



بنام نور حکیم

وزارت علوم، تحقیقات و فن آوری

گروه

پژوهشی

مدیریت

محیط زیست

گزارش نوسانات
تراز سطح آب دریای
خزدر سال ۲۰۱۷
میلادی

تهیه و تدوین :

مهندس طاهره

علی نژاد تبریزی

با همکاری

دکتر همایون خوشروان

دریای خزر به‌عنوان بزرگ‌ترین آبگیر بسته دنیا حدود ۵ میلیون سال قبل از اقیانوس پاراتتیس به‌علت فعالیت‌های کوه‌زایی جدا شد و تاریخچه تکامل هیدرومورفولوژیکی آن تحت تأثیر رژیم آب‌وهوایی حوزه آبریز پهناورش شکل گرفته است. رودخانه ولگا به‌عنوان مهم‌ترین روان‌آب مؤثر در تعادل بیلان آبی دریای خزر نقش بسیار مؤثری در ثبات آب شناختی آن داشته و گاهی در طول زمان بروز سیلاب‌های گسترده در حوزه آبریز این رودخانه سبب افزایش سریع سطح تراز آب دریای خزر گردیده است. امروزه دانشمندان آب و هواشناسی و فیزیک دریا در سطح جهان دریای خزر را به‌عنوان یک مدل دینامیکی طبیعی در رابطه با فرایندهای نوسانی سطح تراز آب می‌شناسند و به علت سرعت بسیار بالای نرخ تغییرات سالانه سطح تراز آب آن که معمولاً بیش از ۱۰۰ برابر نوسانات سطح آب اقیانوس‌هاست و همچنین رفتار متفاوت هیدرولوژیکی آن در مقابل پدیده‌های آب و هواشناسی از این دریاچه پهناور به‌عنوان یک حوزه آبی درون قاره ای متمایز از اقیانوس‌ها یاد می‌کنند. دریای خزر طی تاریخچه زمین‌شناسی خود دارای دامنه نوسانی متفاوت بوده به‌طوری‌که قبل از آغاز دوره هلوسن در زمان پسروری گسترده منقشلاق در حدود ۱۴۰۰۰ سال قبل سطح تراز آن حدود ۷۰ متر پایین‌تر از سطح تراز آب دریاهای آزاد قرار داشت و بخش وسیعی از آن خشک شده بود و در دوره هلوسن دامنه تغییرات سطح تراز آب آن به ۱۱ متر رسید (۲۲- تا ۳۳- متر). طی زمان ثبت ایزاری از سال ۱۸۳۵ که اولین مشاهدات آب‌نگاری بر روی تراز دریای خزر در بندر باکو شوروی سابق انجام گرفت تاکنون سطح تراز دریای خزر بین سطوح ارتفاعی ۲۵- متر تا ۲۹- متر نسبت به دریای بالتیک یعنی به میزان ۴ متر نوسان داشته است و یک چرخه کامل هیدرولوژیکی از سال ۱۹۳۰ تا ۱۹۹۵ میلادی در آن رقم خورد. سطح تراز آب دریای خزر از سال ۱۹۳۰ تا ۱۹۷۸ با یک کاهش سریع، به حدود ۲۹- متر افت کرد و پس از آن تا سال ۱۹۹۵ میلادی با افزایش ۲/۵ متری سطح تراز آب دریای خزر به ۲۶/۵- متر رسید. مجدداً دریای خزر بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۷ دچار پسروری گسترده قرار گرفت و سطح تراز آن حدود ۱/۴۰ متر کاهش یافت و به رقم نزدیک ۲۸- متر نسبت به دریای بالتیک رسید. سرعت نوسانات سالانه دریای خزر واجد شتاب‌های متفاوت می‌باشد. گاهی سرعت کاهش سطح تراز آب به بیش از ۲۰ سانتی متر در سال رسیده مانند: اتفاق هیدرولوژیکی سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ و گاهی شتاب فزاینده افزایش تراز آن به مقادیر بیش از ۱۴ سانتی متر در سال نزدیک شده است مانند: سال‌های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵ میلادی، بنابراین دریای خزر به لحاظ دینامیک نوسانات سطح تراز آب بسیار متفاوت عمل می‌کند و این امر سبب تغییر شدت آسیب‌پذیری فیزیکی اراضی ساحلی آن در مقابل مخاطرات فرسایشی شده است. به‌طوری‌که طی قرن بیستم تبعات اقتصادی ناشی از نوسانات سطح تراز آب دریای خزر به بیش از ۱۵ میلیارد دلار توسط سازمان اقتصادی برنامه ملل متحد تخمین زده شده است. حال در گزارش حاضر به بررسی وضعیت نوسانات سطح تراز آب دریای خزر طی سال ۲۰۱۷ می‌پردازیم و وضعیت آهنگ نوسانی سطح تراز آب دریای مزبور را ارزیابی می‌کنیم.

تحلیل روند نوسانات سطح تراز آب دریای خزر

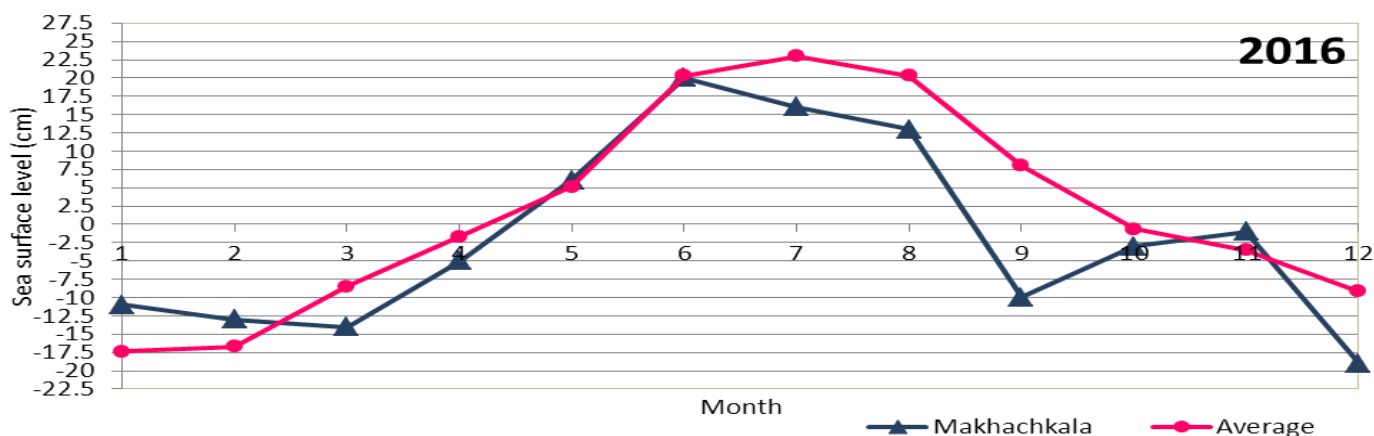
با استفاده از آمار اطلاعات تراز سنجی ۷ ایستگاه ساحلی پیرامون دریای خزر (جدول ۱)، و با به‌کارگیری روش‌های معمول آماری، آهنگ نوسانات سطح تراز آب دریای خزر مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مطالعه آماری مجموع داده‌های دریافت شده نسبت به کد تراز ارتفاعی دریای بالتیک یعنی ۲۸- متر روائی و تنظیم یافته‌اند و سعی بر آن گردید که ارزیابی دوره نوسانی سالانه دریای خزر بر اساس آهنگ نوسانی فزاینده و کاهنده آن طی یک سال منطبق با منحنی توزیع نرمال تغییرات سطح تراز آب دریای خزر مورد سنجش قرار گیرد، کاری که در زمان قبل در کشور ایران مرسوم نبود و استفاده از سال آبی هیدرولوژیکی برای تحلیل نوسانات سبب بروز خطاهای محاسباتی برای اعلام رسمی میزان کاهش و یا افزایش سالانه تراز آب می‌گردید و یا با نتایج عددی سایر کشورها دچار تناقض علمی می‌گشت. به‌طوری‌که برخی سازمان‌های متولی داخل کشور وضعیت تراز آب دریای خزر را طی سال جاری با افزایش تراز گزارش کرده‌اند ولی واقعیت آب شناختی

خزر نشانه کاهش سطح تراز آب دریا در سال ۲۰۱۷ نسبت به سال ۲۰۱۶ می‌باشد. بنابراین برای تحلیل صحیح روند نوسانات سالانه سطح تراز آب دریای خزر بایستی بر اساس مدل زمانی منحنی توزیع نرمال آن اقدام نمود.

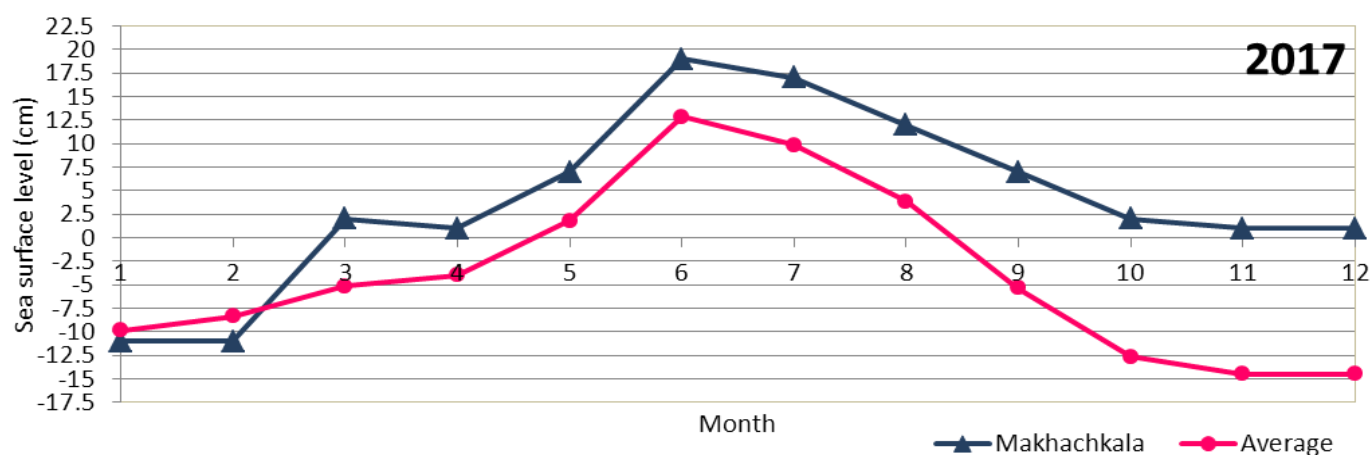
Station	Month											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Baku	1	1	6	10	16	28	24	17	7	0	-3	-3
NeftyaneyeKamni	10	10	10	14	20	32	28	22	12	5	3	3
Fort-Shevchenko	-1	-1	6	7	13	23	19	12	6	-1	-1	-1
Guvli-Mayak	-28	-25	-23	-23	-17	-6	-8	-12	-21	-29	-31	-31
Turkmenbashi	-18	-15	-11	-16	-10	0	-3	-9	-20	-28	-30	-30
Cara-Bogaz-Gol	-23	-20	-19	-16	-11	0	-1	-7	-16	-23	-25	-25
Makhachkala	-11	-11	2	1	7	19	17	12	7	2	1	1

جدول ۱. مقادیر تراز سنجی ایستگاه‌های ساحلی پیرامون خزر در سال ۲۰۱۷

نمودارهای زیر وضعیت نوسانات سطح تراز آب دریای خزر را طی سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ نمایش می‌دهند. همانطور که ملاحظه می‌کنید سیمای منحنی توزیع نرمال تغییرات سطح تراز آب دریای خزر در ایستگاه ماخاچ کلا با منحنی متوسط ماهانه شش ایستگاه ساحلی دیگر تفاوت آشکاری دارد که این موضوع نقش خروجی رودخانه‌های شمالی دریای خزر به خصوص رودخانه ولگا را در ناهم‌خوانی آماری نوسانات سطح تراز آب دریای خزر نشان می‌دهد (شکل ۱ و ۲).



شکل ۱. منحنی توزیع نرمال میانگین تراز سطح آب در سال ۲۰۱۶



شکل ۲. منحنی توزیع نرمال میانگین تراز سطح آب در سال ۲۰۱۷

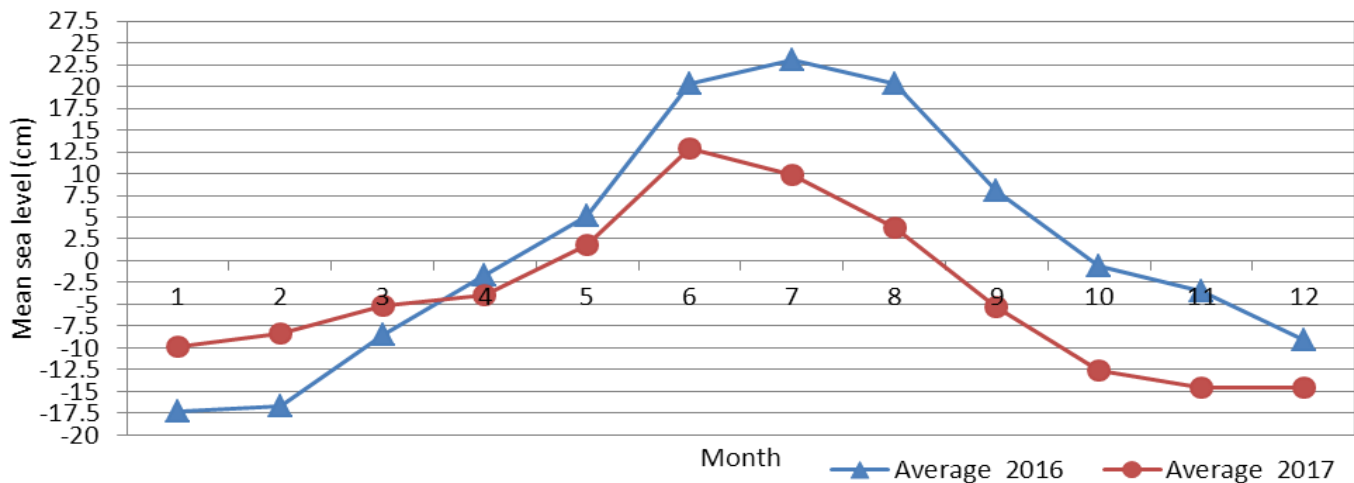
میانگین سالانه سطح تراز آب دریای خزر طی سال ۲۰۱۷ میلادی ۲۸/۰۲۷- متر می‌باشد و میانگین دامنه اختلاف تراز سالانه آن در دوره‌های زمانی پرآبی و کم‌آبی معادل ۲۷ سانتی متر است (شکل ۲).

بررسی سری زمانی داده‌های تراز سنجی سطح آب دریای خزر در سال ۲۰۱۷، روند افزایشی را در ۶ ماه نخست سال نشان می‌دهد. به طوری که می‌توان با اطمینان ادعان داشت که در ماه ژوئن سال ۲۰۱۷ حداکثر تراز سطح آب در همه ایستگاه-های مورد بررسی به میزان متوسط ۲۷/۸۶- متر ثبت شده است و پس از آن در نیمه دوم سال ۲۰۱۷ یعنی از ماه ژولای تا دسامبر تغییرات تراز سطح آب روند کاهشی را طی کرده است به طوری که در ماه دسامبر حداقل تراز سطح آب در سال ۲۰۱۷ به میزان ۲۸/۱۲- متر ثبت شده است (شکل ۲). میانگین سرعت تغییرات سطح تراز آب دریای خزر در سال ۲۰۱۷، ۴/۵ سانتی‌متر بر ماه محاسبه شده است.

این در حالی است که نیمه نخست سال ۲۰۱۶ شباهت ساختار هیدرولوژیکی با سال ۲۰۱۷ دارد و ما شاهد روند افزایشی در تراز سطح آب دریای خزر در ایستگاه‌های اندازه‌گیری هستیم. در نیمه دوم سال ۲۰۱۶ نیز به مانند سال ۲۰۱۷ روند کاهشی تراز سطح آب دریای خزر در ایستگاه‌های مذکور تداوم می‌یابد (شکل ۳).

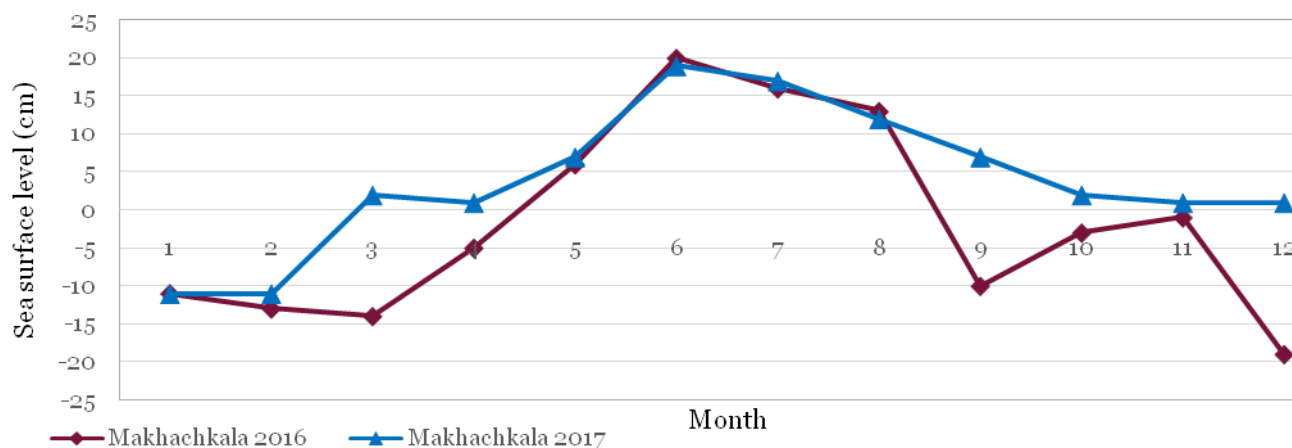
با بررسی تغییرات تراز سطح آب در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ در ایستگاه Makhachala که معرف تاثیر ورودی رودخانه ولگا به دریای خزر می‌باشد، در ماه‌های مارس تا ژوئن، افزایش قابل توجهی در تراز سطح آب دریای خزر مشاهده می‌شود. این افزایش به آن سبب می‌باشد که در این ماه‌ها، هوا در منطقه سرچشمه رود ولگا نسبتاً گرم‌تر است و در نتیجه ذوب برف‌ها و جاری شدن سیلاب باعث تغییر در رژیم رودخانه ولگا شده و ورود مقدار قابل توجهی آب به دریای خزر را موجب می‌شود. در نتیجه این فرآیند تراز سطح آب در ایستگاه Makhachala در ماه ششم به بیشینه مقدار خود، ۲۷/۸۰- و ۲۷/۸۱- متر به ترتیب در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ می‌رسد. این افزایش در ماه‌های یاد شده، در سایر ایستگاه‌ها نیز مشاهده می‌گردد که نشان از همبستگی آماری ایستگاه‌های ساحلی با یکدیگر طی ماه‌های مزبور دارد.

به طور کلی با مقایسه تراز سطح آب دریای خزر در سال ۲۰۱۷ نسبت به سال ۲۰۱۶ مشخص شد که در سال ۲۰۱۷ کاهش تراز سطح آب را نسبت به سال گذشته آن به میزان متوسط ۳/۸۶ سانتی متر شاهد بوده‌ایم. همچنین اختلاف دامنه نوسانات فصلی سال‌های مزبور حدود ۱۴ سانتی‌متر است و آهنگ نوسانات در سال ۲۰۱۶ از بی نظمی بیشتری نسبت به سال ۲۰۱۷ برخوردار است. به طور جزئی‌تر می‌توان بیان کرد که در تمامی ایستگاه‌های مورد بررسی، در سه ماه نخست سال ۲۰۱۷، تراز سطح آب نسبت به زمان متناظر آن در سال ۲۰۱۶ به طور متوسط ۶/۵ سانتی‌متر بالاتر بوده است اما در ۹ ماه آخر سال ۲۰۱۷، تراز سطح آب نسبت به زمان متناظر در سال قبل آن به میزان میانگین ۹/۵ سانتی متر کمتر می‌باشد. همچنین سرعت تغییرات تراز سطح آب در سال ۲۰۱۷، به طور متوسط ۲ سانتی‌متر بر ماه نسبت به سال ۲۰۱۶ کاهش یافته است. به عبارتی سرعت تغییرات تراز سطح آب در سال ۲۰۱۶، حدود ۱/۵ برابر سرعت تغییرات تراز در سال ۲۰۱۷ می‌باشد. شکل ۳ این مشاهدات را برای میانگین ایستگاه‌های ساحلی مورد بررسی نمایش می‌دهد.



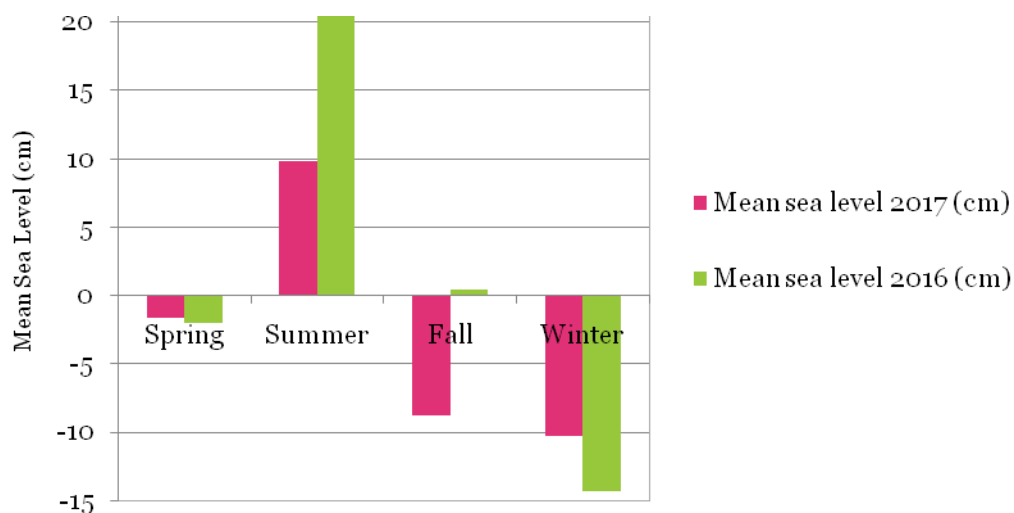
شکل ۳. مقایسه میانگین تغییرات تراز سطح آب دریای خزر در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷

شکل ۴، بررسی مشابهی را برای ایستگاه Makhachala نشان می‌دهد که با توجه به آن می‌توان بیان کرد در این ایستگاه نیز مانند سایر ایستگاه‌های شاهد، ماکزیمم تراز سطح آب در ماه ژوئن رخ داده است که نشان از همبستگی تراز سطح آب دریای خزر با آب ورودی از رودخانه ولگا دارد. همچنین در این ایستگاه در اکثر ماه‌ها تراز سطح آب در سال ۲۰۱۷ بیشتر از مقدار متناظر آن در سال ۲۰۱۶ می‌باشد که البته این اختلاف در اکثر ماه‌ها ناچیز است. با مقایسه داده‌های این ایستگاه با سایر ایستگاه‌های ساحلی، می‌توان به این نتیجه رسید که تغییر رژیم رودخانه ولگا، مستقیماً روی این ایستگاه تأثیر می‌گذارد.



شکل ۴. تغییرات تراز سطح آب در ایستگاه Makhachala در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷

شکل ۵ تغییرات فصلی میانگین تراز سطح آب خزر را در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ نشان می‌دهد. بر این اساس دامنه اختلاف نوسانی فصلی طی سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ به ترتیب ۳۴/۹ و ۲۰/۱۹ سانتی‌متر می‌باشد.



شکل ۵. مقایسه تغییرات فصلی تراز سطح آب در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷

جدول زیر مقایسه پارامترهای آماری تراز سطح آب را برای ۷ ایستگاه مذکور در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ نشان می‌دهد.

	2016	2017
Maximum	44.0	32.0
Minimum	-39.0	-31.0
Median	1.0	-1.0
Average	1.13	-2.73
Skewness	0.32	0.48
Std. Deviation	14.07	9.33
Kurtosis	-1.03	-0.63

جدول ۲. مقایسه پارامترهای آماری تراز سطح آب در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷

مطابق با داده‌های موجود برای ایستگاه‌ها، ماکزیمم تراز سطح آب در ایستگاه NeftyanyeKamni به میزان ۲۷/۵۶- متر در ماه ژولای سال ۲۰۱۶ و ۲۷/۶۸- متر در ماه ژوئن سال ۲۰۱۷ ثبت شده است. همچنین حداقل تراز سطح آب نیز در ایستگاه Guvli-Mayak و برابر ۲۸/۳۹- متر در ماه ژانویه سال ۲۰۱۶ و ۲۸/۳۱- متر در دو ماه آخر سال ۲۰۱۷ ثبت گردیده است. همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، میانگین تراز سطح آب در سال ۲۰۱۷ نسبت به سال ۲۰۱۶ به میزان ۳/۸۶ سانتی‌متر کاهش یافته است که این کاهش در تراز سطح آب تمامی ایستگاه‌های ساحلی نیز قابل مشاهده است. میزان انحراف معیار داده‌های تراز سطح آب از مقدار متوسط آن نیز در سال ۲۰۱۶، حدود ۱۴ سانتی‌متر و در سال ۲۰۱۷، حدود ۹ سانتی‌متر می‌باشد که این کاهش گویای این واقعیت است که آهنگ نوسانات سطح آب دریای خزر در سال ۲۰۱۷ از نظم بهتری برخوردار می‌باشد. مقادیر کوچک و نزدیک به صفر چولگی که معیاری از تقارن یا عدم تقارن تابع توزیع می‌باشد، بیانگر این موضوع است که توزیع نرمال تراز سطح آب دریای خزر تقریباً متقارن است. همچنین مقدار کشیدگی ۱/۰۳- در سال ۲۰۱۶ نسبت به مقدار ۰/۶۳- برای سال ۲۰۱۷، که نشانی از ارتفاع توزیع و در واقع معیاری برای بلندی منحنی در نقطه ماکزیمم است، بیانگر آن است که پراکندگی مقادیر تراز سطح آب در سال ۲۰۱۶ بیشتر از سال ۲۰۱۷ می‌باشد. همچنین مقدار چولگی و کشیدگی محاسبه شده برای هر دو سال در بازه (۲،۲-) می‌باشد، که بیانگر آن است که توزیع تراز سطح آب دریای خزر در هر سال از توزیع نرمال برخوردار است.

نتیجه گیری

- ۱- میانگین سالانه سطح تراز آب دریای خزر طی سال ۲۰۱۷ میلادی ۲۸/۰۲۷- متر می باشد و دامنه اختلاف تراز میانگین سالانه آن در دوره های زمانی پربابی و کم آبی معادل ۲۷ سانتی متر است.
 - ۲- سطح تراز آب دریای خزر در سال ۲۰۱۷ نسبت به سال گذشته حدود ۳/۸۶ سانتی متر کاهش یافت.
 - ۳- دامنه فصلی تغییر سطح تراز آب دریای خزر طی سال ۲۰۱۷ ، ۲۰/۱۹ سانتی متر می باشد که نسبت به سال قبل حدود ۱۴ سانتی متر کاهش نشان می دهد.
 - ۴- عدم هم خوانی داده های آماری بین ایستگاه ماخاچ کلا با سایر ایستگاه های تراز سنجی دیگر بعلت تاثیر پذیری این منطقه از روان آب های رودخانه های شمالی دریای خزر یعنی ولگا، سمور و سولاک می باشد.
 - ۵- آهنگ نوسانات سطح تراز آب دریای خزر در سال ۲۰۱۷ از ضربان منظم تری نسبت به سال قبل برخوردار است.
 - ۶- در سه ماه نخست سال ۲۰۱۷ صرفا افزایش سطح تراز آب دریای خزر نسبت به سال گذشته مشهود می باشد و در نه ماه دیگر سال کاهش سطح تراز بر اکثر ایستگاه های اندازه گیری غالب بوده است.
 - ۷- سرعت تغییرات تراز سطح آب در سال ۲۰۱۶، حدود ۱/۵ برابر سرعت تغییرات تراز در سال ۲۰۱۷ می باشد.
 - ۸- بیشینه تراز سطح آب در ماه ژوئن سال ۲۰۱۷ رخ داده است که تراز آب در آن به ۲۷/۶۸- متر رسیده است.
 - ۹- کمینه تراز سطح آب دریای خزر در سال ۲۰۱۷ رخ داده است که ۲۸/۳۱- متر بوده است.
- در نتیجه گیری کلی چنین می توان اظهار نمود که دریای خزر به فرایند پسروی که از سال ۱۹۹۵ میلادی آغاز کرده تاکنون ادامه داده است و صرفا طی سال های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ میزان سرعت کاهش سطح تراز آب دریا طی سال تقلیل یافته است و تاثیر گرمایش زمین بر روی بزرگترین دریاچه دنیا بصورت کاهش سریع سطح تراز آب آن می باشد که تبعات ناشی از آن می تواند به لحاظ اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بسیار سنگین باشد. خشک شدن تالاب میانکاله، تالاب گمیشان، کم آب شدن خلیج گرگان از جمله مهم ترین اتفاقاتی است که در حال رخ دادن می باشد و در صورت نبود تعهدات لازم متاسفانه بایست شاهد بحران های زیست محیطی جدی در سواحل شمال کشور باشیم.

پایان

پاییز سال ۱۳۹۶ شمسی