

تغییرات اقلیمی و طغیان خلیج فارس در اوایل هولوسن: نتایج مطالعه رسوبات بستر خلیج فارس

عبدالمجید نادری بنی^{1*}، مرتضی جمالی^{2,1}، گیوم لدوک³، آرش شریفی⁴، داوید کانپوسکی⁵

1 پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، تهران، خیابان فاطمی غربی، خیابان اعتمادزاده، شماره 3

Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie Marine et Continentale (IMBE) IMBE - UMR Aix Marseille 2
Université, CNRS, IRD, Avignon Université, France

Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement Europôle Méditerranéen 3
de l'Arbois, Avenue Louis PHILIBERT, BP80 - 13545 Aix en Provence Cedex 04, France

BETA Analytic-Isobar Science, Research and Development Department, Miami, USA4

Université Paul Sabatier-Toulouse 3, EcoLab (Laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle et Environnement), 5
Toulouse, France, CNRS, EcoLab (Laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle et Environnement), Toulouse, France

چکیده

حوضه خلیج فارس طی کواترنری در اغلب مواقع محیطی قاره ای بوده است و تنها در دوره های بین یخبندان دریا در آن پیشروی کرده است. پس از آخرین یخبندان بزرگ و در طی چند فاز، به ویژه طی هولوسن، دریا به بالاترین تراز خود رسید. افزایش تراز دریا به همراه تغییرات اقلیمی در تکوین تاریخ بشر در این منطقه اثرگذار بوده است. با وجود اهمیت، طغیان عظیم خلیج فارس به خوبی بررسی نشده است. در این مطالعه با استفاده از یک مغزه رسوبی، طغیان خلیج فارس و تغییرات اقلیمی این منطقه از اوایل هولوسن تا هولوسن میانی بررسی شد. برای این منظور از روشهای رسوب شناختی، گرده شناسی، ژئوشیمیایی و سن سنجی استفاده شد. نتایج نشان می دهد که در 9400 سال پیش طغیان خلیج فارس پس از دو پالس فرعی به سواحل بوشهر فعلی رسید. تغییرات اقلیمی در همین حین، با افزایش شدت مونسون اقیانوس هند همراه شد. توسعه پوشش گیاهی ساوانای واقعی در اوایل هولوسن به دلیل غلبه سامانه مونسون اقیانوس هند بوده است. با توجه به شرایط امروزی تغییر اقلیمی، بررسی شرایط اوایل هولوسن می تواند به عنوان شرایط مشابه در نظر گرفته شود.

کلمات کلیدی: سامانه مونسون اقیانوس هند، سامانه غربی، رسوب، هولوسن، خلیج فارس، تغییر اقلیم

مقدمه

خلیج فارس یک دریای نیمه بسته کم عمق با عمق متوسط 35 متر در شمالغرب اقیانوس هند است که در اثر افزایش تراز دریاها طی پانزده هزار سال اخیر تشکیل شده است (Lambeck, 1996). به دلیل توپوگرافی بستر خلیج فارس، بخشهای عمیقتر این دریا در نیمه شمالی آن قرار دارد. این بخشها در طی بالا آمدن تراز دریاها در پسایخبندان قبل از همه از آب پر شدند و تاریخ طولانی تری از بالا آمدن دریا را نسبت به بخشهای کم عمق تر در خود ثبت کرده اند. پیش از بالا آمدن دریاها در پسایخبندان، خلیج فارس حوضه ای آبرفتی بوده است که اروندرود کهن در میان دره اصلی آن جاری بوده و در محل تنگه هرمز به دریا وارد می شده است (Uchupi et al., 1999). احتمالاً بستر خشک خلیج فارس به دلیل چشمه های متعدد، محیطهای دریاچه ای متعدد، جاری بودن رودخانه و در دسترس بودن آب شیرین محل زندگی جوامع انسانی شکارگر-گردآورنده بوده است که با بالا آمدن دریا ناچار به مهاجرت به سرزمین های اطراف و بویژه جنوب بین النهرین و تشکیل اولین هسته های تمدنی شدند (Rose, 2010). از این منظر، بررسی تاریخ پر شدن خلیج فارس اهمیت زیادی در بازسازی تاریخ بشری دارد. همچنین، به دلیل پر و خالی شدن خلیج فارس در دوره های بین یخبندان و یخبندان، بسیاری از محققین درباره استفاده از مدل خلیج فارس به عنوان یک مدل رمپ در تشکیل ذخایر نفتی شک دارند. با این حال، بررسی نحوه اثرگذاری نوسانات تراز دریا بر تشکیل رخساره های گوناگون رسوبی و احتمالاً ذخایر نفتی، بررسی این مسئله را پراهمیت می کند. اما، از همه مهمتر این که، مدلسازی تغییرات اقلیمی جاری در جهان نشان می دهد که خلیج فارس یکی از مهمترین کانونهای اثرات

تغییرات اقلیمی است. این اثرات می تواند بسته به نحوه سیاستگذاریهای سازگاری و تعدیلی تغییر اقلیم، به شکوفایی یا اضمحلال کشورهای پیرامونی خلیج فارس بیانجامد (Naderi Beni et al., 2021). از همین رو بررسی مثالهای عینی تاریخی از تغییرات اقلیمی سریع و اثرات آن بر محیط می تواند راه را برای درک اثرات تغییر اقلیم جاری بر محیط (و بالتبع بر انسان) هموار نماید. از همین رو، بررسی شرایط تغییرات اقلیمی اوایل هولوسن در منطقه خلیج فارس می تواند یکی از بهترین مثالها برای درک این وضعیت باشد، خاصه آن که شرایط امروزی خلیج فارس با شرایط آن دوران از برخی جهات همخوانی دارد که شامل: افزایش سریع تراز دریا، مهاجرت منطقه جنب حاره ای به سمت شمال و شدت گیری مونسون و بارشهای تابستانی در جنوب خلیج فارس، و گرم شدن سریع هواست. از همین رو، در این مطالعه ما به بازسازی شرایط اوایل هولوسن خلیج فارس با ابزارهای دیرینه اقلیم شناسی و دیرینه اقیانوس شناختی پرداخته ایم.

روشها و مواد

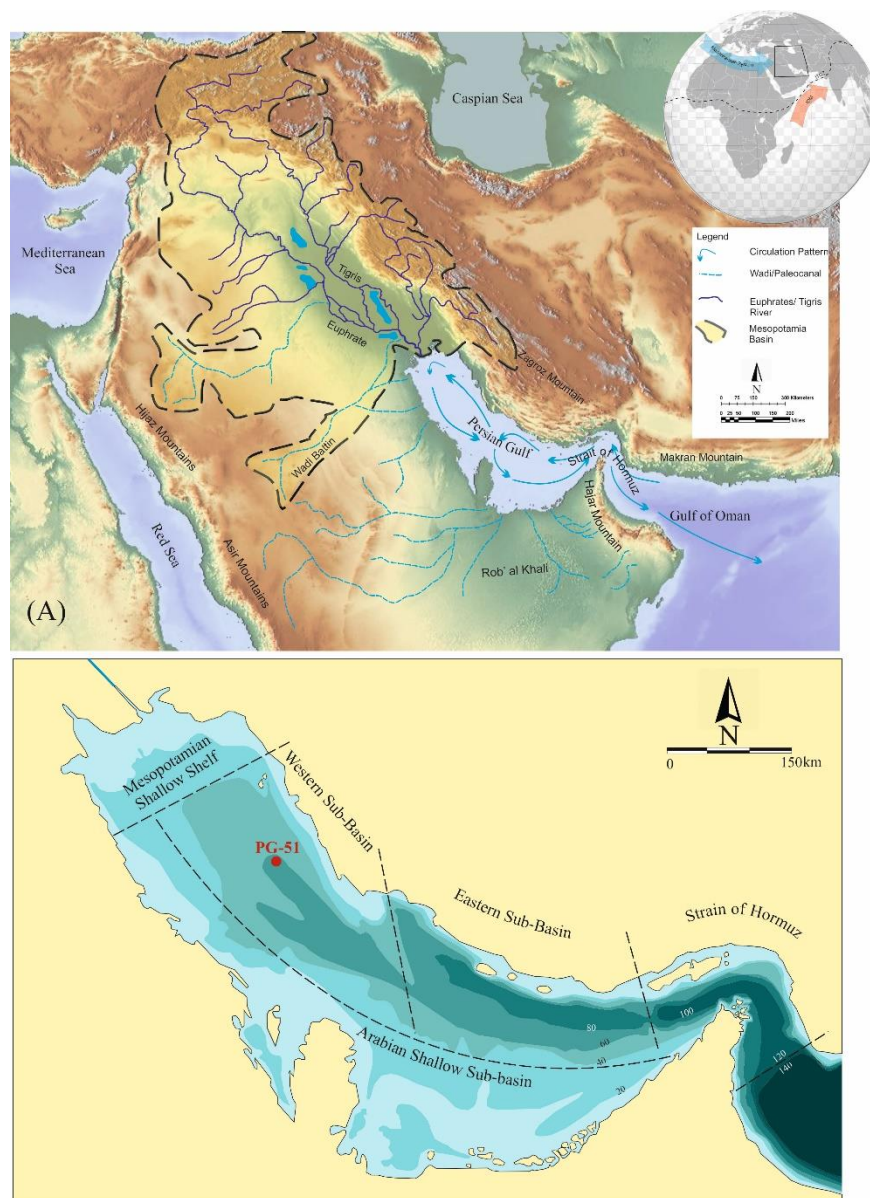
در طی گشت دریایی PG-GOOS در سال 1391 که توسط پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی برگزار شد، تعدادی مغزه رسوبی از بستر خلیج فارس با استفاده از مغزه گیر وزنی مدل KC و با قطر 5 سانتیمتر گرفته شد که از این میان یک مغزه اصلی به طول 129 سانتیمتر و مغزه خواهر آن به طور 85 سانتیمتر از عمیقترین بخشهای غرب خلیج فارس برای بررسی های رسوبشناسی مورد استفاده قرار گرفت. پذیرفتاری مغناطیسی مغزه ها با استفاده از دستگاه مغناطیس سنج بارتینگتون، مدل MS2C سنجیده شد و لاگ آن رسم گردید. مغزه ها به دو نیم تقسیم و نیمی از آن در آزمایشگاه CEREGE در فرانسه برای اسکن XRF به دستگاه ITRAX سپرده شد. نیم دیگر مغزه در آزمایشگاه پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی با فواصل 2 سانتیمتری نمونه برداری گردید و میزان کربنات کلسیم (به روش کلسیمتری) و ماده آلی (حذف به کمک پراکسید هیدروژن) محاسبه شد. دانه بندی رسوب با استفاده از دستگاه دانه بندی لیزری مدل Horiba LA910، انجام پذیرفت. از هر 10 سانتیمتر یک نمونه برای بررسی های گرده شناسی به آزمایشگاه IMBE در فرانسه ارسال شد. 4 نمونه دوکفه ای برای سن سنجی به آزمایشگاه Beta Analycs در آمریکا ارسال شد. از داده های پذیرفتاری مغناطیسی برای انطباق مغزه اصلی و مغزه خواهر استفاده شد. مدل سن-عمق با استفاده از مدل clam در محیط R-studio بازسازی و برای تغییرات پارامترها در طول مغزه مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

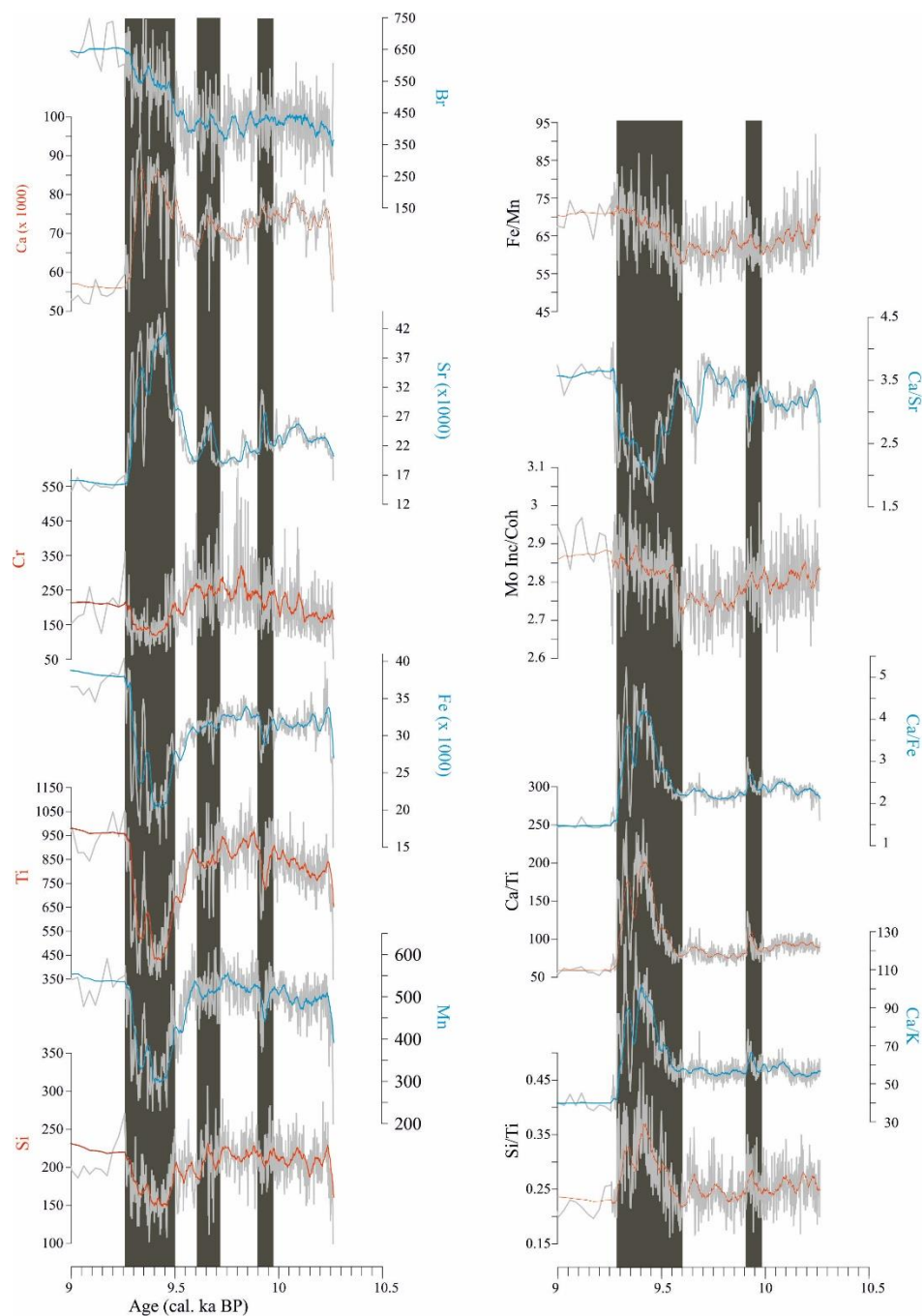
بررسی داده های رسوب شناسی نشان میدهد که متوسط اندازه دانه ها در حدود 6 میکرون است. تقریباً تمامی نمونه ها در محدود سیلت و سیلت ماسه ای قرار می گیرند که میزان ماسه در قبل و بعد از حدود 9900 تا 8200 سال به صفر می رسد. محتوای کربنات کربنات کلسیم در همین دوره به حداکثر خود می رسد و میزان ماده آلی کل از حدود 9200 سال پیش با افزایش همراه است. مقادیر پذیرفتاری مغناطیسی در حدود 10 تا 9 هزار سال پیش به حداقل مقادیر خود در تمامی مغزه می رسد.

نتایج گرده شناسی از ظهور دانه های گرده *Quercus* (بلوط) در حدود 9000 سال پیش حکایت دارد. در همین زمان مقادیر داینوفلاژا با افزایش چشمگیری همراه است. سایر شاخصهای زیستی گیاهی نشاندهنده افزایش درختچه ها و گیاهان تالابی در حدود 9200 سال پیش و کاهش گیاهان شورپسند در همین دوره است (Akhani, 2006).

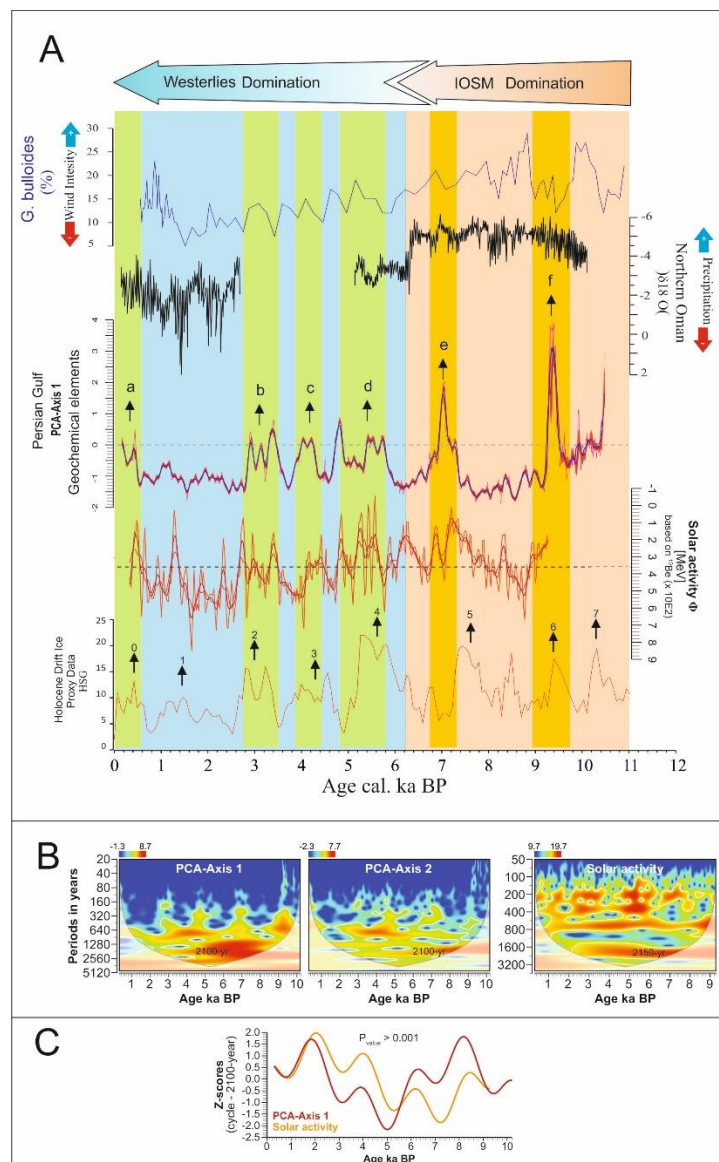
در حدود 9200 سال پیش، افزایش ناگهانی عناصر زیست منشأ (کلسیم و استرانسیم) و نیز عنصر برلیوم مشهود است. در عوض مقادیر عناصر خاکزاد (لیتورنیک) در این دوره به حداقل خود می رسد. پیش از این تغییر مشهود، دو پالس کوچکتر در 9900 و 9600 سال پیش رخ داده است.



شکل 1. خلیج فارس، حوضه اصلی آبریز و توپوگرافی منطقه ای غرب آسیا (A). موقعیت نمونه برداری در خلیج فارس و نقشه هم عمق خلیج فارس به همراه واخذ ژئومورفولوژیکی خلیج فارس.



شکل 2. تغییرات عنصری در ابتدای هولوسن در مغزه PG51 با سه تغییر در 9900، 9600 و 9200 سال پیش که مورد آخر اصلی ترین تغییر مشاهده شده است.



شکل 3. A) مقایسه تغییرات مشاهده شده در مغزه خلیج فارس بر اساس آنالیز PCA طی هولوسن با فراوانی رسوبات یخچالی در اقیانوس اطلس شمالی (Bond et al., 1997)، فعالیت خورشیدی (Damon and Sonett, 1991)، نتایج بررسی رسوبات غاری در عمان (Fleitmann et al., 2003) و فراوانی فرامینفرهای گلوبوژرینا بولونیدس در اقیانوس هند (Gupta et al., 2003) B) آنالیز موجکی تغییرات عنصری مغزه خلیج فارس، C) مقایسه دوره های به دست آمده از آنالیز موجکی بر روی تغییرات عنصری مغزه خلیج فارس و فعالیت خورشیدی طی هولوسن

بر اساس نتایج به دست آمده به نظر می رسد، افزایش تراز خلیج فارس در ابتدای هولوسن در محل نمونه برداری، در سه پالس به ترتیب در 9600، 9900 و 9200 سال پیش رخ داده است که افزایش تراز اصلی در 9200 سال پیش رخ داده و منجر به افزایش گونه های گیاهی تالابی و افزایش دینافلاژلا در رسوبات شده است. افزایش تراز موجب افزایش رسوب بیوژنیک و افزایش کربنات کلسیم رسوبات شده است (Teller et al., 2000). با افزایش تراز آب و پس زدن رودهای ورودی، مقادیر رسوبات آواری وارد شده کاهش یافته و همین امر در کنار افزایش کربنات کلسیم رسوبات منجر به کاهش شدید پذیرفتاری مغناطیسی شده است. اما مقایسه داده های

خلیج فارس با داده های سایر مناطق نشان می دهد که در همین زمان سیستم مونسون اقیانوس هند شدت گرفته (Fleitmann et al., 2003; 2007) و موجب تشکیل پوشش گیاهی وسیعی در حوضه خلیج فارس گردیده است (Parker et al., 2004; 2006). نتایج مطالعات تأیید کننده مطالعاتی است که نشان می دهد در ابتدای هولوسن منطقه شمال آفریقا و عربستان بارش بیشتری را دریافت می کردند (Sharifi et al., 2018; Gupta et al., 2003) و پوشش گیاهی ساوانا در آنها حاکم بوده است (Parker et al., 2006). این شرایط امروزه نیز در قالب تغییرات اقلیمی بشرزاد، در حال تکرار شدن است و با شدت گیری مونسون اقیانوس هند و بالا آمدن منطقه همگرای جنب حاره ای در این منطقه مواجه هستیم.

منابع:

- Akhani, H., 2006. Biodiversity of halophytic and sabkha ecosystems in Iran. In Tasks for Vegetation Science. Sabkha Ecosystems Volume II (West and Central Asia: Springer), pp. 71–88.
- Bond, G., Showers, W., Cheseby, M., Lotti, R., Almasi, P., DeMenocal, P., Priore, P., Cullen, H., Hajdas, I., and Bonani, G., 1997, A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial climates: science, v. 278, no. 5341, p. 1257-1266.
- Fleitmann, D., Burns, S. J., Mangini, A., Mudelsee, M., Kramers, J., Villa, I., Neff, U., Al-Subbary, A. A., Buettner, A., and Hippler, D., 2007, Holocene ITCZ and Indian monsoon dynamics recorded in stalagmites from Oman and Yemen (Socotra): Quaternary Science Reviews, v. 26, no. 1, p. 170-188.
- Fleitmann, D., Burns, S. J., Mudelsee, M., Neff, U., Kramers, J., Mangini, A., and Matter, A., 2003, Holocene forcing of the Indian monsoon recorded in a stalagmite from southern Oman: Science, v. 300, no. 5626, p. 1737-1739.
- Gupta, A. K., Anderson, D. M., and Overpeck, J. T., 2003, Abrupt changes in the Asian southwest monsoon during the Holocene and their links to the North Atlantic Ocean: Nature, v. 421, no. 6921, p. 354-357.
- Lambeck, K., 1996, Shoreline reconstructions for the Persian Gulf since the last glacial maximum: Earth and Planetary Science Letters, v. 142, no. 1-2, p. 43-57.
- Naderi Beni, A., Marriner, N., Sharifi, A., Azizpour, J., Kabiri, K., Djamali, M., & Kirman, A., 2021. Climate change: A driver of future conflicts in the Persian Gulf Region?. Heliyon, 7(2), e06288.
- Parker, A., Eckersley, L., Smith, M., Goudie, A., Stokes, S., Ward, S., White, K., and Hodson, M., 2004, Holocene vegetation dynamics in the northeastern Rub'al-Khali desert, Arabian Peninsula: a phytolith, pollen and carbon isotope study: Journal of Quaternary Science, v. 19, no. 7, p. 665-676.
- Parker, A. G., Goudie, A. S., Stokes, S., White, K., Hodson, M. J., Manning, M., and Kennet, D., 2006, A record of Holocene climate change from lake geochemical analyses in southeastern Arabia: Quaternary Research, v. 66, no. 3, p. 465-476.
- Rose, J. I., 2010, New light on human prehistory in the Arabo-Persian Gulf Oasis: Current Anthropology, v. 51, no. 6, p. 849-883.
- Sharifi, A., Murphy, L. N., Pourmand, A., Clement, A. C., Canuel, E. A., Beni, A. N., Lahijani, H. A., Delanghe, D., and Ahmady-Birgani, H., 2018, Early-Holocene greening of the Afro-Asian dust belt changed sources of mineral dust in West Asia: Earth and Planetary Science Letters, v. 481, p. 30-40.
- Uchupi, E., Swift, S. A., and Ross, D. A., 1999, Late Quaternary stratigraphy, paleoclimate and neotectonism of the Persian (Arabian) Gulf region: Marine Geology, v. 160, no. 1, p. 1-23.

Climatic changes and flooding of the Persian Gulf in the early Holocene: the results of studying the bottom sediments

Abdolmajid Naderi Beni^{*1}, Morteza Djamali^{1,2}, Guillaume Leduc³, Arash Sharifi⁴, David Kaniewski⁵

1-Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Science, No.3, Etamadzadeh Str., Fatemi Avenue, Tehran, Iran

2-Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie Marine et Continentale (IMBE) IMBE - UMR Aix Marseille Université, CNRS, IRD, Avignon Université, France

3-Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement Europôle Méditerranéen de l'Arbois, Avenue Louis PHILIBERT, BP80 - 13545 Aix en Provence Cedex 04, France

4-BETA Analytic-Isobar Science, Research and Development Department, Miami, USA

5- Université Paul Sabatier-Toulouse 3, EcoLab (Laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle et Environnement), Toulouse, France, CNRS, EcoLab (Laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle et Environnement), Toulouse, France

Abstract:

The Persian Gulf basin has often been a continental environment during the Quaternary. However, its changed into a marine environments the interglacial periods due to marine transgression. After the Last Glacial Maximum, particularly during the Early Holocene, the sea reached its highest level after experiencing several sea-level rise pulses. Rising sea levels along with climatic changes have had a pivotal role in shaping human history in the region. Despite its importance, the flooding of the Persian Gulf has not been well studied. In this study, using a sediment core, the flooding of the Gulf and climate change of the region during the early Holocene were investigated. Different sedimentological, palynological, geochemical and chronological studies have been conducted on a short sediment core from western side of the Persian Gulf. The results show that 9400 BP, the flooding hit the shores of present-day Bushehr after two smaller pulses. Climate change, meanwhile, has been accompanied by an increase in the intensity of the Indian Ocean monsoon. The development of true savanna vegetation in the early Holocene was due to the dominance of the Indian Ocean monsoon system. The early Holocene climatic conditions can be considered as an analogue of the ongoing climatic change.

Keywords: Indian Ocean Monsoon, Westelies, Sediment, Holocene, Persian Gulf, Climate Change