# مروری کوتاه بر تغییر اقلیم و محیط‌های آبی با تاکید بر دریای خزر

حسن نصراله زاده ساروی*[1]، سید محمد وحید فارابی[1]، آسیه مخلوق[1]، نیما پورنگ[2]

*hnsaravi@gmail.com

۱- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، ساری، ایران،
۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۸

**واژگان کلیدی:** تغییر اقلیم، گازهای گلخانه‌ای، محیط های آبی

تغییر اقلیم[1]، به عنوان یکی از پنج حوزه کلان علم و فناوری، در برنامه استراتژیک سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی در نظر گرفته شده‌است (شریف‌روحانی و همکاران، ۱۳۹۶). با توجه به اهمیت موضوع مذکور، اهداف این مقاله مطالعه تغییرات آب و هوایی، اقلیم و محیط‌های آبی، منابع ایجاد گازهای گلخانه‌ای در اکوسیستم‌های آبی، با تاکید بر اثرات تغییر اقلیم بر دریای خزر بر اساس نتایج مطالعات مختلف می‌باشد.

تغییر اقلیم یعنی هر تغییر مشخص در الگوهای مورد انتظار برای وضعیت میانگین آب و هوایی که در طولانی‌مدت در یک منطقه خاص یا برای کل اقلیم جهانی رخ دهد. شاخص‌های تغییر اقلیم افزایش دمای لایه تروپوسفر، رطوبت هوا، دمای هوای بالای اقیانوس‌ها، دمای آب سطحی اقیانوس‌ها، سطح آب دریا، دما در خشکی و محتوای گرمایی اقیانوس‌ها و همچنین کاهش یخچال‌های طبیعی، یخ‌های دریایی و بارش برف، شدت طوفان، تناوب طوفان، اسیدی شدن اکوسیستم‌های آبی می‌باشد (NOAA, 2010). دمای جهانی به ازای هر دهه، ۰/۱۵ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد داشت (IPCC, 1996). اگرچه در صورت فقدان گازهای گلخانه‌ای در جو، انرژی گرمایی خورشید مجدداً به فضا برمی‌گشت و دمای کره زمین ۳۳ درجه سانتی‌گراد سردتر از حال حاضر می‌گردید، ولی در وضعیت کنونی از افزایش گازهای گلخانه‌ای و تغییرات اقلیمی، موضوعات تولیدات زیستی، عملیات ماهیگیری، آبزی پروری، جمعیت جانوران، پراکندگی جمعیت انسانی و اقتصاد جامعه بسیار تحت تاثیر قرار گرفته‌است. جداول ۱ و ۲ توزیع، سهم و طول عمر هر کدام از گازهای گلخانه‌ای موثر درگرمایش زمین را ارائه می‌دهد. آئروسل‌ها از جمله $SO_2$، $NH_3$ و NOx که سبب سرمایش زمین می‌شود، طول عمر کوتاهی دارند و کل زمین را متاثر نمی‌کنند (IPCC, 1996).

از رویدادهای مهم در محیط‌های آبی در ارتباط با تغییرات اقلیمی، رسوب گونه‌های مهاجم و گونه‌های سوخت زیستی[2] بر سطوح مختلف نظیر بدنه قایق‌ها و کشتی‌ها می‌باشد. این رسوبات باعث افزایش وزن کشتی، کاهش سرعت کشتی و افزایش مصرف سوخت (تا ۴۰ درصد) می‌شود.

[1] Climate change

[2] Biofouling



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.5.6 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119535 ]

**جدول ۱: انواع و درصد گازهای گلخانه‌ای موثر بر اقلیم (IPCC, 1996)**

**Table 1: The types and percentages of greenhouse gases affecting the climate (IPCC, 1996)**

| ردیف | نوع گاز | میزان گازها (درصد) | منبع انتشار |
|---|---|---|---|
| ۱ | دی اکسید کربن ($CO_2$) | ۶۰ | سوزاندن سوخت فسیلی، جنگل زدایی |
| ۲ | هیدروفلوروکربن (HFCs) | ۱۶ | ائروسل، یخچال ها |
| ۳ | متان ($CH_4$) | ۱۵ | پساب آلی، تولید سوخت |
| ۴ | نیتروزاکسید ($N_2O$) | ۵ | کودهای شیمیایی، خاک، سوخت ها |
| ۵ | پرفلوروکربن (PFCs) | ۲ | رنگ، تولید نساجی و آلومینیم |
| ۶ | سوپرهگزافلوراید ($SF_6$) | ۱ | صنایع الکتریکی، تولیدات رزین و آلومینیم |
| ۷ | بخار آب ($H_2O$) | ۱ | آبیاری، تبخیر، ذوب یخ |

**جدول ۲: منابع، چاهک‌ها و طول عمر برخی گازهای گلخانه‌ای در جو زمین (IPCC, 2013)**

**Table 1: Resources and lifetime of some greenhouse gases in the Earth's atmosphere (IPCC, 2013)**

| گازهای گلخانه‌ای | منابع | | چاهک‌ها | طول عمر در جو زمین |
|---|---|---|---|---|
| | غیر طبیعی | طبیعی | | |
| دی اکسید کربن ($CO_2$) | سوزاندن سوخت‌های فسیلی، جنگل‌زدایی، تخمیر ضایعات | - | اقیانوس‌ها، جنگل‌ها | کمتر از هفته |
| متان ($CH_4$) | فضولات حیوانی، شالیزارهای برنج، سوخت‌های فسیلی، تخمیر بی هوازی ضایعات | مرداب‌ها و اقیانوس‌ها | جذب توسط باکتری‌ها، واکنش‌های شیمیایی در جو | ۱۲/۴ سال |
| نیتروزاکسید ($N_2O$) | خاک‌های تقویت شده با کودهای شیمیایی، سوختن زیست توده، احتراق سوخت‌های فسیلی | فرآیندهای میکروبی در خاک و آب اقیانوس‌ها و خاک‌های طبیعی | جذب بوسیله خاک و واکنش‌های فتوشیمیایی در استراتوسفر | ۱۲۱ سال |

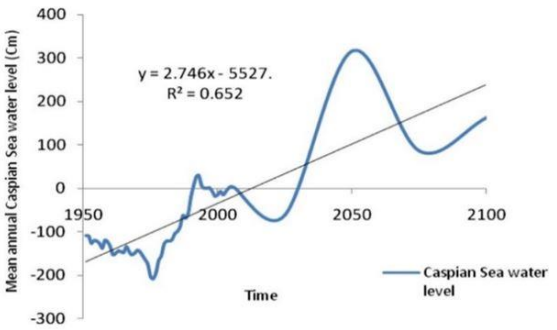
این امر موجب افزایش ترکیبات مضر و گازهای گلخانه‌ای بخصوص دی‌اکسیدکربن را در محیط می‌شود (Yebra *et al.*, 2004). گازهای متان و دی‌اکسیدکربن براساس فرآیندهای بیوژنیک[1]، ترموژنیک[2] و ژئوشیمی[3] در خشکی‌ها و اقیانوس‌ها تولید می‌شوند (Fortuniak *et al.*, 2017). کشت توأم مزارع برنج و ماهی، سبب افزایش آزاد شدن گاز متان از رسوبات می‌شود. زیرا حرکت ماهی سبب آزاد شدن گازها از رسوبات می‌شود (Frei and Becker, 2005). استفاده از فضای باز در تصفیه فاضلاب‌ها نیز سبب تولید میزان زیادی گازهای متان و نیتروزاکسید می‌شود که با اقدام اصلاحی استفاده از آبگیر یا تالاب برای تصفیه فاضلاب گاز کمتری تولید می‌شود. گازهای گلخانه‌ای $N_2O$ و $CH_4$ دارای طول عمر زیاد هستند و در یک دوره ۱۰۰ ساله، بترتیب حدود ۲۹۸ و ۲۵ برابر گاز $CO_2$ بر گرم شدن زمین موثر هستند (Forster *et al.*, 2007). گاز گلخانه‌ای بخار آب کمترین سهم (یک درصد) را در تغییرات اقلیمی داراست، اما افزایش این گاز می‌تواند سبب آثار نامطلوبی بر شرایط تغییر اقلیم شود. بیشتر بخار آب در اتمسفر در مسیر نصف‌النهار در عرض‌های میانی جریان اتمسفری ایجاد می‌کند (Zhu and Newell, 1998). این جریان عظیم اتمسفری حاصل از جریان های سیکلونی بر اقیانوس‌ها، مشابه با رودخانه‌های طویل (چندین هزار کیلومتر) با عرض کم (چندین صد کیلومتر) است و سبب بارش و سیلاب در برخی مناطق می‌شود (Liepert, 2013).

[1] Biogenic
[2] Thermogenic
[3] Geochemistry



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.5.6 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119535 ]

تغییرات غلظت گازهای گلخانه‌ای سبب نوسانات سطح تراز آب دریاها و اقیانوس ها خواهد شد. تغییرات سطح تراز دریای خزر (Caspian Sea Level=CSL) بر اساس مدل پیشنهادی در شکل ۱ نشان داده شده است (Roshan *et al.*, 2012). با افزایش سطح تراز دریای خزر محیط های امن و تغذیه ای ساحلی کاهش یافت بطوریکه بر اساس داده‌های پنجاه ساله، میزان صید گونه‌های مختلف دریای خزر (ماهیان خاویاری، کفال ماهیان و غیره) روند کاهشی واضح داشته است (Fazli *et al.*, 2017).




**شکل ۱: روند تغییرات تراز سطح آب دریای خزر**
**Figure 1: Trend of the Caspian Sea water level changes**

طبق مدل ارائه شده دمای دریای خزر نزدیک به ۱ درجه افزایش یافته است. با افزایش دمای دریای خزر همراه با کاهش سطح تراز دریای خزر (CSL)، میزان تبخیر سطحی و میزان بارش در حوضه آبریز دریای خزر کاهش می‌یابد (Roshan *et al.*, 2012; Arpe *et al.*, 2018). در اثر کاهش سطح تراز دریای خزر، گازهای هیدراته که در بستر جمع‌شده‌اند، به مرور زمان می‌توانند در جو آزاد شوند (معادل ۴۹۲-۱۸۵ میلیارد مترمکعب) و با عملکرد گلخانه‌ای در گرمایش جهانی کره زمین موثر باشند. تغییرات اقلیمی، خصوصیات بیوژئوشیمی (Nasrollahzadeh Saravi *et al.*, 2015) و زیستی دریا را تغییر می‌دهد. مطالعات بیانگر تغییرات کمی و کیفی تجمع فیتوپلانکتونی در حوزه ایرانی دریای خزر طی دهه ۱۳۸۰ و اوایل دهه ۱۳۹۰(شمسی) نسبت به دهه (۱۳۷۰) بوده است (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۸ ;Nasrollahzadeh *et al.*, 2014). در مطالعات فوق تغییرات عمده‌ای از گونه‌های غالب در همه فصول بجز پائیز گزارش شد بطوریکه گونه‌های غالب زنجیری و رشته‌ای در شاخه‌های سیانوفیتا و باسیلاریوفیتا جایگزین اشکال انفرادی شدند. جابجایی و تغییر الگوهای جمعیتی، منطقه تجمع فیتوپلانکتون، نوع گونه‌های غالب فیتوپلانکتون در دریای خزر (Makhlough *et al.*, 2017) با تغییر در سایر اجزای زیستی اکوسیستم (زئوپلانکتون و موجودات بنتیک) همراه گردید (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۶a و ۱۳۹۶b). روابط پیچیده‌ای بین عوامل اکوسیستم وجود دارد. لذا، تغییرات مذکور ممکن است بر میزان کارایی و انتقال انرژی در زنجیره غذایی اکوسیستم موجب اثر نامناسبی شود. از سوی دیگر، افزایش اسیدی شدن و گرم شدن سطح اقیانوس، افزایش لایه‌بندی آب، کاهش عمق اختلاط آب، ممکن است سبب از بین رفتن برخی گونه‌های فیتوپلانکتون و در نهایت کاهش اکسیژن محلول، افزایش دی‌اکسیدکربن و تشدید گرمایش زمین شود. ترکیب گروه‌های فیتوپلانکتون، شکل و اندازه گونه غالب فیتوپلانکتون و تغییرات محیطی (دما) نقش مهمی در تغییر میزان کلروفیل-آ در دریای خزر نشان داده است بطوریکه گونه‌های غالب در فصل پاییز و نیز تابستان (حتی با سایز مشابه) عموماً دارای محتویات کلروفیلی بالاتری نسبت به فصل بهار و بخصوص زمستان بودند و به رغم ۲ برابر شدن میزان تراکم و زی‌توده در فصل زمستان نسبت به پائیز، میزان کلروفیل تقریباً نصف شد (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۶). کاهش محتویات کلروفیلی منجر به کاهش جذب $CO_2$ و کارایی دریای خزر می‌شود. در نتیجه، گاز گلخانه‌ای $CO_2$ در اتمسفر و جو باقی می‌ماند و سبب گرم شدن زمین خواهد شد. در اواخر دهه ۱۳۸۰ روند افزایشی تراکم سیست داینوفلاژلا (Dinoflagellates) در رسوبات دریای خزر مشاهده شد. خروج از سیست و ورود به مرحله رویشی عموماً در شرایط مناسب دمایی رخ می‌دهد (Rengefors *et al.*, 1998). حضور سیست *Lingulodinium polyedra* در رسوبات حوزه جنوبی دریای خزر می‌تواند انعکاسی از تغییرات آب



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.5.6 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119535 ]

و هوایی ناحیه و افزایش دما باشد (Leroy *et al.*, 2013). تغییرات آب و هوایی از عوامل موثر بر افزایش رشد و تکثیر جلبکی و شکوفایی مکرر گونه سمی سیانوفیتا (*Nodularia spumigena*) در حوزه جنوبی دریای خزر در دهه ۱۳۸۰ گزارش گردید. در تابستان ۱۳۹۷ افزایش دما و ثبات آن به همراه میزان مناسب مواد مغذی، با رشد و تکثیرگسترده ماکروجلبک کلادوفورا گلومراتا (*Cladophora glomerata*) در سواحل دریای خزر همراه بود بطوریکه پرسنل مکان‌های گردشگری، برای جلوگیری از ایجاد منظره نامطبوع مجبور به پارو کردن رشته های ماکروجلبک در برخی سواحل شدند (مخلوق و همکاران، ۱۳۹۷). به طور کلی، بنظر می‌رسد که حوادث نامطلوب زیست محیطی و تغییرات آب و هوایی بر زمان و میزان رشد و تکثیر موجودات در حلقه‌های بعدی زنجیره غذایی (جمعیت زئوپلانکتون و بنتوز)، افزایش برخی از موجودات زئوپلانکتونی (*Acartia*)، افزایش شانه دار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* در دریای خزر نقش موثری داشتند که در نهایت منجر به تغییر جریان انرژی می‌شود. لذا، با توجه به برنامه استراتژی و کلان محوری تغییر اقلیم، ضروری است که بررسی جامعی بر نقش جنگل‌ها و محیط‌های آبی (مرداب‌ها، آبگیرها، تالاب‌ها، دریاچه‌ها و دریاها) در نشر و جذب گازهای گلخانه‌ای اصلی ( CO2، CH4و N2O) صورت پذیرد و شاخص‌های کمی و کیفی تغییرات اقلیمی در اکوسیستم‌های آبی ایران شناسایی و ارزیابی گردد.

## منابع


**شریف روحانی، م.، بلالی، م.ر.، مفیدی نیستاک، م.، صابری، ا.م.، پرهمت، ج.، جعفری، م. و عسکری، ح.، ۱۳۹۶.** برنامه استراتژیک سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی افق ۱۴۰۴. سازمان تات. ۲۶۴ ص.

**مخلوق ، آ.، نصراله زاده ساروی، ح.، اسلامی، ف.، کیهان ثانی، ع.ر. و واحدی، ف. ۱۳۹۶.** بررسی تولیدات اولیه با تاکید بر کلروفیل-آ و وزن تر فیتوپلانکتون در ساحل جنوبی دریای خزر. مجله بولتن علمی شیلات ایران، ۲۶(۲): ۱۳۰-۱۲۱. DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113485.

**مخلوق، آ.، نصراله زاده ساروی، ح.، افرایی، م.ع.، روحی،آ.، دریانبرد غ.ر. واحدی، و. ۱۳۹۷.** شکوفایی ماکروجلبک (*Cladophora glomerata*) در برخی سواحل ایرانی دریای خزر. مجله آبزیان دریای خزر، ۳(۱): ۳۲-۲۱.

**مخلوق، آ.،نصراله زاده ساروی،ح.، افرایی بندپی،م.ع.، روحی، ا.، نصراله تبار، ع. و متین فر،م.، ۱۳۹۸،** بررسی موردی حضور میکروجلبک *Ceratium hirundinella* به عنوان شاهدی برتغییرات زیست محیطی در منطقه مرکزی حوزه ایرانی دریای خزر) ساحل فرح آباد. مجله علمی شیلات ایران، ۲۸ (۲): ۲۰۳-۲۰۷. DOI: 10.22092/ISFJ. 2019.118895

**نصراله زاده ساروی، ح.، روشن طبری، م، روحی، ا.، اسلامی، ف. .، مخلوق، آ. و خداپرست، ن.، ۱۳۹۶a.** مطالعه الگوی ساختاری زئوپلانکتون سواحل ایرانی دریای خزر در سالهای ۱۳۷۵، ۸۹-۱۳۸۷، مجله زیست شناسی دریا، اهواز، ۹ (۳): ۴۵-۵۸.

**نصراله زاده ساروی، ح.، هاشمیان، ع.، سلیمانی رودی، ع.، سالاروند، غ.، مخلوق، آ.، ۱۳۹۶b.** مطالعه تغییرات تراکم و تنوع گونه‌ای کف‌زیان در حوزه ایرانی دریای خزر طی سال‌های ۱۳۷۵، ۸۹-۱۳۸۷، مجله زیست شناسی دریا- اهواز. ۹ (۳): ۵۷-۷۲.

**Arpe, K., Tsuang, B.J., Tseng, Y.H. and Leroy, S.A.G. 2018.** Quantification of climatic feedbacks on the Caspian Sea level variability and impacts from the Caspian Sea on the large-scale atmospheric circulation. *Theoretical and Applied Climatology*, DOI: 10.1007/s00704-018-2481-x.




[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.5.6 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119535 ]

**Fazli, H., Ghanghermeh, A.A. and Shahifar, R. 2017.** Analysis of landings and environmental variables time series from the Caspian Sea. Environmental Resources Research, 5(1):1-10.

**Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Berntsen, T., Betts, R. and Fahey, D.W. 2007.** Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing**.** Cambridge University Press, pp 129–234.

**Fortuniak, K., Bednorz, L., Siedlecki, M. and Zieliaski, M. 2017.** Methane and carbon dioxide fluxes of a temperate mire in Central Europe. Agricultural and forest meteorology, ISSN: 0168-1923.

**Frei, M. and Becker, K., 2005.** Integrated rice–fish production and methane emission under greenhouse conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 107:51–56.

**IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 1996.** Second Assessment Climate Change 1995, Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 'The Science of Climate Change', Contribution of Working Group I., 2, 3. WMO, UNEP. Cambridge University Press.

**IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2013.** Climate change 2013: The physical science basis. Working Group I contribution to the IPCC Fifth Assessment Report. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.www.ipcc.ch/ report/ar5/wg1.

**Leroy, S.A.G., Lahijani, H.A.K., Reyss, J.L., Chalié, F., Haghani, S., Shah-Hosseini, M., Shahkarami, S., Tudryn, A., Arpe, K., Habibi, P., Nasrollahzadeh H.S., Makhlough, A. 2013.** A two-step expansion of the dinocyst *Lingulodinium machaerophorum* in the Caspian Sea: the role of changing environment. *Quaternary Science Reviews*, 77: 31-45. DOI: 10.1016/j.quascirev. 2013.06.026.

**Liepert, B.G. 2013.** Atmospheric rivers in changing climate. Environmental Research Letters, 1748-9326/13/031006 (3pp). DOI: 10.1088/1748-9326/8/3/031006.

**Makhlough, A., Nasrollahzadeh Saravi, H., Eslami F. and Leroy, S.A.G., 2017.** Changes in size and form in the dominant phytoplankton species in the southern Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 16(2): 522-536.

**Nasrollahzadeh Saravi, H., Pouraria, A. and Nowruzi, B. 2015.** Phosphorus forms in the surface sediment of the southern Caspian Sea-Iranian coast. *Caspian Journal of environmental Sciences (CJES)*, 13(3):141-151.

**Nasrollahzadeh, H.S., Makhlough A.، Eslami F. and Suzanne Leroy G.A. 2014.** Features of Phytoplankton Community in the Southern Caspian Sea a Decade after the Invasion of *Mnemiopsis leidyi***.** *Iranian Journal of Fisheries Sciences (IJFS)*, 13(1):145-167.

**NOAA, 2010.** National Centers for Environmental Information, State of the Climate: Global Climate Report for Annual 2010, published online January 2011, retrieved on September 14, 2018



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.5.6 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119535 ]

from https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201013.

**Rengefors, K. and Anderson, D.M., 1998**. Environmental and endogenous regulation of cyst germination in two freshwater dinoflagellates. *Journal of Phycology*, 34:568–577.Doi:10.1046/j.1529-8817.1998.340568.x.

**Roshan, G.R., Moghbel, M. and Grab, S. 2012.** Modeling Caspian Sea water level oscillations under different scenarios of increasing atmospheric carbon dioxide concentrations. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 9:24. DOI: 10.1186/1735-2746-9-24

**Yebra, D.M., Kiil, S. and Dam-Johansen, K., 2004.** Antifouling technology-past, present and future steps towards efficient and environmentally friendly antifouling coatings. *Progress in Organic Coatings*, 50:75–104**.**

**Zhu,Y. and Newell, R. 1998.** A proposed algorithm for moisture fluxes from atmospheric rivers. Mon. Wea. Rev. 126, 725–735.doi:10.1175/ 1520-0493 (1998) 126%3C0725: APAFMF %3E2.0.CO; 2.



[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09 ]
[ DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.5.6 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119535 ]

# A brief overview of climate change and aquatic environments with emphasis on the Caspian Sea

Nasrollahzadeh Saravi H.[1*]; Farabi S.M.V.[1]; Makhlough A.[1]; Pourang N.[2]

*hnsaravi@gmail.com

1-Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran
2-Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

## Abstract

Climate change means any distinct change in patterns expected for climate which occurs in a long term and a particular region or the entire global climate. Increasing greenhouse gases in the atmosphere will keep the sun warm and increase the Earth's temperature. Therefore, recognizing greenhouse gas sources plays an important role in controlling adverse climate change conditions . Aquatic environments are important sources of greenhouse gas emissions, such as carbon dioxide, methane and nitrous oxide. The global warming increases the emission of methane gas from sea bottom to the atmosphere. Another event in aquatic environments related to climate change, is the attaching/adhering of biofouling species on the body of boats and ships which is followed by the high frictional resistance, due to generated roughness, which leads to an increase of weight and subsequent potential speed reduction and it may also entail a need for heavier and less energetically efficient machinery. The increase in fuel consumption can be up to 40% and produce more carbon dioxide. In rice fields (rice combined with fish), fish perturbation of the soil entails water turbidity due to resuspension of sediment granules and a higher level of methane gas emission. Thus, the purpose of this research is to briefly review the role of aquatic environments and their components, in increasing and reducing some greenhouse gases, as well as sources of these gases water ecosystems with emphases on climate change effects on the Caspian Sea based on various researches.

**Keywords:** Climate Change, Greenhouse gases, Aquatic environment

*Corresponding author

[ Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09 ]

[ DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.6.5.6 ]
[ DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119535 ]