Archive of SID

پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۱۲، شماره ۲۳، بهار و تابستان ۱۴۰۰، از صفحه ۱۱۷ تا ۱۲۵

Dor: 20.1001.1.20089597.1400.12.23.10.0

بررسی نقش رودخانه‌ها در آینده احتمالی خلیج گرگان پس از جدایی از دریای کاسپی

سعید شربتی*

* مربی، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۴؛ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۴/۰۷)

چکیده

در این تحقیق آینده احتمالی خلیج گرگان پس از جدایی از دریای کاسپی تحت پنج سناریو با استفاده از مدل مایک۲۱ بررسی گردید. در سناریو اول خلیج متاثر از اقلیم حاکم بر آن بررسی و در سناریو دوم آینده خلیج متاثر از اقلیم حاکم و ورودی رودخانه‌ها بررسی شد. در سه سناریوی بعدی خلیج تحت‌تاثیر اقلیم و حداقل نیاز محیط‌زیستی رودخانه‌ها مطابق پیشنهادهای تنانت (1976) بررسی شد. نتایج مدل تحت سناریو اول نشان داد که ۵۵۱ روز بعد جدایی خلیج از دریا، خلیج متاثر از شرایط اقلیمی به خشکی مبدل خواهد شد. نتایج مدل‌سازی تحت سناریو دوم نشان داد که خلیج بعد گذشت ۱۱۱۰ روز به یک تالاب درون‌خشکی با حداقل مساحت ۵۱ کیلومترمربع مبدل می‌گردد. نتایج مدل‌سازی‌ها تحت سناریوهای سوم، چهارم و پنجم نشان داد که خلیج بعد گذشت ۶۵۳، ۶۶۵ و ۱۰۱۵ روز به یک تالاب درون‌خشکی به‌ترتیب با حداقل مساحت ۷، ۱۲ و ۳۲ کیلومترمربع مبدل می‌گردد. مادامی‌که خلیج گرگان با دریای مادری در ارتباط باشد تعیین حق‌آبه زیستی از رودخانه‌های منتهی به آن هیچ کمکی به افزایش سطح آب و جلوگیری از خشکی‌زدگی نخواهد کرد، ولیکن پس از جدایی خلیج از دریای مادری تامین آب از طریق رودخانه‌ها در تشکیل تالاب درون‌خشکی تاثیر به سزایی خواهد گذاشت. وزش بادهای غالب شمالی و غربی بیشترین تاثیر را در افزایش مساحت خلیج در بخش شمال‌شرقی و تشکیل تالابچه‌های موقتی تحت سناریوهای مفروض به‌دلیل ایجاد برکشند توفان خواهند داشت. در صورت قطع ارتباط خلیج با دریا و عدم تامین حق‌آبه رودخانه‌ها، جانشینی بوم‌شناختی در خلیج گرگان از نوع مخرب خواهد بود.

کلید واژه‌ها: خلیج گرگان، رودخانه، تنانت، شبیه‌سازی، مایک ۲۱

* نویسنده مسئول: Email: s_sharbaty@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

سرآغاز

تالاب دریای خلیج گرگان حوضه آبی نیمه بسته‌ای است که در سال‌های اخیر تنها از طریق ناحیه کم عمق چاپاقلی با دریای کاسپی در ارتباط دایمی بوده است (Sharbaty, 2016). این تالاب لب‌شور از نوع تالاب‌های دریایی قلمداد گردیده و با توجه به تاثیرگذاری آب رودخانه‌ها بر کیفیت آن در گروه تالاب‌های دریای- سطحی قرار داده شده است (SalmanMahini & Sefedian, 2011).

سه عامل مهم کاهش سطح آب، تغذیه‌گرایی و فرآیند رسوب‌گذاری در دهانه ورودی خلیج گرگان ماهیت وجودی خلیج گرگان را تهدید می‌کند (Sharbaty, 2017). خلیج گرگان با شروع دوره هولوسن و در اثر پیش‌روی زبانه ماسه‌ای میانکاله به منتهی‌الیه جنوب شرقی دریای کاسپی شکل گرفته است. زبانه ماسه‌ایی میانکاله فعال بوده و در اثر آورد رسوبی رودخانه‌های منتهی به حوضه جنوبی دریای کاسپی در حال پیش‌روی به سمت شرق می‌باشد (Erfan & Hamedi, 2015). در خلال دوره هولوسن، افزایش و کاهش تراز آب در دریای کاسپی، مساحت و حجم خلیج گرگان را به ترتیب افزایش و کاهش داده است (Amozadeh & Kanani, 2008).

در خلال ۲۲ سال اخیر (۱۹۹۵ الی ۲۰۱۸ میلادی) سطح آب دریای کاسپی بیش از ۱/۵ متر کاهش یافته است. شبیه‌سازی‌های هندسی کوچک مقیاس از حوضه خلیج گرگان احتمال انسداد ناحیه چاپاقلی را در ترازهای کاهشی سطح آب دریای کاسپی تا سال ۱۴۱۲ خورشیدی بیان می‌دارد (Sharbaty & Ghangherme, 2016). از طرفی مطالعات صورت گرفته در مقیاس بزرگ‌تر که بر روی دریای کاسپی انجام شده است نشان می‌دهد که با فرض ثابت ماندن دبی ورودی رودخانه‌های منتهی به دریای کاسپی در وضعیت فعلی و با ادامه روند گرمایشی اقلیم حاکم بر دریای کاسپی در یک سده پیش‌رو، احتمال کاهش سطح آب در دریای کاسپی به میزان ۵ متر در ۷۵ سال آینده وجود خواهد داشت (Chen et al., 2017).

بر اساس ادله مذکور فرض جدایی خلیج گرگان از دریای کاسپی و تبدیل آن به یک تالاب درون‌خشکی و حتی یک بوم‌سازگان خشکی در آینده نزدیک چندان دور از انتظار نخواهد بود، چنان‌که فرآیند مذکور برای خلیج حسین‌قلی و تالاب گمیشان در استان گلستان بارها روی داده است.

پس از تشکیل کارگروه ملی نجات خلیج گرگان در سال ۱۳۹۶ خورشیدی، نظرات کارشناسی متعددی در خصوص احیای خلیج و مقابله با خشکی‌زدگی ناشی از کاهش سطح آب در آن مطرح گردید. در میان پیشنهادهای مطرح شده یکی از گزینه‌ها در نظر گرفتن حق‌آبه زیستی خلیج از طریق رودخانه‌های منتهی به آن به‌منظور تامین آب و جلوگیری از کاهش سطح آب و خشکی‌زدگی سواحل خلیج در آینده می‌باشد.

بر اساس مطالعات انجام شده دبی رودخانه‌های ورودی به خلیج تنها دو صدم درصد از آب خلیج گرگان را در دهه هفتاد خورشیدی تامین نموده و مابقی آب خلیج از طریق دریای کاسپی تامین گردیده است (Keyabi et al, 2000). به سخن دیگر سهم دریا در تامین آب خلیج گرگان بیش از ۹۹ درصد می‌باشد. هم‌چنین روزانه بالغ بر ۱/۸ میلیون متر مکعب از آب خلیج (البته در تراز منفی ۲۷ متر نسبت به سطح خلیج فارس) به سبب میانگین نرخ تبخیر ۴ میلی‌متر در روز از این حوضه از دست می‌رود. این میزان آب از دست رفته به طور تقریبی ۵ برابر آبی است که روزانه توسط رودخانه‌ها به خلیج وارد می‌گردد. بر پایه مطالب مذکور فرض موثر بودن آب رودخانه‌ها در افزایش سطح آب خلیج گرگان و یا جلوگیری از خشکی‌زدگی سواحل آن مردود می‌باشد.

با این وجود سوالاتی در خصوص اهمیت رودخانه‌ها در آینده خلیج گرگان پس از جدایی از دریای مادری مطرح است. یکی از این پرسش‌ها به نقش رودخانه‌ها در شکل خلیج گرگان و ادامه حیات آن پس از جدایی از دریای کاسپی می‌پردازد. بر این پایه لازم شد تا با در نظر گرفتن برخی سناریوسازی‌های ساده نسبت به بررسی آینده خلیج گرگان پرداخته شود.

در این پژوهش آینده خلیج گرگان تحت پنج سناریوی احتمالی و با در نظر گرفتن اقلیم حاکم بر خلیج گرگان و دبی آب ورودی رودخانه‌های منتهی به آن و با هدف بررسی نقش رودخانه‌ها در ادامه حیات خلیج گرگان پس از جدایی از دریای مادری مورد بررسی واقع شده است. ابزار استفاده شده برای نیل به اهداف پژوهش مدل هیدرودینامیکی مایک۲۱ از بسته نرم‌افزاری دی‌اچ‌آی (DHI) می‌باشد. در ادامه مقاله روش بررسی و نتایج مستخرج از مدل شبیه‌ساز تحت پنج سناریو مفروض تشریح می‌گردد.

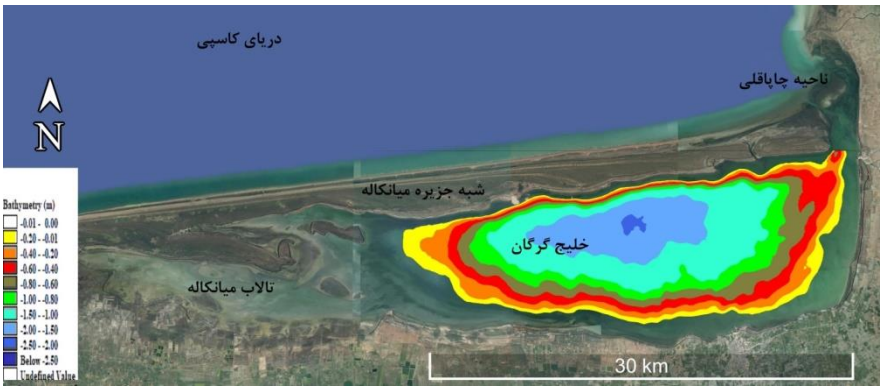
www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش

منطقه مورد مطالعه

خلیج گرگان که مرکز آن در مختصات ´۵۰ °۳۶ عرض شمالی و ´۵۰ °۵۳ طول شرقی قرار دارد، تنها خلیج ایران در سواحل جنوبی دریای کاسپی است (شکل ۱). خلیج گرگان یکی از ۲۲ تالاب بین‌المللی در کنوانسیون رامسر می‌باشد و از جمله ذخایر بیوسفر نه‌گانه ایران به شمار می‌رود و نظر به ویژگی‌های طبیعی آن در سال ۱۹۷۶ در پروژه شماره ۸ برنامه انسان و کره مسکون سازمان ملل به ثبت رسیده است (BehroziRad, 2008). مشخصات هندسی خلیج گرگان در تراز منفی ۲۷ متر نسبت به خلیج فارس شامل حداکثر عمق ۳/۶ متر و حداکثر طول و عرض خلیج به‌ترتیب ۶۰ و ۱۲ کیلومتر می‌باشد.



شکل (۱): موقعیت خلیج گرگان و هیدروگرافی آن در تراز منفی ۲۸/۵ متر نسبت به خلیج فارس

خلیج در معرض دو اقلیم قاره‌ای و دریایی قرار دارد (Rahimipour, 2002). بر پایه وارسی داده‌های بارش و تبخیر از حوزه خلیج گرگان در خلال سه دهه (۱۳۶۴ الی ۱۳۹۵) میانگین سالانه بارش و تبخیر به‌ترتیب معادل ۶۰۲ و ۱۴۹۰ میلی‌متر محاسبه شده است (Poya Tarh Pars, 2017). مساحت حوزه آب‌خیز خلیج گرگان بالغ بر ۴۰۳۰ کیلومتر مربع می‌باشد که در حدود ۸۳ درصد آن در مناطق دشت‌خیز و کوه‌پایه‌ای و ۱۷ درصد آن در مناطق کوهستانی واقع شده است (PourmandiYekta, 2006). میزان آب‌دهی این حوضه سالانه در مجموع ۱۳۱/۴۳ میلیون مترمکعب می‌باشد (Consulting Engineers Consulting Engineers. 2008).

روش پژوهش

مدل هیدرودینامیک مایک ۲۱

شبیه‌سازی، فرآیند طراحی مدل از یک سازگان واقعی و انجام آزمایش بر روی این مدل به جهت پی بردن به رفتار سازگان در زمانی که امکان مشاهده پدیده‌ها در محیط واقعی میسر نباشد هم‌چون وقوع یک فرآیند در آینده اطلاق می‌شود (Khosravi and AzamiRad, 2014). در پژوهش کنونی از مدل بی‌ساختار مایک۲۱ برای شبیه‌سازی آینده خلیج گرگان استفاده شده است. معادله‌های به‌کار رفته در مدل، شامل معادلات پیوستگی جرم و اندازه حرکت جزیی ناویر استوکس در صفحه افق و در سیستم دستگاه مختصات کارتزین می‌باشد (Manual of MIKE21, 2014).

مدل‌سازی بستر خلیج گرگان

برای ساخت هندسه بستر خلیج گرگان از سه نقشه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ متعلق به سازمان نقشه‌برداری کشور استفاده شده است. با واکاوی پژوهش‌های پیشین (Kakroodi et al., 2012) و بررسی نقشه‌های دریای و خشکی خلیج گرگان، تراز آبی را که در آن انسداد دایمی خلیج گرگان از دریای مادری در گذشته محقق شده است، معادل تراز منفی ۲۸/۵ متر نسبت به سطح خلیج فارس انتخاب گردید. در مرحله بعد نسبت به ساخت عمق‌سنجی خلیج گرگان به روش بی‌ساختار مثلثی و با درون‌یابی نقاط عمقی به شیوه دلاونی با استفاده از ماژول تولیدگر مش اقدام شد (Manual of MIKE Zero, 2014). نظر به اهمیت نقش رودخانه‌ها در شکل‌دهی احتمالی تالاب درون‌خشکی در خلیج گرگان شبکه مثلثی استفاده شده در این تحقیق تا حد ممکن ریز انتخاب شده و شامل۹۸۴۶ گره و ۱۸۹۷۰ المان

www.SID.ir

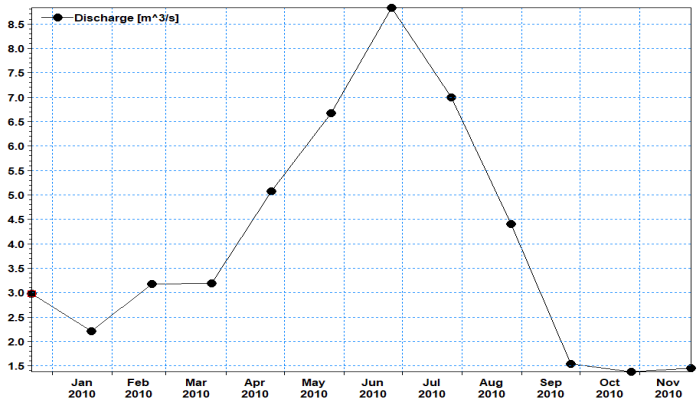
Archive of SID

می‌باشد (شکل ۱).

سناریوسازی اثرات دبی ورودی رودخانه‌ها در حیات خلیج گرگان

به‌منظور بررسی تغییرات هندسه خلیج گرگان پس از جدایی از دریای کاسپی پنج سناریو محتمل انتخاب شد. در سناریو اول فرض بر آن شد که خلیج گرگان پس از جدایی از دریای مادری تنها تحت تاثیر عوامل اقلیمی حاکم بر آن هم‌چون بارش، تبخیر و باد قرار داشته و ورودی رودخانه‌ها نقشی در حیات آن نداشته باشند. در سناریو دوم فرض بر آن شد که خلیج گرگان علاوه بر اقلیم حاکم بر آن متاثر از دبی ورودی رودخانه‌های منتهی به آن بدون در نظر گرفتن حق‌آبه زیستی برای رودخانه‌ها قرار داشته و تمامی دبی آب محاسبه شده در بالادست رودخانه‌ها بدون تغییر به خلیج گرگان اعمال گردد. در سه سناریو بعدی فرض بر آن شد که خلیج گرگان پس از جدایی از دریای مادری نه‌تنها متاثر از عوامل اقلیمی قرار دارد بلکه ورودی رودخانه‌ها پس از برآورد حداقل جریان محیط زیستی به‌روش تنانت (۱۹۷۶)، در ادامه حیات آن موثر باشند (Tennant, 1976). هدف از این کار در نظر گرفتن حق‌آبه محیط‌زیستی رودخانه‌های ورودی به خلیج گرگان و حمایت از ذخایر زیستی رودخانه‌ها و آبزیان رودکوچ آنادرموس و کاتادرموس می‌باشد. مطابق پیشنهادهای تنانت برای حفظ شرایط بوم‌شناختی برای زیست‌مندان رودخانه‌ها می‌توان حداقل جریان آب را برای بقای کوتاه مدت موجودات معادل با ۱۰ درصد متوسط جریان سالانه (سناریو ۳)، حفظ بقای نسبتاً خوب موجودات معادل ۳۰ درصد متوسط جریان سالانه (سناریو ۴) و حفظ زیستگاه مناسب معادل ۶۰ درصد متوسط جریان سالانه (سناریو ۵) در رودخانه‌ها در نظر گرفت.

برای اعمال دبی رودخانه‌های منتهی به خلیج از نتایج مطالعات شناسایی آب‌های سطحی حاشیه خلیج گرگان که در آن آمار دبی متوسط ماهانه و سالانه به روش توزیع لوگ نرمال مورد بررسی آماری قرار گرفته است استفاده شد (Consulting Engineers Consulting Engineers. 2008). لازم به ذکر است که در سناریوهای ۲، ۳، ۴ و ۵ میانگین دبی ماهانه ۱۳ رودخانه حوزه آب‌خیز خلیج به‌صورت مجتمع به مدل اعمال شده است (نمودار۱).



نمودار (۱): دبی میانگین ماهانه مجموع ۱۳ رودخانه ورودی به خلیج گرگان.

مراحل تنظیم مدل

در این پژوهش به‌منظور اعمال شرایط اقلیمی حاکم بر خلیج گرگان به مدل، نسبت به انتخاب یک سال شاخص که در آن سال تمامی داده‌های مورد نیاز برای مدل‌سازی موجود باشد اقدام شده است (Sharbaty, 2016). بدین صورت از داده‌های اقلیمی شامل میانگین روزانه تبخیر، بارش، جهت و سرعت باد ایستگاه هواشناسی بندرترکمن در سال شاخص ۱۳۸۹ به‌صورت ثابت در مکان و متغیر در زمان استفاده شده و داده‌های مذکور با فرض عدم تغییر در پنج سناریو یاد شده برای یک دوره بلند مدت تکرار و به مدل اعمال گردید. به دلیل نبود مطالعات و داده‌های جریان‌های زیرزمینی منتهی به خلیج گرگان از تاثیر عامل فوق در تحقیق حاضر صرف‌نظر شده است. بازه زمانی مدل‌سازی‌ها ۷ ساله و تعداد گام‌های زمانی و فواصل زمانی محاسبه‌ها به‌ترتیب ۷۰۵۰۰۰۰ و۳۰ ثانیه در نظر گرفته شده است. خروجی مدل شامل ارتفاع سطح آب (متر)، عمق لحظه‌ای آب (متر)، عمق کل آب (متر)، جهت جریان (درجه) و سرعت جریان (متر بر ثانیه)

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد. محاسبات در نظر گرفته شده پس از پایان مدل‌سازی‌ها شامل میانگین، حداقل و حداکثر عمق، شکل و طول خط ساحلی، مساحت و حجم خلیج گرگان خواهد بود. در این تحقیق از سرور دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان با مشخصات سخت‌افزاری ویندوز سرور ۲۰۰۸ آر۲، رم ۳۲ گیگا بایت و سی‌پی‌یو دو هسته‌ای زنون ۲/۶۷ گیگاهرتز برای اجرای مدل‌ها استفاده شده است.

یافته‌ها

مساحت خلیج گرگان در تراز منفی ۲۸/۵ متر معادل ۲۶۷ کیلومتر مربع، حجم آن معادل ۰/۲۲ کیلومتر مکعب، طول خط ساحلی ۸۰ کیلومتر و حداکثر عمق و عمق متوسط آن به‌ترتیب ۲/۱ و ۰/۹ متر محاسبه شده است.

نتایج شبیه‌سازی تحت سناریو اول یعنی تاثیر اقلیم حاکم بر خلیج و عدم تاثیر ورودی رودخانه‌ها بیان می‌دارد که خلیج گرگان در تراز منفی ۲۸/۵ متر و ۱۸/۱ ماه (برابر ۵۵۱ روز) پس از جدایی از دریای کاسپی تماما خشک شده و نزولات جوی هیچ تاثیری در شکل‌دهی مجدد این تالاب نخواهد داشت. با این وجود نتایج مدلسازی نشان داد که، تشکیل تالاب‌چه‌های موقت با طول عمر ۱۰ روزه و مساحت کم‌تر از ۱/۵ کیلومترمربع بر بستر خلیج گرگان هم‌زمان با بارش نزولات جوی میسر می‌باشد.

نتایج مدل‌سازی تحت سناریو دوم یعنی در نظر گرفتن هم‌زمان عوامل اقلیمی و ورودی رودخانه‌ها بدون رعایت حق‌آبه زیستی رودخانه‌ها نشان می‌دهد که در این وضعیت خلیج گرگان می‌تواند ماهیت هندسی خود را حفظ نماید. ولیکن این تالاب پس از گذشت ۳۶/۵ ماه (برابر ۱۱۱۰ روز) از حالت تالاب دریای به یک تالاب درون‌خشکی تغییر شکل خواهد داد. در این سناریو خلیج گرگان دارای مساحت حداکثر ۸۹ کیلومترمربع و حداقل ۵۱ کیلومترمربع به‌ترتیب در ماه‌های ژوئن و اکتبر خواهد بود (جدول ۱).

نتایج تحقیق تحت سناریو سوم و با در نظر گرفتن هم‌زمان عوامل اقلیمی و رعایت حق‌آبه زیستی ۱۰ درصد از متوسط جریان سالانه رودخانه‌ها به خلیج نشان داد که این تالاب پس از گذشت ۲۱/۵ ماه (برابر ۶۵۳ روز) پس از جدایی از دریای مادری از حالت تالاب دریای به یک تالاب درون‌خشکی با حداقل مساحت ۷ کیلومترمربع تغییر شکل خواهد داد. در این سناریو خلیج دارای حداکثر مساحت ۲۲ کیلومترمربع در ماه اکتبر خواهد بود (جدول ۱). هم‌چنین در این سناریو تشکیل تالابچه‌های موقتی در بخش شمالی و شرقی خلیج به سبب باد غالب شمالی و غربی و منتج از فرآیند برکشند توفان میسر می‌باشد. این تالاب‌چه‌ها با مساحت‌های کم‌تر از ۲ کیلومترمربع دارای حداکثر عمر ۱۵ روز خواهند بود.

نتایج تحقیق تحت سناریو چهارم یعنی در نظر گرفتن توامان عوامل اقلیمی و ورودی رودخانه‌ها و با رعایت حق‌آبه زیستی ۳۰ درصد از متوسط جریان سالانه رودخانه‌ها نشان داد که این تالاب پس از گذشت ۲۱/۹ ماه (برابر ۶۶۵ روز) پس از جدایی از دریای مادری از حالت تالاب دریای به یک تالاب درون‌خشکی تغییر شکل خواهد داد. در این سناریو خلیج گرگان دارای مساحت حداکثر ۴۷ کیلومترمربع و حداقل ۱۲ کیلومترمربع به‌ترتیب در ماه‌های ژوئن و اکتبر خواهد بود (جدول ۱). تشکیل تالابچه‌های موقتی متاثر از برکشند توفان هم‌چون سناریو سوم میسر می‌باشد با این تفاوت که مساحت این تالاب‌چه‌ها حداکثر ۳ کیلومتر مربع و زمان ماندگاری آن‌ها نیز بیشتر از ۲۰ روز نخواهد بود.

نتایج تحقیق تحت سناریو پنجم یعنی در نظر گرفتن توامان عوامل اقلیمی و با رعایت حق‌آبه زیستی ۶۰ درصد از متوسط جریان سالانه رودخانه‌ها نشان داد که این تالاب پس از گذشت ۳۳/۴ ماه (برابر ۱۰۱۵ روز) پس از جدایی از دریای مادری از حالت تالاب دریایی به یک تالاب درون‌خشکی تغییر شکل خواهد داد. در این سناریو خلیج دارای مساحت حداکثر ۶۳ کیلومترمربع و حداقل ۳۲ کیلومترمربع به‌ترتیب در ماه‌های ژوئن و اکتبر خواهد بود (جدول ۱). تشکیل تالاب‌چه‌های موقتی متاثر از برکشند توفان در بخش شمال شرقی میسر بوده ولیکن سطح این تالاب‌چه‌ها کم‌تر از ۵ کیلومترمربع و با طول عمر کم‌تر از ۲۴ روز خواهند بود.

در تمامی سناریوها برکشند توفان نقش بسیار مهمی در حرکت خط ساحلی و تغییر مساحت خلیج گرگان در آینده خواهد داشت. وزش بادهای غالب شمال‌وزان و غرب‌وزان سبب حرکت موقتی تالاب می‌شود. این جابه‌جایی بسته به تداوم ویژگی بادهای غالب (سرعت و جهت) می‌تواند سبب حرکت تالاب در امتداد محور طولی خلیج از سمت غرب به شرق شده و حداکثر جابه‌جایی ۱۰ کیلومتری را در منتهی‌الیه شمال‌شرقی خلیج موجب شود. بررسی نتایج مدل‌سازی‌ها نشان داد که متاثر از باد غالب غربی، سطح آب در خلیج در بخش منتهی‌الیه غربی کاهش یافته و در بخش شرقی افزایش می‌یابد. اختلاف سطح ناشی از این فرآیند در

www.SID.ir

Archive of SID

زمان وقوع توفانی با سرعت ۱۵ متربرثانیه به ۳۵ سانتی‌متر خواهد رسید.

با توجه به توپوگرافی بستر خلیج در بخش شمال شرقی تشکیل استخرهای موقتی متاثر از فرآیند برکشند توفان و یا بارش باران در تمامی سناریوهای مفروض وجود خواهد داشت. تغییرات مساحت ناشی از برکشند توفان به‌ترتیب در سناریوهای دوم، پنجم، چهارم و سوم حایز اهمیت می‌باشد. شکل (۲) تغییرات ایجاد شده در مساحت خلیج گرگان را پس از به تعادل رسیدن با مجموعه عوامل در نظر گرفته شده بر اساس سناریوهای مذکور نمایش می‌دهد.

جدول (۱): مشخصات هندسی خلیج گرگان پس از به تعادل رسیدن با عوامل اقلیمی و هیدرولوژیکی تحت سناریوهای مفروض

سناریو	مساحت (کیلومتر مربع)	حجم (کیلومتر مکعب)	طول خط ساحل (کیلومتر)	عمق (متر)	میانگین عمق (متر)
۱	۰	۰	۰	۰	۰
۲	۵۱	۰/۰۰۳	۳۵	۰/۷۴	۰/۰۶
۳	۷	۰/۰۰۰۶	۱۱	۰/۱۴	۰/۰۹
۴	۱۲	۰/۰۰۲	۱۶	۰/۳	۰/۱۶
۵	۳۲	۰/۰۰۵	۳۰	۰/۴۳	۰/۱۶

شکل (۲): تغییرات هندسی خلیج گرگان متاثر از مجموعه عوامل در نظر گرفته شده در هر سناریو (منحنی قرمز سناریو ۲، منحنی زرد سناریو ۵، منحنی آبی سناریو ۴ و منحنی سفید سناریو ۳ می‌باشد)

بحث و نتیجه‌گیری

نوسان‌های سطح آب دریای کاسپی به دلیل تغییرات اقلیمی ناشی از گرمایش دوره هولوسن و فعالیت‌های انسان‌ساختی، منشا بسیاری از تحولات بوم‌شناختی در آینده نزدیک در احجام آبی متصل به این دریا خواهد بود (Sharbaty, 2016). زبانه ماسه‌ای میانکاله فعال بوده و در صورتی‌که تراز آب در چند دهه همچون ابتدای دهه ۵۰ خورشیدی ثابت باقی بماند به سهولت خلیج گرگان توسط زبانه ماسه‌ای میانکاله بسته خواهد شد (Alizadeh Katak Lahigan et al, 2008). بر این پایه فرض انسداد شاه‌رگ ارتباطی خلیج گرگان در ناحیه چاپاقلی و جدایی خلیج از دریای کاسپی در سال‌های آتی چندان دور از انتظار نخواهد بود. بررسی مطالعات پیشین نشان داده است که خلیج گرگان در سال ۱۳۵۶ خورشیدی تا سرحد خشکی‌زدگی ناشی از کاهش سطح دریای کاسپی در تراز منفی ۲۸/۴ متر پیش رفته است (Kakroodi et al., 2012).

جانشینی بوم‌شناختی یکی از ویژگی‌های بنیادین در جوامع زیستی می‌باشد (Ardakani, 2017). به گواه تاریخ نوسانات به‌وجود آمده در سطح آب دریای کاسپی بارها بوم‌سازگان‌های خشکی هم‌جوار با این دریا را مبدل به بوم‌سازگان‌های دریای و بلاعکس نموده است (Amdaldin et al, 2014). خلیج گرگان پس از شروع دوره هولوسن متاثر از نوسان‌های سطح آب در دریای کاسپی حداقل در ۶۰ درصد مواقع به‌صورت یک تالاب درون‌خشکی وجود داشته است (Sharbaty, 2016). به لحاظ پندآموزی از تاریخ، ادامه یافتن کاهش سطح آب در دریای

www.SID.ir

Archive of SID

کاسپی متاثر از عوامل اقلیمی و انسان‌زادی و همچنین خشکی‌زایی در بوم‌سازگان‌هایی هم‌چون خلیج گرگان فرضی محتمل بوده و بررسی آینده خلیج و دیگر بوم‌سازگان‌های تالابی دریای کاسپی به لحاظ بررسی مراحل توالی بوم‌شناختی امری بدیهی به‌جهت کاهش خسارات وارده در آینده می‌باشد.

نتایج سناریو اول بیان‌گر آن بود که پس از قطع ارتباط خلیج گرگان از دریای مادری و با فرض عدم تاثیر ورودی رودخانه‌ها، خلیج پس از گذشت ۱۸/۱ ماه (برابر ۵۵۱ روز) متاثر از اقلیم حاکم بر آن تماماً به بوم‌سازگان خشکی بدل خواهد شد. نظر به لب‌شور بودن آب خلیج، شکی نیست که بوم‌سازگان به جا مانده از خشکی‌زدگی خلیج گرگان، شوره‌زاری با پوشش گیاهی بسیار اندک از نوع گیاهان شورپسند همچون بقایای خلیج حسین‌قلی خواهد بود. این مهم بیانگر وقوع جانشینی مخرب بر بستر خلیج گرگان علی‌رغم وجود پتانسیل‌های اقلیمی و خاکی مناسب جهت تشکیل بوم‌سازگان‌های هیرکانی می‌باشد.

فرض عدم تاثیر ورودی رودخانه‌ها می‌تواند به شرایط واقعی هیدروکلیماتولوژی حاکم بر خلیج گرگان نزدیک باشد. بازدیدهای میدانی از رودخانه‌های خلیج گرگان در ناحیه اتصال آن‌ها به دریا در خلال سال‌های اخیر بیان‌گر آن است که به غیر از مواقع بارانی تمامی رودخانه‌های منتهی به خلیج از میزان دبی چشم‌گیری برخوردار نبوده و عملا خشک می‌باشند (Sharbaty, 2017). بنابراین، سناریوی اول بیان‌گر وضعیت به‌مراتب بد ولیکن نزدیک به واقعیت برای آینده خلیج گرگان در صورت عدم تایین حق‌آبه از رودخانه‌ها خواهد بود.

بررسی نتایج سناریوی دوم نشان داده است که ورودی رودخانه‌ها نقش به سزایی در کاهش صدمات وارده به بوم‌سازگان خلیج گرگان خواهند داشت. در این سناریو تالاب دریای خلیج گرگان پس از گذشت ۳۶/۵ ماه (برابر ۱۱۱۰ روز) مبدل به یک تالاب درون‌خشکی خواهد شد. با این وجود از نتایج مستخرج از این سناریو هم نمی‌توان برای بررسی آینده خلیج گرگان استفاده نمود چرا که در این سناریو دبی ثبت شده در بالادست رودخانه‌ها به مدل اعمال شده است و به‌دلیل برداشت آب توسط صنایع، کشاورزی و شرب عملا دبی آب تخلیه شده به خلیج توسط رودخانه‌ها بسیار کم‌تر از مقادیر در نظر گرفته شده در این سناریو می‌باشد.

نتایج مستخرج از سناریوهای ۳، ۴ و ۵ که در آن نیاز حق‌آبه زیستی رودخانه‌ها برای حمایت از منابع زیستی رودخانه‌ها در نظر گرفته شده است، محتمل‌ترین شرایط ممکن را برای آینده خلیج گرگان بیان می‌دارد. تحت شرایط اعمال شده در سناریوهای ۳، ۴ و ۵، خلیج پس از گذشت ۶۵۳، ۶۶۵ و ۱۰۱۵ روز مبدل به یک تالاب درون‌خشکی خواهد شد.

مطالعات در خصوص تغییرات اقلیمی آینده و اثرات آن بر منابع آبی استان گلستان نشان داده است که حوزه آب‌خیز خلیج گرگان در طی ۵۰ سال آینده در بیش از ۴۰ درصد مواقع با خشک‌سالی مواجه خواهد بود (Ghangherme et al., 2014). موید پژوهش مذکور گزارش هیات بین‌المللی تغییر اقلیم در خصوص تغییرات اقلیم آینده و پیامدهای ناشی از آن بر بوم‌سازگان‌های آبی و دریایی می‌باشد (IPCC-TGICA, 2007). با توجه به نیاز افزاینده صنایع، کشاورزی و جوامع بشری به آب، تردیدی نیست که مقادیر آب برداشت شده از رودخانه‌ها افزایش یافته و عملا ورودی رودخانه‌ها به خلیج کاهش خواهد یافت.

بر این اساس تامین حق‌آبه زیستی رودخانه‌ها در سال‌های آتی امری الزامی برای حمایت از فون و فلور رودخانه‌ها و هم‌چنین موجودات خلیج گرگان می‌باشد. بنابراین، در تحقیق حاضر سناریو چهارم به عنوان محتمل‌ترین سناریوی قابل اجرا برای آینده خلیج گرگان پس از جدایی از دریای مادری معرفی می‌گردد. در این سناریو ۳۰ درصد متوسط جریان سالانه ۱۳ رودخانه ورودی به خلیج برای حفظ شرایط به نسبت خوب برای زیست‌مندان رودخانه‌ها در نظر گرفته شده است که حاصل آن تالابی با حداقل مساحت ۱۲ کیلومترمربع در بستر خلیج گرگان خواهد بود. لازم به ذکر است که زمان به تعادل رسیدن تالاب‌های مذکور با شرایط هیدروکیلیماتولوژی در ماه اکتبر و هم‌زمان با کاهش دبی رودخانه‌های منتهی به خلیج می‌باشد. در ماه اکتبر خلیج گرگان حداقل مساحت ممکن را متاثر از کاهش دبی رودخانه‌ها به‌دست خواهد آورد. از دیگر سو حداکثر مساحت خلیج گرگان تحت شرایط اعمالی به‌ترتیب در سناریوهای ۲، ۵، ۴ و ۳ در ماه ژوئن و مصادف با افزایش دبی ورودی رودخانه‌ها به خلیج می‌باشد. شکی نیست که پس از جدایی خلیج از دریای مادری و کاهش چشم‌گیر در حجم آب، بسیاری از ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی خلیج گرگان دستخوش تغییر و تحول بنیادین قرار خواهند گرفت. در نتیجه این امر بسیاری از گونه‌های بومی خلیج با تحمل بوم‌شناختی اندک در یک جانشینی بوم‌شناختی جای خود را به گونه‌های گسترده‌زیست داده و از حوضه خلیج حذف خواهند شد.

www.SID.ir

Archive of SID

در حال حاضر (در تراز منفی ۲۷ متر نسبت به سطح خلیج فارس) به‌دلیل ارتباط دایمی خلیج گرگان با دریای کاسپی از طریق ناحیه چاپاقلی در منتهی‌الیه بخش شمال‌شرقی خلیج گرگان، تامین آب از طریق رودخانه‌ها هیچ‌گونه تاثیر مثبتی در افزایش سطح آب خلیج نداشته و تنها می‌تواند در تنوع‌زیستی خلیج گرگان از طریق حمایت از ماهیان رودکوچ و همچنین افزایش توان خودپالایی آب نقش انکارناپذیری داشته باشد. فرنودهای پژوهش کنونی بیان می‌دارد که تعیین حق‌آبه زیستی از رودخانه‌های منتهی به خلیج گرگان در زمان انسداد راه ارتباطی خلیج با دریا می‌تواند در تشکیل تالاب‌های درون‌خشکی نقش انکارناپذیری را ایفا نماید چنان‌که نتایج تحقیق حاضر تحت سناریوهای ۳، ۴ و ۵ این موضوع را اثبات نموده است.

بررسی نتایج مستخرج از مدل‌سازی‌ها نشان داده است که مساحت و هندسه خلیج گرگان متاثر از الگوی وزش باد (سرعت و جهت)، پیوسته در حال تغییر خواهد بود و وزش بادهای غالب شمالی و غربی بیشترین تاثیر را در افزایش مساحت خلیج در بخش شمال‌شرقی خلیج به‌دلیل ایجاد برکشند طوفان و هم‌چنین تشکیل تالاب‌چه و استخرهای موقتی در آینده خواهند داشت.

نتایج تحقیق حاضر بر اساس فرض قطع ارتباط خلیج از دریای مادری در تراز منفی ۲۸/۵ متر می‌باشد و در صورت قطع ارتباط خلیج از دریا در ترازهای بالاتر و یا پایین‌تر مدت زمان لازم برای تشکیل تالاب‌های درون‌خشکی متفاوت بوده ولیکن مساحت تالاب‌های درون‌خشکی بدون تغییر خواهد بود.

پیشنهاد می‌شود تا در تحقیقات آینده پژوهشگران نسبت به بررسی تغیرات ویژگی‌های زیستی، فیزیک و شیمی خلیج تحت سناریوهای کاهشی سطح آب به‌جهت بررسی تحمل بوم‌شناختی آب‌زیان خلیج گرگان در برابر تغییرات عوامل مذکور و دگرگونی فون و فلور خلیج گرگان در فرآیند جانشینی بوم‌شناختی اقدام نمایند.

فهرست منابع

Ardakani, H. 2017. Ecology. Tehran University Press, 17 Editation, 340 pp. (In Persian)

BehroziRad, B. 2008. Wetland of Iran. NGO Press, First Editation, 798 pp. (In Persian)

Pourmandi Yekta, A.H. 2006. Investigation of water balance between the Caspian Sea and Gorgan Bay. Technical Report, Ministry of Power, 152 pp. (In Persian)

Khosravi, Gh. R. & AzamiRad, M. 2014. CCHE2D hydrodynamic model with a practical example of numerical simulation of flow pattern and sediment transport. Norozi Press, 224 pp. (In Persian)

Rahimipour, A. 2002. Hydrodynamics of flow and prediction of erosion and sedimentation pattern in Gorgan Bay. Technical Report, Ministry of Power, 226 pp. (In Persian)

SalmanMahini, A.R. & Sefedian, S. 2011. Hydrological classification of Iranian international wetlands and their vulnerability classification. Journal of Environmental Research, 3(6): 45-56. (In Persian)

Sharbaty, S. & Ghangherme, A.A. 2016. Forecasting the Effect of Decreasing Long Time Trend of Caspian Sea Water Level on the Life of Gorgan Bay. Journal of Environmental Science and Technology, 17(4): 47-59. (In Persian)

Sharbaty, S. 2016. Review necessity of the Caspian Sea water level decreasing effects on the Gorgan Bay situation and solutions offer for the crisis overcoming in future years. Journal Management System, 5(1): 96-105. (In Persian)

Sharbaty, S. 2017. Investigating the probable future of the Gorgan Bay after separation from the Caspian Sea from the perspective of ecological succession. Journal Management System, 6(4): 41-53. (In Persian)

Poua Tarh Pars. 2017. Identification and Presentation of the Final Solution to Save the Gorgan Bay and Miankaleh Peninsula. Final Report, 448p. (In Persian)

Alizadeh Katak Lahigani, H.; Sharifi, A. & Haeri Ardakani, A. 2008. Sedimentology and Mineralogy of Grgan Bay. Research Report, Iranian National Center for Oceanography, 60p. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Amdaldin, S.; Jafarbiglo, M.; Zamanzade, S.M. & Yamani, M. 2014. Investigation ofchanges in the level of the Caspian Sea in the late Holocene based on the sensorization andmorphology of the tundra in the southern of Gorgan bay. Quantitative GeomorphologicalResearches, 3(1): 114-126. (In Persian)

Erfan, Sh. & Hamedi, M.A.R. 2015. Barrier Island Complex in Southeast of Caspian Sea (North of Behshahr). Scientific Quarterly Journal, GEOSCIENCES, 24(95): 217-231. (In Persian)

Ghangherme, A.A.; Roshan, Gh.R.; Khaje-Shakohi, A.R.; Shakohi, E.; Mirkatoli, J.; Nazarnejad, N.A. & Tavakoli, Gh.M. 2016. Review and evaluation of the occurrence ofclimate change or variation upon the resources water and uses in order to apply riskmanagement instead of emergency management in real terms and predictions, ResearchProject, Golestan Regional Water Company, 65p. (In Persian)

Keyabi, B.; Ghaemi, R.A. & Abdoli, A. 2000. Wetlands and rivers ecosystems in Golestanprovince. Golestan Environmental Protection Agency, 182p. (In Persian)

Consulting Engineers Consulting Engineers. 2008. Water Resources Identification Studies inMiankaleh Peninsula. Mazandaran Regional Water Company. Final Report, 110p. (In Persian)

Amozadeh, D. & Kanani, M.R. 2008. The effect of Caspian Sea water fluctuations on Miankaleh habitat ecological conditions using Remote Sensing and Geographic Information System. World Applied Sciences Journal, 3(1): 34-38.

Chen, J.L.; Pekker, T.C.; Wilson, R.; Tapley, B.D.; Kostianoy, A.G.; Cretaux, J.F. & Safarov, E.S. 2017. Long-term Caspian Sea level change. Geophysical Research Letters, 27(3):6993-7001.

IPCC-TGICA. 2007. General Guidelines on the Use of Scenario Data for Climate Impact and Adaptation Assessment. Version 2. Prepared by T.R. Carter on behalf of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Task Group on Data and Scenario Support for Impact and Climate Assessment, 66 pp.

Kakroodi, A.A.; Kroonenberg, S.B.; Mohamah Khani, H.; Yamani, M.; Gasemi, M.R.; Lahijani, H.A.K. 2012. Rapid Holocene sea-level changes along the Iranian Caspian coast, Quaternary International, pp.1-11.

Manual of MIKE 21. 2014. Coastal Hydraulic and Oceanography Hydrodynamic Module. Danish Hydraulic Institute (DHI Software), 32-50.

Manual of MIKE Zero. 2014. Bathymetric Editor Part. Coastal Hydraulic and Oceanography Hydrodynamic Module. Danish Hydraulic Institute, 57-80.

Tennant, D. L. 1976. Instream flow regimens for fish, wildlife, recreation and related environmental resources, Fisheries, 1, 6–10.

www.SID.ir