، به دلیل افزایش طول دوره دمایی مناسب برای پرورش و تغذیه ماهیان خاویاری، شرایط بهتری یافته و تولید این آبزیان در رابطه با این شاخص مجموع با بهبود نسبی همراه گردد. با توجه به فعالیتهای شیلاتی موجود و شاخص‌های تأثیرگذار در فعالیتهای آبی پروری، می‌توان گفت که اگر چه تغییرات پیش بینی شده در افزایش دما چندان چشمگیر نمی‌باشد، اما بطور میانگین اثرات افزایش نسبی دما می‌تواند موجبات افزایش رشد اغلب آبزیان را فراهم آورده و به عنوان یک عامل مثبت ناشی از تغییرات اقلیم در فعالیتهای آبی پروری محسوب گردد. با توجه به افزایش نسبی دمای هوا در اقلیم آتی، روند مثبت و رو به رشدی در وضعیت تغذیه و رشد آبزیان پرورشی قابل پیش بینی است. در این میان عامل کاهش کمیت و کیفیت آب به عنوان اصلی ترین عامل منفی در تکثیر و پرورش آبزیان مطرح می‌باشد. این در حالی است که تأثیر سایر عوامل بسیار ناچیز بوده و یا غیر قابل پیش بینی است (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).



## ۶-۳-۲- آبی پروری در قفس

پرورش آبزیان در قفس اگر چه از دو دهه پیش آغاز شد، اما توسعه آن به دلیل نیازهای فنی و تجهیزاتی، به ویژه قفس‌های مناسب عملاً متوقف بوده است. اما استفاده از استقرار قفس در دریا و جهت پرورش آبزیان از حدود سال ۱۳۹۰ به بعد سرعت بیشتری یافته و از سال ۱۳۹۳ به اولویت اصلی سازمان تبدیل شد. با توجه به استقرار عمده قفس‌ها در دریا، بدیهی است که توسعه و رشد این فعالیت بیشتر از محیط دریا و تغییرات ناشی از آن، متأثر گردد. این در حالی است که امکان استقرار قفس در آب بندانها و منابع آبی پشت سدها، جایی که میزان مناسبی از آب با ارتفاع مطلوب موجود باشد، امکان پذیر خواهد بود. البته با توجه به اولویتهای مصرف آب در نیازمندیهای شرب و کشاورزی، این منابع ممکن است محدود به چند سد یا دریاچه در کل کشور گردیده و به عبارتی پرورش در قفس را عموماً محدود به محیط دریایی نماید (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

در مجموع وابستگی فعالیت‌های پرورش در قفس موجب وابستگی آن به محدودیتهای مناطق دریایی میگردد و لذا، لازم است ملاحظات مربوط به دریا در تأمین منابع آب و محیط زندگی آبزیان پرورش یافته در قفس مورد توجه قرار گیرد. با توجه به محدودیتهای موجود در دریا شامل جریانات دریایی، تغییر سطح تراز دریا، اسیدی شدن دریاها و وقوع بلومهای پلانکتونی، به نظر می‌رسد این عوامل اثرات نامطلوبی بر فعالیت پرورش در قفس داشته باشند. در مجموع می‌توان گفت ریسک آسیب‌پذیری فعالیت‌های آبی پروری در قفس به دلیل امکان تغییر شرایط محیطی دریا بالا بوده و می‌تواند توأم با به

## ۶-۴- طراحی پرسشنامه محقق ساخته و اخذ نظرات کارشناسان به منظور

### تعیین تاثیر پیامدها از دو معیار ذخائر و تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری

در این مطالعه به منظور دستیابی به اهداف تحقیق، مجموعه مناسبی از پیامدهای تغییر اقلیم بر میزان آسیب‌پذیری و سازگاری ماهیان خاویاری دریای خزر با استفاده از تحقیقات کتابخانه‌ای و نظرات کارشناسان در قالب پرسشنامه محقق ساخته تهیه سپس به‌منظور تعیین تاثیر پیامدها از دو معیار ذخائر و تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری و امتیازدهی آنها، پرسشنامه‌ها بین گروه خبره‌ی متشکل از ۲۱ نفر از متخصصین مرتبط با حوضه‌ی شیلات و ماهیان خاویاری و نیز کارشناسان تغییر اقلیم توزیع گردید. از آنها خواسته شد با توجه به دیدگاه، تخصص و تجارب خود به هر کدام از پیامدهای تغییر اقلیم

بر میزان آسیب‌پذیری و سازگاری ماهیان خاویاری با تعیین یکی از پنج درجه تأثیری (مقیاس لیکرت) امتیاز دهند جدول ۶-۱ و در صورت وجود پیامد جدید به لیست اضافه نمایند. در این مطالعه روایی پرسشنامه با توجه به نظر متخصصان و کارشناسان تعیین و به منظور بررسی پایداری درونی سوالهای پرسشنامه، از تکنیک سنجش پایایی ضریب آلفای کرونباخ استفاده گردید که با توجه به مقدار این ضریب  $\alpha = 0/9$  پایایی پرسشنامه مورد تأیید قرار گرفت.

جدول ۶-۱ - تعیین درجه اهمیت معیارها و زیر معیارها بر اساس مقیاس لیکرت

۱	۲	۳	۲	۱
افزایش قابل ملاحظه	افزایش	بی تاثیر	کاهش	کاهش قابل ملاحظه

#### تعیین وزن و اولویت بندی اثرات

برای دستیابی به یک هدف، لازم است که تصمیم گیرنده، چندین معیار را توأم مورد ارزیابی قرار دهد و گزینه های تصمیم را بر طبق معیارها بسنجد. چنین فرآیندی تصمیم‌گیری چندمعیاره نامیده میشود، که به دو دسته‌ی چندهدفه و چندشاخصه تقسیم میشوند، در این پژوهش با توجه به پیامدهای تغییر اقلیم میزان آسیب‌پذیری و سازگاری ماهیان خاویاری دریای خزر در نظر گرفته شده، تکنیکهای انتروپی به منظور تعیین وزن پیامدها، تاپسیس برای اولویتبندی پیامدها بر دو معیار ذخائر و تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری استفاده گردید.

#### الف: تکنیک انتروپی

این تکنیک یک مفهوم عمده در علوم فیزیکی، علوم اجتماعی و تئوری اطلاعات میباشد و نشاندهنده میزان عدم اطمینان موجود از محتوای مورد انتظار از یک پیام است. در این مطالعه جهت تعیین وزن پیامدهای افزایشی و کاهش‌ی پیامدهای تغییر اقلیم بر میزان آسیب‌پذیری و سازگاری ماهیان خاویاری دریای خزر با استفاده از تکنیک انتروپی، ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری را به ماتریس

نرمال‌شده تبدیل نموده و میزان  $E_j$  (عدم اطمینان) و  $d_j$  (درجه انحراف) را برای هر یک از پیامدها محاسبه و در نهایت وزن  $W_j$  تعیین شده است. تکنیک انترویی به صورت روابط زیر بیان میشود:

در یک ماتریس تصمیم‌گیری با  $m$  گزینه و  $n$  پیامد برای تعیین وزن پیامدها به روش انترویی شانون، ابتدا به ازای هر عضو ماتریس تصمیم‌گیری که با  $r_{ij}$ ، مشخص میشود  $P_{ij}$  به شرح رابطه (۱) محاسبه میشود:

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}; \forall i, j \quad (1)$$

انترویی  $E_j$  به صورت رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m [P_{ij} \ln P_{ij}]; \forall j \quad (2)$$

به عنوان مقدار ثابت به صورت رابطه (۳)

$$k = \frac{1}{\ln(m)} \quad (3)$$

که مقدار  $E_j$  را بین صفر و یک نگه میدارد. در ادامه مقدار  $d_j$  (درجه انحراف) با استفاده از رابطه ۴ محاسبه میشود که بیان میکند پیامد مربوطه چه میزان اطلاعات مفید برای تصمیم‌گیری در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار میدهد.

$$d_j = 1 - E_j; \forall j \quad (4)$$

سپس مقدار وزن  $W_j$  با استفاده از رابطه ۵ محاسبه میگردد که در آن، بهترین وزن انتخاب میشود:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}; \forall j \quad (5)$$

ب: تکنیک تاپسیس

یکی از این روش‌های اولویت بندی دارای قدرت بالا در تفکیک گزینه‌ها تکنیک اولویتبندی ترجیحات بر اساس شباهت‌شان به راه‌حل ایده‌آل است که به اختصار با نام تاپسیس شناخته میشود و از روش‌های ارزیابی چند شاخصه است که در سال ۱۹۷۱ بهوسیله هوانگ و یون ارائه گردید در این روش تحلیل چندمعیاره گسسته  $m$  گزینه به وسیله  $n$  شاخص مورد ارزیابی قرار گرفته و گزینه‌ها براساس شباهت به راه‌حل ایده‌آل رتبه‌بندی میشوند. اساس این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه

انتخابی باید کمترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی داشته باشد. که مراحل این روش به ترتیب زیر است.

تشکیل ماتریس داده‌ها بر اساس  $m$  گزینه و  $n$  پیامدها (رابطه ۶)

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

استاندارد نمودن داده‌ها و تشکیل ماتریس استاندارد از طریق

(رابطه ۷)

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (7)$$

تعیین وزن هر یک از پیامدها ( $W_j$ ) بر اساس (رابطه ۸):

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (8)$$

در این راستا پیامدها دارای اثر افزایشی و یا کاهش‌ی بیشتر از وزن بالاتری برخوردارند. در واقع ماتریس  $V$  حاصل ضرب مقادیر استاندارد هر پیامد در اوزان مربوط به خود می‌باشد.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

ایده‌آل و آلترناتیو ( $S_i$ ) تعیین معیار فاصله‌ای برای

آلترناتیو  $S_i$  و آلترناتیو حداقل ( $S_i^-$ ) بر اساس (رابطه ۹):

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (9)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

تعیین ضریبی که برابر است با فاصله‌ی آلترناتیو حداقل، تقسیم بر مجموع فاصله‌ی آلترناتیو حداقل (Si-) و فاصله‌ی آلترناتیو ایده‌آل (Si\*) که آن را با (Ci\*) نشان داده و از رابطه ۱۰ محاسبه میشود.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (10)$$

رتبه بندی آلترناتیوها بر اساس میزان Ci\*

## ۵-۶ - جمع بندی آسیب‌پذیری ذخایر و آبروی ماهیان خاویاری

نتایج به دست‌آمده از اجرای تکنیک انترویی برای تکمیل ماتریس و میزان نرمال شده ماتریس، میزان (Wj وزن)، (dj، درجه انحراف) و (Ej، عدم اطمینان) پیامدها در جداول زیر به ترتیب ارائه شده است. تجزیه و تحلیل یافته‌های این پژوهش با استفاده از تکمیل پرسشنامه، ۱۶ پیامد از اثر بر دو معیار "ذخائر" و "تکثیر و پرورش" ماهیان خاویاری شناسایی نموده است.

نتایج وزن‌دهی پیامدها با استفاده از تکنیک انترویی نشان داد که در میزان آسیب‌پذیری و سازگاری ذخائر ماهیان خاویاری پیامد "افزایش تراز آب دریای خزر"، "تغییرات جریان‌های افقی و عمودی دریای خزر" و "افزایش اسیدیته آب دریای خزر" با اثر افزایشی (مثبت) به ترتیب با وزنه‌های (۰/۰۳۴۶۵۲)، (۰/۰۳۴۶۵۱) و (۰/۰۳۴۶۵۵) دارای بیشترین وزن با اثر مثبت بوده‌اند و "کاهش بارندگی"، "کاهش دبی رودخانه‌ها (به غیر از ولگا که افزایش دبی خواهد داشت)" و "افزایش میزان وقوع بلوم‌های پلانکتونی در دریای خزر" با اثر کاهش‌ی (منفی) به ترتیب با وزنه‌های (۰/۰۳۴۶۶۲-)، (۰/۰۳۴۶۶۱-) و (۰/۰۳۴۶۶۰-) دارای بیشترین وزن با اثر منفی و نیز افزایش دما نیز در ذخائر بی‌تاثیر بوده است و در معیار میزان آسیب‌پذیری و سازگاری تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری دریای خزر به جز پیامد "افزایش تراز آب دریای خزر" با وزن ۰/۰۳۴۴۱۹ و "افزایش دمای دریای خزر" با وزن ۰/۳۴۴۴۱ مابقی پیامدها اثر کاهش‌ی یا کاهش‌ی قابل ملاحظه داشته‌اند. نتایج وزن‌دهی پیامدها با تکنیک انترویی در جدول ۶-۲ آمده است.

جدول ۶-۲- محاسبه‌ی وزن پیامدها با تکنیک انترویی

Wj	dj	Ej	میزان آسیب پذیری و سازگاری ذخائر ماهیان خاویاری
۰/۰۳۴۵۶۰	۱/۹۷۵۳۶	۰/۹۷۵۳۶	افزایش دما دریای خزر
۰/۰۳۴۶۵۸	۱/۹۷۶۴۵	۰/۹۷۶۴۵	افزایش شوری دریای خزر
۰/۰۳۴۶۶۲	۱/۹۷۶۶۴	-۰/۹۷۶۶۴	کاهش بارندگی در حوزه آبریز دریای خزر
۰/۰۳۴۶۶۱	۱/۹۷۶۶۲	-۰/۹۷۶۶۲	کاهش دبی رودخانه ها (به غیر از ولگا که افزایش دبی خواهد داشت) در حوزه آبریز دریای خزر
۰/۰۳۴۶۵۲	۱/۹۹۲۸۹	۰/۹۹۲۸۹	افزایش تراز آب دریای خزر
۰/۰۳۴۶۵۱	۱/۹۹۲۸۴	۰/۹۹۲۸۴	تغییرات جریانات افقی و عمودی دریای خزر
۰/۰۳۴۶۵۵	۱/۹۹۲۸۶	۰/۹۹۲۸۶	افزایش اسیدپته آب دریای خزر
۰/۰۳۴۶۶۰	۱/۹۷۶۶۱	-۰/۹۷۶۶۱	افزایش میزان وقوع بلومهای پلانکتونی در دریای خزر
Wj	dj	Ej	میزان آسیب پذیری و سازگاری تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری
۰/۰۳۴۴۴۱	۱/۹۹۱۲۱	۰/۹۹۱۲۱	افزایش دمای دریای خزر
۰/۰۳۴۴۰۲	۱/۹۷۹۳۷	-۰/۹۷۹۳۷	افزایش شوری دریای خزر
۰/۰۳۴۴۱۰	۱/۹۷۹۳۹	-۰/۹۷۹۳۹	کاهش بارندگی در حوزه آبریز دریای خزر
۰/۰۳۴۴۱۱	۱/۹۷۹۴۰	-۰/۹۷۹۴۰	کاهش دبی رودخانه ها (به غیر از ولگا که افزایش دبی خواهد داشت) در حوزه آبریز دریای خزر
۰/۰۳۴۴۱۹	۱/۹۹۰۵۶	۰/۹۹۰۵۶	افزایش تراز آب دریای خزر
۰/۰۳۴۴۱۸	۱/۹۸۰۴۵	-۰/۹۸۰۴۵	تغییرات جریانات افقی و عمودی دریای خزر
۰/۰۳۴۴۲۰	۱/۹۸۰۴۶	-۰/۹۸۰۴۶	افزایش اسیدپته آب دریای خزر
۰/۰۳۴۴۳۰	۱/۹۹۰۸۰	-۰/۹۹۰۸۰	افزایش میزان وقوع بلومهای پلانکتونی در دریای خزر

نتایج اولویتبندی معیارها و پیامدها (معیارها و شاخصها) با استفاده از تکنیک تاپسیس نشان داد که میزان آسیب پذیری و سازگاری ذخائر ماهیان خاویاری "افزایش تراز آب دریای خزر"، با اولویت ۲ اثر افزایشی مثبت بر روی ذخائر داشته اما "کاهش بارندگی در حوزه آبریز دریای خزر"، "کاهش دبی رودخانه ها (به غیر از ولگا که افزایش دبی خواهد داشت) در حوزه آبریز دریای خزر" و "افزایش میزان وقوع بلومهای پلانکتونی در دریای خزر" با اولویت ۱ اثر کاهشی قابل ملاحظه (با تاثیر منفی) و ضمناً "افزایش شوری دریای خزر"، "تغییرات جریانات افقی و عمودی دریای خزر" و "افزایش اسیدپته آب دریای خزر" با اولویت ۲ اثر کاهشی داشته اند و نیز "افزایش دمای دریای خزر" اولویت ۳ و بی تاثیر در ذخائر می باشد.

در خصوص میزان آسیب پذیری و سازگاری تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری نیز همانطور که در جدول ۳-۶ آمده است "افزایش شوری دریای خزر"، "کاهش بارندگی در حوزه آبریز دریای خزر"، "کاهش دبی رودخانه ها (به غیر از ولگا که افزایش دبی خواهد داشت) در حوزه آبریز دریای خزر"، "تغییرات جریانات افقی و عمودی دریای خزر" و "افزایش اسیدپته آب دریای خزر" با اولویت ۲ اثر

کاهش (با تاثیر منفی) داشته و "افزایش تراز آب دریای خزر" با اولویت ۲ اثر افزایشی مثبت و نیز "افزایش میزان وقوع بلوم‌های پلانکتونی در دریای خزر" با اولویت ۱ اثر کاهش‌ی قابل ملاحظه با تاثیر منفی و نیز "افزایش دمای دریای خزر" با اولویت ۱ اثر افزایش قابل ملاحظه بر روی تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری دریای خزر دارد.

جدول ۶-۳- محاسبه وزن نهایی پیامدها و اولویت بندی آنها با مدل تاپسیس

اولویت	نزدیکی نسبی	میزان آسیب پذیری و سازگاری ذخائر ماهیان خاویاری
۳	۰/۷۹۰۱۲	افزایش دمای دریای خزر
۲ (با اثر منفی)	۰/۸۰۲۳۶	افزایش شوری دریای خزر
۱ (با اثر منفی)	۰/۸۹۲۲۱	کاهش بارندگی در حوزه آبریز دریای خزر
۱ (با اثر منفی)	۰/۸۹۲۲۳	کاهش دبی رودخانه‌ها (به غیر از ولگا که افزایش دبی خواهد داشت) در حوزه آبریز دریای خزر
۲ (با اثر مثبت)	۰/۸۰۲۳۷	افزایش تراز آب دریای خزر
۲ (با اثر منفی)	۰/۸۰۲۳۶	تغییرات جریان‌ات افقی و عمودی دریای خزر
۲ (با اثر منفی)	۰/۸۰۲۳۸	افزایش اسیدیته آب دریای خزر
۱ (با اثر منفی)	۰/۸۹۲۲۱	افزایش میزان وقوع بلوم‌های پلانکتونی در دریای خزر
اولویت	نزدیکی نسبی	میزان آسیب پذیری و سازگاری تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری
۱ (با اثر مثبت)	۰/۷۹۸۴۸	افزایش دمای دریای خزر
۲ (با اثر منفی)	۰/۷۸۹۳۲	افزایش شوری دریای خزر
۲ (با اثر منفی)	۰/۷۸۹۳۱	کاهش بارندگی در حوزه آبریز دریای خزر
۲ (با اثر منفی)	۰/۷۸۹۲۶	کاهش دبی رودخانه‌ها (به غیر از ولگا که افزایش دبی خواهد داشت) در حوزه آبریز دریای خزر
۲ (با اثر مثبت)	۰/۷۹۸۳۴	افزایش تراز آب دریای خزر
۲ (با اثر منفی)	۰/۷۸۹۲۷	تغییرات جریان‌ات افقی و عمودی دریای خزر
۲ (با اثر منفی)	۰/۷۸۹۲۸	افزایش اسیدیته آب دریای خزر
۱ (با اثر منفی)	۰/۷۹۸۴۹	افزایش میزان وقوع بلوم‌های پلانکتونی در دریای خزر

در جمع بندی مطالب ارائه شده با توجه به به تغییرات آب و هوایی پیش بینی شده در کشور و با توجه اختصاصات فیزیولوژیک و بیولوژیک ماهیان خاویاری می توان پیش بینی نمود که با افزایش تراز آب و کاهش شوری می توان شاهد تاثیرات مثبت در بهبود وضعیت ذخایر طبیعی و افزایش راندمان تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری بود. همچنین افزایش دما بر تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری به دلیل افزایش طول دوره دمایی مناسب برای پرورش و تغذیه ماهیان خاویاری تاثیر مثبت و در ذخایر بی تاثیر خواهد

بود. البته در مقابل کاهش بارندگی در دیگر بخش‌های حوضه‌ی آبریز خزر سبب کاهش دبی رودخانه‌ها می‌گردد و تاثیر قایل توجهی بر کاهش ذخایر و کاهش رلندمان تکثیر و پرورش این ماهیان ارزشمند خواهد داشت. همچنین تغییر pH و اسیدی شدن دریا، افزایش میزان وقوع بلوم‌های پلانکتونی و تغییر شدید جریان‌های دریایی به عنوان عوامل نامناسب ارزیابی و بر ذخایر و تکثیر و پرورش این آبزیان تأثیر منفی خواهند گذارد. البته باید توجه نمود که ورود آلاینده‌ها به منابع آبی، وقوع بلوهای پلانکتونی، ورود گونه‌های مهاجم و بسیاری از تغییرات دیگر، تأثیرات مخرب تغییرات آب و هوایی را تشدید می‌نماید.

## ۶ - ۶ - سازگاری و انطباق‌پذیری در بخش شیلات

سازگاری (Adaptation)، طبق تعریف IPCC، عبارت است از تعدیل در سیستم‌های طبیعی یا انسانی در واکنش به تغییرات کنونی یا آتی و تأثیرات آنها، به طوری که خسارات را کاهش داده، و یا از فرصت‌های سودمند بهره‌برداری کند. در این گزارش سعی شد تا بر اساس پیش‌بینی وضعیت اقلیمی آینده در نقاط مختلف کشور، آسیب‌پذیری بخش تولید محصولات کشاورزی، اعم از سالانه و دائمی، بررسی گردد. به طور کلی، پیش‌بینی می‌شود که تغییر در میزان و پراکنش بارندگی، و تغییرات زمانی و مکانی دمای هوا، بروز رخداد‌های خشکسالی و سیل را در ایران افزایش دهد، که هر دو خطری جدی برای کاهش تولید غذا، و در نتیجه امنیت غذایی، محسوب می‌شوند. پیش‌بینی زمان و مکان دقیق این رخدادها، در حال حاضر به طور قطع و یقین امکان‌پذیر نیست، ولیکن، تواتر وقوع این رخدادها بیشتر خواهد افتاد (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

با توجه به مخاطرات مرتبط با گرم شدن کره زمین و اثرات آن بر روی فعالیت‌های صیادی و آبی‌پروری در کشور، که به صورت مختصر تشریح گردید، لازم است تمهیداتی در سطوح مختلف طراحی و جهت انجام معرفی گردد. در این راستا لازم است سازمان‌های بین‌المللی به ویژه سازمان‌های FAO و UNEP با شناسایی مخاطرات مناطق مختلف نسبت به ارائه برنامه‌های مطالعاتی و اجرایی متناسب با وضعیت هر منطقه اقدام نمایند. همچنین، با توجه به وجود کنوانسیون‌های منطقه‌ای و پروتکل‌های مربوطه، لازم است اقدامات مرتبط با برنامه‌های مربوطه در مناطق مختلف متناسب با طرح‌های سازمان‌های بین‌المللی به مورد اجرا درآید (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).



لازم است که ابعاد مختلف فعالیتهای شیلاتی که در دو سر فصل اصلی صید و پرورش قابل بررسی و مطالعه هستند، ضمن شناسایی مخاطرات، برنامه ریزی لازم در جهت سازگاری با تغییرات پدید آمده و یا تغییرات احتمالی قابل پیش بینی، کاهش احتمال وقوع خطر ناشی از این مخاطرات طراحی و صورت پذیرد. اگر چه ممکن است در طی سالهای گذشته، برخی از موارد سازگاری با تغییر اقلیم بصورت اتفاقی و یا ناشی از یک نیاز فوری و یا الزام قانونی اجرایی شده باشد، اما آنچه که مشخص است در برنامه کلان کشور و به تبع آن فعالیتهای مختلف، برنامه هدفمند و زمانبندی شده ای در خصوص شناخت مخاطرات و مقابله یا سازگاری با آنها وجود ندارد. در این راستا اعلام دقیق برنامه‌های سازگاری، به دلیل فقدان اطلاعات پایه به ویژه در خصوص تغییرات اقلیم و اثرات آن بر محیط دریا و گونه‌های آبی و تغییرات قابل پیش بینی، بصورت دقیقی امکان پذیر نمی باشد. از طرفی کمبود اطلاعات و مطالعات مربوط به انواع گونه‌های آبی نیز مزید بر علت خواهد بود (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

انجام مطالعات و اقدامات ملی و محلی متناسب با برنامه‌های بین‌المللی، بسیار مهم و ضروری می‌باشد. برنامه‌ریزی جهت اقتصادی شدن هر چه بیشتر فعالیتهای شیلاتی و آبی‌پروری، علاوه بر ایجاد درآمد در اینگونه فعالیتهای، موجبات کاهش فشار بر ذخایر منابع آبی را فراهم آورده و به نوعی در حفاظت از منابع آبی سودمند و مؤثر خواهد بود. لذا، علاوه بر برنامه‌های جهانی و ملی مقابله با گرم شدن کره زمین، برنامه‌ریزی جهت استفاده مناسب از منابع و اقتصادی نمودن فعالیتهای صیادی و آبی‌پروری، از استراتژی‌های مناسب جهت کاهش آسیب‌پذیری و افزایش سازگاری فعالیتهای یاد شده در قبال تغییرات اقلیم آینده کشور می‌باشد (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

با توجه به آنچه که در بخش مربوط به آسیب‌پذیری‌ها ذکر گردید، موارد مرتبط با مباحث شیلاتی بررسی و سازگاری احتمالی مربوطه هر یک از موارد معرفی می‌گردد. با توجه به شرایط کنونی، می‌توان برنامه‌های مرتبط با فعالیتهای شیلاتی را در آینده به شرح زیر طراحی و پیش‌بینی نمود.

## ۶-۶-۱- انطباق‌پذیری و سازگاری در فعالیتهای صیادی مرتبط با کاهش ذخایر آبزیان

شاید شناخت عوامل اصلی تأثیرگذار بر زندگی آبزیان و ذخایر آن، ناشی از تغییرات آب و هوایی چندان مشکل نباشد، اما آنچه که مهم و تا حدود زیادی دشوار به نظر می‌رسد، شناخت تأثیرات ناشی از تغییرات عوامل اصلی بر روی محیط زیست آبزیان و چرخه زندگی آنها است. به عبارتی تغییر دما و

افزایش آن تا حدود زیادی قابل پیش‌بینی و مشخص است، اما تجزیه و تحلیل اثرات افزایش دما و تأثیر آن بر روی اجزای یک اکوسیستم مرتبط با محیط زندگی گروه آبی هدف بسیار دشوار و بعضاً غیرممکن است. از طرفی با توجه به اینکه تغییرات دما یک مسئله جهانی بوده و حل مشکل به نوعی غیرممکن به نظر می‌رسد، عملاً امکان کنترل تغییرات دما و تأثیرات ناشی از آن وجود نداشته و تنها با اتخاذ تدابیر مدیریتی و اجرائی و مد نظر قرار دادن برخی از ملاحظات می‌توان اثرات منفی ناشی از این تغییرات را تخفیف داد. لذا در این قسمت، عمدتاً موضوعات تخصصی و اقداماتی که بتواند در حفظ ذخیره و کاهش آسیب‌های وارده به آن کمک نماید، به عنوان اقدامات مربوط به سازگاری اشاره شده است (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

- ۱- شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها و آسیب‌پذیریهای ناشی تغییرات آب و هوایی در دریای خزر،
- ۲- تهیه برنامه مشترک منطقه ای سازگاری با تغییرات آب و هوایی، با توجه به مشاع بودن دریای خزر در بین پنج کشور جمهوری اسلامی ایران، آذربایجان، روسیه، قزاقستان و ترکمنستان
- ۳- تهیه برنامه ملی سازگاری با تغییرات آب و هوایی فعالیتهای شیلاتی با مشارکت دستگاههای ذیربط،
- ۴- طراحی و انجام مطالعات و تحقیقات کاربردی در خصوص وضعیت فعلی، روند تغییرات آب و هوایی در دریا، پیش‌بینی آینده و اقدامات مرتبط جهت سازگاری با آسیب‌پذیریهای ناشی از تغییرات آب و هوایی و گرمایش کره زمین،
- ۵- انجام پایش مداوم محیط دریا و عوامل تشکیل دهنده آن شامل فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک و تغییرات در تنوع زیستی و دینامیک پویایی جمعیت، جهت دسترسی به آخرین اطلاعات و تغییرات در دریا،
- ۶- جلوگیری از روند کنونی تخریب محیط زیست و ورود انواع آلاینده‌ها به دریا،
- ۷- تلاش در جهت کاهش گازهای گلخانه ای ناشی از فعالیتهای صیادی با بکارگیری موتورهای مناسب بر روی شناورهای صیادی و برنامه ریزی در جهت جایگزینی موتورهای دیزلی به جای موتورهای بنزینی،

- ۸- برنامه ریزی و اجرای برنامه‌های حفاظتی در جهت جلوگیری از ورود آلاینده‌های ناشی از فعالیتهای صیادی از قبیل صید دور ریز، رها سازی تورهای صیادی به دریا، رها سازی زباله یا روغن سوخته و مواد نفتی به دریا و یا در بنادر صیادی،
- ۹- ایجاد مناطق حفاظت شده و کنترل مناسب مناطق حفاظت شده و ممنوعیت روشهای مخرب صیادی و کاهش صید ضمنی روشهای مختلف صیادی،
- ۱۰- حفاظت از ذخایر در معرض خطر و برداشت از ذخیره در حد زیتوده زنده و توان اکولوژیک و باز سازی ذخایر،
- ۱۱- تکثیر و رها سازی گونه‌های در معرض خطر با لحاظ نمودن تنوع گونه ای،
- ۱۲- حفظ و بهسازی محیط‌های طبیعی زندگی آبزیان، مناطق حساس شیلاتی از جمله رودخانه‌ها، خورها، مصب‌ها، خلیج‌ها، تالابها، و تقویت تکثیر طبیعی آبزیان،
- ۱۳- تنویر افکار عمومی به ویژه جوامع محلی و بهره برداران در جهت حفاظت از محیط زیست و ذخایر آبزیان،
- ۱۴- استفاده از مشارکت کلیه دستگاهها، ذینفعان و بهره برداران در بهره برداری مسئولانه از ذخایر آبی و حفاظت از آنها.

#### ۶-۶-۱-۱- ماهیان خاویاری

- ۱- پایش محیط دریا و رودخانه‌ها و سایر مناطق حساس شیلاتی مربوط به زیست ماهیان خاویاری و تغییرات مربوط به این مناطق، به منظور شناسایی تغییرات محیطی و زیستی و طراحی اقدامات مربوط به آن،
- ۲- پایش ذخایر و پویایی جمعیت انواع ماهیان خاویاری، به منظور شناسایی تغییرات در میزان ذخیره و رفتارهای بیولوژیک و طراحی اقدامات مربوط به آن،
- ۳- پیش بینی حداقل دبی پایه آب رودخانه‌ها در فصل مهاجرت، تخم‌ریزی و ملنگاری بچه ماهیان در رودخانه، به منظور تکمیل چرخه طبیعی تکثیر ماهیان خاویاری،

- ۴- رفع موانع فیزیکی و بهسازی محیط رودخانه‌ها، جهت تسهیل مهاجرت ماهیان خاویاری به رودخانه‌ها و ایجاد زمینه تکثیر طبیعی این آبزیان،
- ۵- پیش‌بینی الزامات و انجام اقدامات لازم برای جلوگیری از ورود انواع آلاینده‌ها به دریا و رودخانه‌ها در جهت ایجاد محیط زندگی سالم برای ماهیان خاویاری و موجودات حائز اهمیت در چرخه زندگی آنها،
- ۶- پیش‌بینی الزامات و انجام اقدامات لازم برای جلوگیری از ورود آلاینده‌ها آلی به دریا و کاهش احتمال وقوع بلومهای پلانکتونی،
- ۷- تکثیر و رهاسازی انواع بچه ماهیان خاویاری در مناطق طبیعی مساعد با رعایت کلیه تمهیدات لازم جهت تولید بچه ماهیان با کیفیت و همچنین رهاسازی مجدد مولدین به دریا، جهت باروری و تولید در سالهای آتی،
- ۸- توقف صید ماهیان خاویاری با اهداف استفاده‌های تجاری به دلیل شرایط نامناسب ذخایر آنها و صید به منظور تولید بچه ماهی و رهاسازی جهت بازسازی ذخایر و یا صید با هدف انجام تحقیقات کاربردی،
- ۹- مقابله جدی با صیادی غیر قانونی، تنظیم نشده و گزارش نشده ماهیان خاویاری،
- ۱۰- توسعه تولید ماهیان خاویاری در مزارع پرورشی جهت تأمین نیازمندیهای مصرفی ماهیان خاویاری در جامعه،
- ۱۱- ایجاد بلنک ژن ماهیان خاویاری با شناسایی محیط‌های طبیعی جهت حفاظت گونه‌های وحشی در این مناطق.

## ۶-۶-۲- سازگاری و کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی در فعالیتهای آبی پروری

با توجه به اینکه تغییرات دما یک مسئله جهانی بوده و حل مشکل در ابعاد کوچک به نوعی غیرممکن به نظر می‌رسد، عملاً امکان کنترل تغییرات عوامل یاد شده و تأثیرات ناشی از آن وجود نداشته و تنها با اتخاذ تدابیر مدیریتی و اجرائی و مد نظر قرار دادن برخی از ملاحظات می‌توان اثرات منفی ناشی از این تغییرات را تخفیف داد. لذا در این قسمت عمدتاً به موضوعات تخصصی و اقداماتی که

بتواند در حفظ ذخیره و کاهش آسیب‌های وارده به آن کمک نماید، به عنوان اقدامات مربوط به سازگاری اشاره شده است (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

۱- شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها و آسیب‌پذیریهای ناشی تغییرات آب و هوایی در تکثیر و پرورش انواع آبزیان،

۲- طراحی و انجام مطالعات و تحقیقات کاربردی در خصوص وضعیت فعلی، روند تغییرات آب و هوایی در خشکی و منابع آب، پیش‌بینی آینده و اقدامات مرتبط جهت سازگاری با آسیب‌پذیریهای ناشی از تغییرات آب و هوایی و گرمایش کره زمین،

۳- تهیه برنامه ملی سازگاری با تغییرات آب و هوایی در زمینه تکثیر و پرورش گونه‌های مختلف و ادامه فعالیتهای بر اساس رویکرد و سیاستهای تعیین شده،

۴- انجام پایش مداوم محیطی شامل فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک و تغییرات در حال اتفاق،

۵- جلوگیری از روند کنونی تخریب محیط زیست و ورود انواع آلاینده‌های ناشی از آبرزی پروری به منابع آب و خاک،

۶- توجه جدی به بهروری در استفاده از منابع آب و خاک،

۷- مکان‌یابی و شناسایی مناطق مساعد آبرزی پروری با اهداف گوناگون و با لحاظ نمودن تغییرات محیطی،

۸- انجام تحقیقات کاربردی در زمینه تکثیر و پرورش انواع آبزیان و تعیین نرم‌تنیوهای مورد نیاز هر گونه،

۹- اولویت تکثیر و رهاسازی گونه‌های آسیب‌دیده و بازسازی ذخایر آبزیان در معرض خطر،

۱۰- تولید انواع آبزیان در محیط‌های پرورشی جهت تأمین نیازهای جامعه و حفاظت از ذخایر طبیعی و وحشی آن،

۱۱- تکثیر و رهاسازی گونه‌های در معرض خطر با لحاظ نمودن تنوع گونه‌ای،

۱۲- استفاده از محیط‌های طبیعی و گونه‌های بومی در تکثیر پرورش آبزیان و انجام اقدامات لازم جهت تقویت تکثیر طبیعی،

۱۳- تنویر افکار عمومی به ویژه جوامع محلی و بهره برداران، در جهت آبی پروری مسئولانه با رعایت الزامات زیست محیطی،

۱۴- بکارگیری تمهیدات لازم در جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیتهای آبی پروری.

#### ۶-۶-۱- آبی پروری ماهیان خاویاری

با توجه به اختصاصات بیولوژیک و فیزیولوژیک این ماهیان، تأثیرات منفی ناشی از تغییرات آب و هوایی بر این آبزیان کمتر از ماهیان سردابی و تا حدودی بیشتر از ماهیان گرم آبی پیش بینی می‌گردد. در این میان از اقدامات قابل انجام در جهت کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی در پرورش ماهیان خاویاری می‌توان به موارد زیر اشاره نمود (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

۱- تهیه برنامه ملی تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری و شناسایی مخاطرات مرتبط با فعالیتهای آبی پروری این ماهیان به ویژه مخاطرات ناشی از تغییرات آب و هوایی،

۲- تهیه برنامه عملیات تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی با لحاظ نمودن تمهیدات زیست محیطی جهت جلوگیری از ورود آلاینده‌های ناشی از بکارگیری سموم، کود، داروها و مواد غذایی در عملیات پرورش، به محیط زیست،

۳- مدیریت مناسب منابع آب با بازچرخانی مجدد و بکارگیری هواده جهت افزایش بهره‌وری در مصرف آب و تولید بیشتر،

۴- پیش بینی تمهیدات لازم برای تأمین منابع آب مناسب در شرایط بحران کمیت و کیفیت آب،

۵- استفاده از تغییر دمای مورد انتظار در تولید سریعتر، بیشتر با توجه به افزایش طبیعی طول دوره پرورش با بهبود شرایط سایر عوامل تولید،

۶- بکارگیری سیستمهای تولید خوب آبزیان با استناد به استانداردهای تولید آبزیان سالم چه از لحاظ سلامت محیط و کاهش صدمات وارده به محیط زیست و چه از لحاظ کیفیت آبزیان تولیدی،

- ۷- استفاده از زمینه‌های مناسب بازار و تجارت ماهیان خاویاری و خاویار ایران و بازیابی مجدد جایگاه ایران در بازار جهانی با محصولات حاصل از آبی پروری جهت رونق اقتصادی این فعالیت‌ها با تولید محصولات سالم و متنوع،
- ۸- توجه جدی به بهداشت و بیماریهای ماهی به ویژه بیماریهای با منشاء محیطی و تغذیه ای،
- ۹- توجه به پرورش تمامی گونه‌های ماهیان خاویاری به ویژه ماهی قره برون،
- ۱۰- برنامه ریزی در جهت اصلاح نژاد و تولید گونه‌های مقاوم تر به فاکتورهای محیطی از قبیل گرما و شوری،
- ۱۱- استفاده از سیستمهای پیشرفته تکثیر در جهت افزایش ضریب بازماندگی لاروهای تولیدی و تولید بچه ماهیان با کیفیت،
- ۱۲- تحقیق و توسعه در جهت تولید غذای مناسب با ضریب تبدیل بالا جهت استفاده در مراحل مختلف تغذیه ماهی،
- ۱۳- استفاده از سیستمهای قابل کنترل جهت تولید بیشتر در واحد سطح،
- ۱۴- توجه جدی به بهره وری در استفاده از منابع آب و خاک.

#### ۶-۶-۲-۲- آبی پروری پرورش در قفس

اگر چه میزان حمایت بالای دولت از پرورش آبزیان در قفس بسیار مهم و انگیزشی است، اما سرعت بالای این توسعه می‌تواند مخاطرات جدی را به همراه داشته باشد. دلیل اصلی این مدعا وجود مشکلاتی است که همواره بر سر راه استفاده از روشهای جدید پرورش در کشور وجود داشته است. اما مهتر اینکه با توجه به محیط پرورش آبزیان در قفس که در دریا طراحی شده و با توجه به تغییرات وسیع پیش بینی شده در دریا که بسیار وسیع تر و غیرقابل کنترل تر از خشکی خواهد بود، میزان آسیب پذیری این فعالیت بیش از سایر فعالیتهای آبی پروری در خشکی به نظر می‌رسد. لذا لازم است تمهیدات لازم در جهت سازگاری این فعالیت با تغییرات آب و هوایی اندیشیده شده و تدابیر لازم در این خصوص اتخاذ گردد که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

- ۱- تهیه برنامه ملی پرورش انواع آبزیان در قفس و شناسایی مخاطرات مرتبط با فعالیتهای آبی پروری این روش به ویژه مخاطرات ناشی از تغییرات آب و هوایی،
- ۲- تهیه برنامه عملیات پرورش انواع آبزیان در قفس با لحاظ نمودن تمهیدات زیست محیطی جهت جلوگیری از ورود آلاینده‌های ناشی از بکارگیری سموم، کود، داروها و مواد غذایی در عملیات پرورش، به محیط زیست،
- ۳- استفاده از گونه‌های مقاوم به تغییر دمای مورد انتظار در تولید بیشتر و سریعتر با بهبود شرایط سایر عوامل تولید،
- ۴- انجام مطالعات لازم در خصوص اختصاصات فیزیکی خلیج فارس و دریای عمان و دریای خزر جهت طراحی و استقرار قفس‌های مناسب در مکانهای مناسبی از دریا،
- ۵- بومی نمودن ساخت، استقرار، تعمیر و نگهداری و مدیریت قفس‌های مورد نیاز در پرورش،
- ۶- مکان یابی مناسب استقرار قفس با توجه به پشتیبانی‌های لجستیکی لازم از طریق دریا و خشکی،
- ۷- برنامه ریزی و مدیریت پسماند با توجه به ورود مستقیم پسماند فعالیت پرورش در قفس به دریا،
- ۸- بکارگیری سیستمهای تولید خوب آبزیان با استناد به استانداردهای تولید آبزیان سالم چه از لحاظ سلامت محیط و کاهش صدمات وارده به محیط زیست و چه از لحاظ کیفیت آبزیان تولیدی،
- ۹- ایجاد زمینه‌های مناسب بازار و تجارت آبزیان جهت رونق اقتصادی فعالیتهای آبی پروری با تولید محصولات سالم و متنوع،
- ۱۰- استفاده از روشهای متداول و یا ابداعی، به منظور جلوگیری از اثرگذاری مستقیم، سریع و منفی افزایش دما در پرورش آبزیان در قفس،
- ۱۱- توجه جدی به بهداشت و بیماریهای ماهی به ویژه بیماریهای با منشأ محیط دریا،
- ۱۲- کشت توأم آبزیان در قفس جهت استفاده از تولیدات در ستون آبی و حتی بهره برداری از بستر دریا،
- ۱۳- استفاده از سیستمهای پیشرفته پرورش در جهت افزایش ضریب رشد آبزیان پرورشی،



۱۴- تحقیق و توسعه در جهت تولید غذای مناسب با ضریب تبدیل بالا جهت استفاده در مراحل مختلف تغذیه ماهی،

۱۵- استفاده از سیستم‌های کنترل هوشمند جهت مدیریت مناسب و تولید بیشتر در واحد سطح.

### ۶-۳- ظرفیت‌سازی و سیاست‌گذاری‌های سازگاری شیلات

- تکثیر مصنوعی و رهاسازی انواع آبزیان، به ویژه گونه‌های در معرض خطر و آسیب‌پذیر جهت کمک به تکثیر طبیعی، حفاظت از گونه‌ها و بازسازی ذخایر.
- احداث پناهگاه‌ها و زیستگاه‌های مصنوعی جهت ایجاد محیطی امن و طبیعی برای زیست انواع آبزیان.
- جلوگیری از صید بی‌رویه، به ویژه صیادی گونه‌های در معرض خطر و تحت فشار، و تمرکز بر روی ذخایر کمتر برداشت شده و یا برداشت نشده و تأکید بیشتر بر پرورش آبزیان.
- تجهیز شناورهای صیادی به روش‌های نوین و استفاده از روش‌های صید اختصاصی جهت کاهش صید ضمنی و دورریز، جهت اقتصادی نمودن صید و حفاظت از ذخایر انواع آبزیان و حفظ تنوع زیستی.
- ایجاد ارزش افزوده محصولات شیلاتی و تجهیز شناورها به امکانات نگهداری، عمل‌آوری، حمل و نقل و بهبود و گسترش روش‌های عمل‌آوری آبزیان جهت ایجاد درآمد بیشتر.
- تأمین نیازمندی‌های اجتماعی از قبیل بیمه صیادان و آبی‌پروران، بیمه شناورهای صیادی، سخت و زیان‌آور بودن مشاغل صیادی، بازنشستگی پس از موعده، بیمه محصولات آبی و بیمه خسارات ناشی از خشکسالی.
- امکان ترویج مشاغل دیگر به غیر از حرفه صیادی، به عواملی که در اثر بلایای طبیعی و یا محیطی مشاغل صیادی خود را از دست داده‌اند.
- ترویج شیلات در مزرعه: برای بهره‌وری بیشتر از منابع آب و تنوع در درآمد تولیدکنندگان، در صورت مثبت بودن نتایج ارزیابی‌های زیست محیطی و اقتصادی-اجتماعی.
- ارائه آموزش‌ها و آگاهی‌های لازم در خصوص ابعاد مختلف تغییر اقلیم و راهکارهای سازگاری به صیادان، بهره‌برداران و تعاونی‌های مربوطه، به منظور رفع این مشکلات و جلب مشارکت بهره‌برداران.

- کمک و آموزش به پرورش‌دهندگان جهت افزایش میزان تولید در واحد سطح با استفاده از روش‌های نوین پرورش آبزیان.

## منابع و مراجع

- ۱- احمدی سروش، ک.، گلبامکی بختیاری، ب.، ۱۳۶۹. کاربرد اطلاعات ماهواره ای در بررسی نوسانات سطح آب دریای مازندران. تحقیقات جغرافیایی زمستان ۱۳۶۹ - شماره ۱۹. ISC. ۴۷ صفحه - از ۶۸ تا ۱۱۴.
- ۲- احمدی پور، ز.، رومینا، ا.، محرمی، ن.، لطفی، م.، ۱۳۸۴. پهنه آبی شمال ایران: خزر یا کاسپین. ژئوپلیتیک، ۱(۱)، ۳۷-۵۴.
- ۳- اصنافی، م.، ۱۳۸۸. منابع نفتی دریای خزر، اطلاعات علمی، سال بیست و چهارم.
- ۴- پورکاظمی، م.، ۱۳۸۷. منابع زنده دریای خزر و کنوانسیون محیط زیست. مطالعات اوراسیای مرکزی.
- ۵- چنگیزی، م.، چنگیزی، م.، ۱۳۹۱. اکوسیستم دریای خزر و عوامل تخریب کننده آن، دهمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه های دریایی، تهران.
- ۶- خورسندی، ف.، شاهی فر، ر.، سراپیان، ل.، ۱۳۹۴. ارزیابی آسیب پذیری و سازگاری بخش کشاورزی، دامپروری و شیلات نسبت به تغییر اقلیم در ایران.
- ۷- خولاکف، ا.، ۱۳۷۵. چارچوب حقوقی همکاریهای منطقه ای در دریای خزر، ترجمه مهرداد محسنین، مطالعات آسیای مرکزی و قفقاز.
- ۸- دبیری، م.، ۱۳۷۷. رژیم حقوقی دریای خزر به عنوان مبنایی برای صلح و توسعه، مطالعات آسیای مرکزی و قفقاز.
- ۹- درخشش، ن.، دوست شناس، ب.، آرمیده، ش.، ۱۳۹۱. بررسی تنوع گونه ای و ذخایر ماهیان خاویاری در دریای خزر و ارائه راهکارهایی مهم جهت جلوگیری از انقراض نسل آنها، دومین همایش ملی تنوع زیستی و تاثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست، ارومیه.
- ۱۰- درگاه پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی به آدرس <http://www.inio.ac.ir/Default.aspx?tabid=2007>
- ۱۱- درگاه دانشنامه ایران زمین به آدرس <http://portal.nlai.ir/El/Wiki%20Pages/%D8%AF%D8%B1%DB%8C%D8%A7%DB%8C%20%D8%AE%D8%B2%D8%B1.aspx>
- ۱۲- درگاه سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به آدرس <https://www.areeo.ac.ir/fa-IR/AREEO/23491/news/view>
- ۱۳- درگاه موسسه بین المللی مطالعات دریای خزر به آدرس <http://www.iikss.com/fa>
- ۱۴- درگاه موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور به آدرس <http://www.ifsri.ir/articles/view-18248.aspx>
- ۱۵- دفتر برنامه و بودجه سازمان شیلات ایران. ۱۳۸۶. سالنامه های آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۸۵-۱۳۷۳، تهران.
- ۱۶- دفتر برنامه و بودجه سازمان شیلات ایران. ۱۳۹۳. سالنامه های آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۲-۱۳۸۲، تهران.

- ۱۷- دفتر طرح و توسعه سازمان شیلات ایران. ۱۳۸۹. سند برنامه پنجساله چهارم توسعه زیربخش شیلات و آبریان (۱۳۸۸-۱۳۸۴). معاونت اداری و برنامه‌ریزی، دفتر طرح و توسعه، سازمان شیلات ایران، تهران.
- ۱۸- شادمان فخرآبادی، ا.، شادمان فخرآبادی، ر.، ۱۳۹۲. بررسی رابطه صنعت گردشگری (توریسم) با افزایش احساس امنیت (گردشگران) در ایران، فصلنامه انتظام اجتماعی، سال پنجم، شماره سوم.
- ۱۹- مکرمی، ق.، ۱۳۹۹. تجارت خویار در بازارهای بین‌المللی. انتشارات فرهنگ نور. ۸۰ صفحه.
- ۲۰- قادری دهکردی، م.، عزیزی، ا.، ۱۳۹۵. منابع نفت و گاز دریای خزر، سومین کنفرانس بین‌المللی دستاوردهای نوین پژوهشی در شیمی و مهندسی شیمی، تهران.
- ۲۱- لاهیجانی، ح.، ۱۳۸۲. گزارش کارگاه تأثیر نوسان تراز آب دریای خزر بر اکوسیستم‌های ساحلی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، ۱۰ آذر ۱۳۸۲، ۴۶ ص.
- ۲۲- لاهیجانی، ح.، نادری بنی، ع.، ۱۳۹۳. اثر تغییرات آب و هوایی بر سواحل ایران و برنامه‌های سازگاری، سازمان حفاظت محیط زیست.
- ۲۳- لاهیجانی، ح.، حائری اردکانی، ا.، شریفی، آ.، ۱۳۷۹. رسوب‌شناسی و کانی‌شناسی خلیج گرگان، مرکز ملی اقیانوس‌شناسی، ۱۰۰ ص.
- ۲۴- لاهیجانی، ح.، ۱۳۷۸. تغییرات نیمرخ ساحل ایران در برابر نوسان تراز آب دریای خزر، اقیانوس‌شناسی، شماره ۳ و ۲، ص ۳۵-۴۱.
- ۲۵- لاهیجانی، ح.، ۱۳۹۳. بررسی مقایسه‌ای پاسخ سواحل دریای خزر به تغییر اقلیم هولوسن بر اساس شواهد زمین‌شناسی: مطالعه موردی در سواحل استان گلستان و گیلان مرکزی
- ۲۶- ساداتیان، س.، ۱۳۹۸. رژیم حقوقی دریای خزر و امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران. امنیت ملی.
- ۲۷- سلگی، ع.، اسماعیلی ساری، ع.، قاسم پوری، س.، ۱۳۹۱. وضعیت آلودگی دریای خزر و رودخانه‌های حوضه جنوبی آن از نظر مقادیر آلودگی جیوه بواسطه پایش پستانداران آبی. مجله علوم و فنون دریایی ایران، ۱(۱)، ۸۴-۹۱.
- ۲۸- شرکت مادر تخصصی خدمات کشاورزی. ۱۳۹۶. گزارش‌های شرکت مادر تخصصی خدمات کشاورزی.
- ۲۹- محمدی الموتی، م.، (۱۳۹۴). رژیم حقوقی دریای خزر: سیاست خارجی و امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران، ناشر: زمزم هدایت وابسته به پژوهشکده علوم اسلامی امام صادق (ع).
- ۳۰- مدیریت امور ماهیان خاویاری استان گلستان. ۱۳۹۶. گزارش‌های مدیریت امور ماهیان خاویاری استان گلستان.

- ۳۱- مرکز پژوهش های مجلس. ۱۳۹۶. حال و آینده ماهیان خاویاری (فرصتها و تهدیدها).
- ۳۲- موسوی روحبخش، س.م.، (۱۳۸۰). زمین شناسی دریای خزر. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۳۳- ناظمی، م.، ۱۳۸۱، دریای خزر و حقوق بین الملل گزینه های متفاوت با توجه به آرای دیوان بین المللی دادگستری، مجله حقوقی، ش ۲۷ و ۲۸.
- ۳۴- نصری چاری، ع.، ۱۳۷۲. بررسی مقایسه ای پارامترهای مرفوبیولوژیک چالباش و قره برون سواحل جنوبی دریای خزر در جهت نظریه استقلال قره برون به عنوان گونه تاسماهی ایران (*Acipenser persicus*) پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ص ۱۳۱.
- ۳۵- نظری، ح.، ۱۳۹۹. لرزه زمین ساخت و ژئودینامیک حوضه کاسپین جنوبی و سرزمین های پیرامون، پژوهشکده علوم زمین.
- ۳۶- نوریان، م.، ۱۳۷۷. نگرش های متفاوت درباره رژیم حقوقی دریای خزر، مطالعات آسیای مرکزی و قفقاز، ش ۱۴.
- ۳۷- مقیم، م.، ۱۳۸۲. ارزیابی ذخایر و بررسی برخی پارامترهای جمعیتی شیپ در سواحل ایرانی دریای خزر، مجله علمی پژوهشی شیلات.
- ۳۸- ورجاوند، پ.، ۱۳۸۲. دریای مازندران یا خزر. اطلاعات سیاسی-اقتصادی ۱۷.۷-۸.
- 39- IUCN (International Union for Conservation of Nature), 2010. IUCN Red List of Threatened Species, available online at [www.iucnredlist.org/apps/redlist/search](http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/search).
- 40- Gasimov, A.G., 1984. The role of Azov – Black sea invaders in the productivity of the Caspian sea benthos. Int. Revueges. Hydrobiol. 67 : 533 -541.
- 41- Gurjazkaite, K., Routh, J., Djamali, M., Vaezi, A., Poher, Y., Beni, A. N., Tavakoli, V., Kylin, H., 2018. Vegetation history and human-environment interactions through the late Holocene in Konar Sandal, SE Iran. Quaternary Science Reviews, 194.
- 42- Klige, R.N., Selivanov, A.D., 1995. Budget of Sedimentary Material in the Caspian Sea and its Possible Role in Water-level Changes, Water Resources, Vol. 22, No.3, pp.330-335.
- 43- Komar, P.D., 1976. Beach Processes and Sedimentation, Prentice Hall, 324p.
- 44- Kroonenberg, S. B., Abdurakhmanov, G. M., Aliyeva, E. G., Badyukova, E. N., van der Borg, K., Hoogendoorn, R. M., Huseynov, D., Kalashnikov, A., Kasimov, N. S., Rychagov, G. I., Svitoch, A. A., Vonhof, H. B., and Wesselingh, F. P., 2007. Solar-forced 2600 BP and Little Ice Age high-stands of the CS: Quaternary International, v. 173–174, p. 137–143.

- 45- Kosarev, A. N., 1975. Hydrology of the Caspian and Aral seas, Moscow State Univ. 372 P.
- 46- Lahijani, H., Rahimpour Bonab, H., Tavakoli v., Hosseindoost M., 2009. Evidence for late Holocene highstands in Central Guilan- East Mazanderan, South Caspian coast, Iran, Quaternary International, 197, 55-71.
- 47- Leontiev, O.K., Maev, N. G., Richagov, G.I., 1977. Geomorphology of the Caspian Coast and Sea, Moscow State. Univ., 208p.
- 48- McCarthy, J., O. Canziani, N. Leary, D. Dokken, and K. White (eds.). 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge University Press, New York.
- 49- Naderi Beni, A., Lahijani, H., Mousavi Harami, R., Arpe, K., Leroy, S.A.G., Marriner, N., Berberian, M., Ponef, V.A., Djamali, M., Mahboubi, A., Reimer, P.J., 2013. Caspian Sea level changes during the last millennium: historical and geological evidences from the south Caspian Sea. Climate of the Past 9, 1645-1665.
- 50- Nikolaeva, P.V., 1971. New Morphometric characteristics of the Caspian Sea, Bull. MOTP. Geol. Divis, No. 1, P. 143.
- 51- Ogburn, S.P. 2013. Climate change is altering rainfall patterns worldwide. Scientific American.
- 52- Rychagov, G. I., 1997. Holocene oscillations of the Caspian Sea and forecasts based on paleogeographical reconstructions: Quaternary International, v. 41-42, p. 167-172.
- 53- Sharifi, A., Pourmand, A., Canuel, E. A., Ferer-Tyler, E., Peterson, L. C., Aichner, B., Feakins, S. J., Daryaee, T., Djamali, M., Beni, A. N., Lahijani, H. A. K., Swart, P. K., 2015. Abrupt climate variability since the last deglaciation based on a high-resolution, multi-proxy peat record from NW Iran: The hand that rocked the Cradle of Civilization? . Quaternary Science Reviews, 123: 215-230.
- 54- Selvarajan, S., B.C. Roy and Mruhyunjaya. 2002. Use of vulnerability indices for agriculture. [http://www.unep.org/dpdl/indiaworkshop/documents/TS3\\_2\\_1.doc](http://www.unep.org/dpdl/indiaworkshop/documents/TS3_2_1.doc)
- 55- Terziev, S.F., 1992. Hydrometeorology and Hydrochemistry of Seas. Vol.6, the Caspian Sea, No 1. Hydrometeorological Conditions, Gidrometeoizdat, Leningrad, 360 pp
- 56- Terziev, S.F., Maksimova, P. M., Yablonskaya, E. A., 1996. Hydrometeorology and Hydrochemistry of Seas, Vol. VI; the Caspian Sea, No.2, Hydrochemical Conditions and Oceanological Principles in the Formation of Bioproductivity, Saint Peter Burg, Gidrometeoizdat, 322 P.

- 57- Total Sturgeon catch in the Caspian Sea, European Environment agency, 2012. (<http://www.eea.europa.eu>) "National Nutrient Database for Standard Reference, Release, Nutrient data
- 58- Vaezi, A., Ghazban, F., Tavakoli, V., Routh, J., Beni, A. N., Bianchi, T. S., Curtis, J. H., Kylin, H., 2019. A Late Pleistocene-Holocene multi-proxy record of climate variability in the Jazmurian playa, southeastern Iran. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 514.
- 59- Varushchenko, S., Varushchenko, A., and Klige, R., 1987. Changes in the regime of the Caspian Sea and closed basins in time, Nauka, Moscow.
- 60- Voropaev G.V., 1986. The Caspian Sea: Hydrology and Hydrochemistry. Moscow, Nauka, 262 pp.

## میزان آسیب پذیری و سازگاری ماهیان خاویاری خزر نسبت به پیامدهای تغییر اقلیم

به نام خدا فرهیخته گرامی در این پرسشنامه بر آنیم تا میزان آسیب پذیری و سازگاری ماهیان خاویاری دریای خزر نسبت به پیامدهای تغییر اقلیم را در دو بخش "ذخایر ماهیان خاویاری" و "تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری" دریای خزر ارزیابی نماییم.

Email \*: al.vaezi@yahoo.com

گزینه ها:

افزایش قابل ملاحظه      افزایش      بی تاثیر کاهش      کاهش قابل ملاحظه

### الف ( ذخایر ماهیان خاویاری

۱- تاثیر افزایش دمای دریای خزر بر ذخایر ماهیان خاویاری را چگونه ارزیابی می نمایید؟

۲- تاثیر افزایش شوری دریای خزر بر ذخایر ماهیان خاویاری را چگونه ارزیابی می نمایید؟

۳- تاثیر کاهش بارندگی در حوزه آبریز دریای خزر بر ذخایر ماهیان خاویاری را چگونه ارزیابی می

نمایید؟

۴- تاثیر کاهش دبی رودخانه ها (به غیر از ولگا که افزایش دبی خواهد داشت) در حوزه آبریز دریای

خزر بر ذخایر ماهیان خاویاری را چگونه ارزیابی می نمایید؟



۵- تاثیر افزایش تراز آب دریای خزر بر ذخایر ماهیان خاویاری را چگونه ارزیابی می نمایید؟

۶- تاثیر تغییرات جریان‌ات افقی و عمودی دریای خزر بر ذخایر ماهیان خاویاری را چگونه ارزیابی می

نمایید؟

۷- تاثیر افزایش اسیدیته آب دریای خزر بر ذخایر ماهیان خاویاری را چگونه ارزیابی می نمایید؟

۸- تاثیر افزایش میزان وقوع بلوم‌های پلانکتونی در دریای خزر بر ذخایر ماهیان خاویاری را چگونه

ارزیابی می نمایید؟

### ب) تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری

۱- تاثیر افزایش دمای دریای خزر بر تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری را چگونه ارزیابی می نمایید؟

۲- تاثیر افزایش شوری دریای خزر بر تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری را چگونه ارزیابی می نمایید؟

۳- تاثیر کاهش بارندگی در حوزه آبریز دریای خزر بر تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری را چگونه ارزیابی

می نمایید؟

۴- تاثیر کاهش دبی رودخانه‌ها (به غیر از ولگا که افزایش دبی خواهد داشت) در حوزه آبریز دریای

خزر بر تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری را چگونه ارزیابی می نمایید؟

۵- تاثیر افزایش تراز آب دریای خزر بر تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری را چگونه ارزیابی می نمایید؟

۶- تاثیر تغییرات جریان‌ات افقی و عمودی دریای خزر بر تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری را چگونه ارزیابی می نمایید؟

۷- تاثیر افزایش اسیدیته آب دریای خزر بر تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری را چگونه ارزیابی می نمایید؟

۸- تاثیر افزایش میزان وقوع بلوم‌های پلانکتونی در دریای خزر بر تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری را چگونه ارزیابی می نمایید؟