بررسی جریان‌های جزرومدی درخور مریموس

فرزاد تقی‌زاده[۱*]، مسعود صدری‌نسب[۲]، عامر کعبی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۱۴ *نویسنده مسئول تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۲

© نشریه صنعت حمل و نقل دریایی ۱۳۹۴، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه صنعت حمل و نقل دریایی است.

چکیده

خورها به شکل‌های بسیار متنوعی وجود دارند بااین‌وجود همه آنها دارای ویژگی‌های مشترکی هستند. در طول بیش‌تر آن‌ها برهمکنش به‌واسطه اعمال جزرومدی و جریان‌های جزرومدی از پیچیدگی‌های بیش‌تری برخوردار است. دسترسی به بندر امام خمینی از خلیج پارس از طریق خور موسی امکان‌پذیر است. خورهای دیگری نیز از جمله خور قناقه، خور دورق، خور ماهشهر، خور زنگی و خور مریموس در امتداد خور موسی قرار دارند. منطقه موردمطالعه خور مریموس است، این خور دارای پتانسیل خاصی بوده که از سوی شمال و جنوب به خلیج پارس دسترسی دارد. در این تحقیق داده‌های میدانی تراز آب، میزان رسوب معلق، سرعت و جهت جریان، مشخصه‌های فیزیکی دما، شوری و چگالی خور مریموس در دو سیکل کامل جزرومدی مهکشند و کهکشند در دو ایستگاه موردمطالعه قرار گرفته است. تغییرات تراز آب در شرایط مهکشند و کهکشند در ایستگاه اول به ترتیب ۵/۹ و ۵/۷ متر و در ایستگاه دوم ۴/۳ و ۴/۴ متر است. حداکثر سرعت جریان در شرایط مهکشند و کهکشند به ترتیب در ایستگاه اول ۰/۴۲ و ۰/۲۶ متر بر ثانیه و در ایستگاه دوم ۰/۶۴ و ۰/۶۴ متر بر ثانیه می‌باشد. تغییرات شوری و چگالی در طول کانال زیاد بوده و حداکثر شوری و چگالی اندازه‌گیری شده به ترتیب ۴۹/۷۵ psu و ۱۰۳۴/۳۴ kg/m^3 می‌باشد. میانگین انتقال رسوب در عمق‌های مختلف در شرایط کهکشند و مهکشند به ترتیب ۶۷ و ۱۵۳ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جزرومد[۴]، خور مریموس[۵]، مهکشند[۶]، کهکشند[۷]، شوری و چگالی.

۱. کارشناس مسئول امور بندری اداره کل بنادر و دریانوردی خوزستان- بندر امام خمینی (ره)
۲. استادیار، گروه فیزیک دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی
۳. استادیار، گروه ریاضی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، دانشکده علوم پایه

4. tide 5. Merimus Estuary 6. Spring tide 7. Neap tide

۱- مقدمه

در نظر اقیانوس شناسان فیزیکی، حرکت توده‌های آب و آشفتگی با یکدیگر تلفیق شده و مسائل بحث‌برانگیز و نتایج جالبی در هیدرودینامیک ایجاد می‌کنند. به‌علاوه این ویژگی‌ها به میزان زیادی انتقال مواد معلق و فرسایش یا ته‌نشینی آنها را کنترل می‌کنند. در پیدایش جزرومد، اثر نیروهای جاذبه ثقلی خورشید و ماه بر زمین که با نیروهای گریز از مرکز برابر و در جهت مخالف هم عمل می‌کنند، از عوامل اصلی می‌باشد [۲].

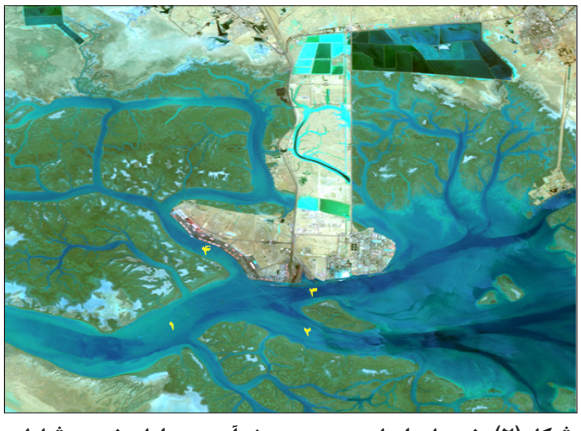
بسیاری از بنادر دریایی دنیا در خورها واقع شده‌اند و دسترسی به آن‌ها به نگهداری صحیح از کانال‌های قابل کشتیرانی با عمق مناسب بستگی دارد. بندر امام خمینی یکی از بزرگ‌ترین بنادر کشور است که با مختصات جغرافیایی ″۴۲ ′۰۴ °۴۹ شرقی و ″۲۴ ′۲۶ °۳۰ شمالی در جنوب غربی ایران و در شمالی‌ترین نقطه خلیج پارس واقع شده است. دسترسی به بندر از خلیج فارس از طریق خور موسی امکان‌پذیر است. خورهای دیگری از جمله خور قناقه، خور دورق، خور ماهشهر، خور زنگی و خور مریموس در امتداد خور موسی قرار دارند. خور مریموس از نظر نظامی دارای ویژگی خاصی بوده که می‌توان آن را از زمره عوامل استراتژیکی به حساب آورده و در انواع پدافند عامل و غیرعامل از توانایی آن بهره جست. علیرغم کم‌عمق بودن بخش‌های داخلی آن در شرایط بحران و حملات هوایی پناهگاه امنی برای شناورهای کوچک محسوب می‌گردد. گاه استفاده از این خور و معابر آبی قابل کشتیرانی آن به‌عنوان میان‌بر[1] بسیار حیاتی بوده و ترانزیت بسیار مهمی جهت حمل تسلیحات نظامی و تسهیلات دارویی پزشکی و امداد و نجات قابل‌مطالعه و بررسی و امکان‌سنجی است. خور مریموس دارای پتانسیل خاصی بوده که از سوی شمال و جنوب به خلیج همیشه پارس دسترسی دارد.

در دهه‌های گذشته، اندازه‌گیری‌های جزرومدی و مطالعات هیدرودینامیکی در سیستم خور موسی از سوی محققان بیگانه چه بنا به نیازهای خودشان و یا طرف‌های خودی صورت گرفته است اما با توجه به کم‌عمق بودن خور مریموس تحقیقات جامعی در خصوص آن انجام نشده است. سازمان بنادر و دریانوردی در سال ۲۰۰۱ با همکاری جهاد دریا اقدام به تهیه مدل ریاضی خورموسی و محیط پیرامون نموده که از نظر جغرافیایی و هیدرولوژی و رفتارهای جزرومدی بسیار پرارزش بوده و میزان رسوب‌گذاری‌ها را در این منطقه (منطقه خورموسی) به‌خصوص میزان جزرومد را که بین ۲ الی ۵ متر بوده مشخص کرده است ولی در این مدل ریاضی به‌طور بسیار جدی به خورمریموس پرداخت نشده است ولی به‌طورکلی هم فراموش نشده است [۱]. در این تحقیق با استفاده از گشت‌های تحقیقاتی ۱۵ و ۲۵ ساعته که هم در شرایط مهکشند و هم کهکشند انجام شده به مطالعه جریان جزرومدی و انتقال رسوب معلق در چرخه‌های مذکور پرداخته می‌شود. بندر امام خمینی یکی از بزرگ‌ترین بنادر کشور است که با مختصات جغرافیایی ″۴۲ ′۰۴ °۴۹ شرقی و ″۲۴ ′۲۶ °۳۰ شمالی در جنوب غربی ایران و در شمالی‌ترین نقطه خلیج پارس واقع شده است، (شکل۱ تا ۳). بندر امام در سال ۱۳۱۰ هجری شمسی (۱۹۳۱ میلادی) با نام بندر شاهپور احداث شد که نقش مهمی در صنعت حمل‌ونقل دریایی کشور دارد. این بندر در مجاورت یکی از بزرگ‌ترین کارخانه‌های پتروشیمی کشور یعنی کارخانه پتروشیمی بندر امام خمینی واقع شده که با ۳۷ اسکله دارای کاربری‌های گوناگونی از قبیل تجاری، صنعتی و صدور نفت بوده و حجم بارگیری و تخلیه کالای سالانه آن بالغ بر ۱۶/۴۰۰/۰۰۰ تن می‌باشد.

1. By Pass

شکل (۱): موقعیت قرارگیری بندر امام خمینی و خور موسی نسبت به خلیج پارس

دسترسی به بندر از خلیج پارس از طریق خور موسی امکان‌پذیر است. خورهای دیگری نیز از جمله خور قناقه، خور دورق، خور ماهشهر، خور زنگی و خور مریموس در امتداد خور موسی قرار دارند (شکل ۲). به‌واسطهٔ وجود این خورها، به‌ویژه خور موسی و خور دورق، بندر دارای آب آرام و عمیقی با عرض کافی است که موقعیت آن را برای عبور و پهلوگیری کشتی‌ها بسیار مطلوب و ایدئال نموده است. بندر امام خمینی با توجه به نزدیکی به کشورهای عراق و کویت از موقعیت استراتژیکی برخوردار است و با مزایایی که در مقایسه با بنادر این کشورها دارد، می‌تواند با اجرای طرح‌های توسعه‌ای مناسب، به قطب تجارت و مسافرت دریایی در شمال خلیج پارس تبدیل گردد. همچنین با دارا بودن کانال دسترسی عمدتاً طبیعی و عمیق به طول بیش از ۶۰ کیلومتر و زمین‌های وسیع اطراف بندر، از پتانسیل‌های توسعه‌ای فراوانی برخوردار است. منطقه موردمطالعه ما خور مریموس است، این خور از نظر نظامی دارای ویژگی خاصی بوده که می‌توان آن را از زمره عوامل استراتژیکی به حساب آورده و در انواع پدافند عامل و غیرعامل از توانایی آن بهره جست. با وجود کم‌عمق بودن آن در شرایط بحران و حملات هوایی پناهگاه امنی برای شناورهای کوچک محسوب می‌گردد که (طرح تفرقه) شناورهای مهم بندر امام خمینی از آن جمله می‌باشند. گاه استفاده از این خور و معابر آبی قابل کشتیرانی آن به‌عنوان میان‌بر بسیار حیاتی بوده و ترانزیت بسیار مهمی جهت حمل تسلیحات نظامی و تسهیلات دارویی پزشکی وامداد و نجات قابل‌مطالعه و بررسی و امکان‌سنجی است.



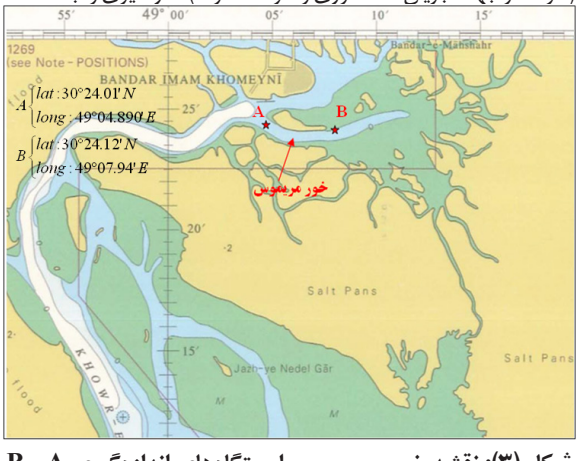
شکل (۲): خورهای اصلی منتهی به بدنه آبی بندر امام خمینی شامل: خور موسی، خور مریموس، خور ماهشهر و خور دورق

خور مریموس دارای پتانسیل خاصی بوده که از سوی شمال و جنوب به خلیج همیشه پارس دسترسی دارد. طرح تفرقه شناورها کوچک در عملیات پدافند غیرعامل به‌نحوی‌که مصونیت بیشتری برای یدک‌کش‌ها و سایر شناورهای این بندر امکان‌پذیر می‌گردد (به‌ویژه در هنگام حملات هوایی) بسیار حائز اهمیت است.

۲- روش تحقیق

در این تحقیق از دو سری داده میدانی استفاده شده است. سری اول، داده‌های میدانی مربوط به شرایط مهکشند و کهکشند در خور مریموس (مربوط به دهانه خور مریموس) که در دوره‌های ۲۵ ساعته جمع‌آوری شده و از سازمان بنادر و دریانوردی گرفته شدند. این داده‌ها که توسط شرکت "دریا ترسیم" در سال ۲۰۰۰ جمع‌آوری شده‌اند، دربردارنده ترازهای جزرومدی و میزان رسوبات معلق برحسب گرم در لیتر و در سه تراز ۰/۱ عمق (سطحی)، ۰/۵ عمق (عمق میانی) و ۰/۹ عمق (نزدیک به بستر) می‌باشند.

سری دوم داده‌های دو ایستگاه A ($lat:30°24.01'N$ و $long:49°04.890'E$) و B ($lat:30°24.12'N$ و $long:49°07.94'E$) که در شکل ۲-۵ مشخص شده‌اند، در دو سیکل کامل جزرومدی مهکشند و کهکشند (جدول ۱) پارامترهای فیزیکی (سرعت و جهت جریان، دما، شوری و سرعت صوت) اندازه‌گیری و ثبت شدند.



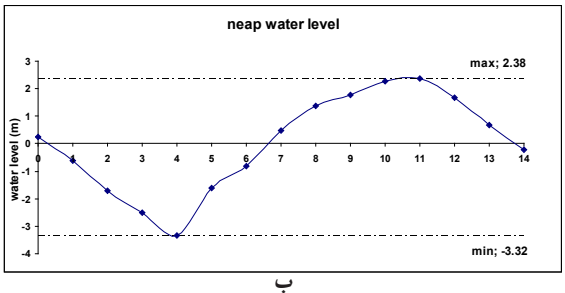
شکل (۳): نقشه خور مریموس و ایستگاه‌های اندازه‌گیری A و B

۳- تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و بیان نتایج

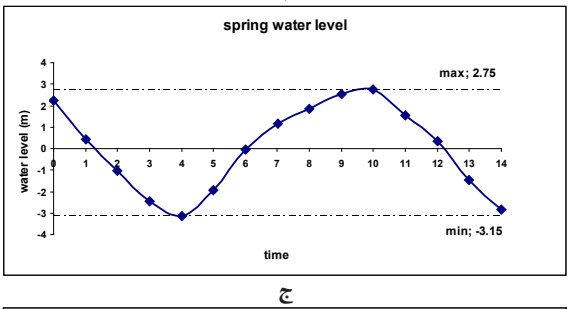
۳-۱- مشخصه‌های فیزیکی

با توجه به این‌که داده‌های بلندمدتی مربوط به تراز آب در منطقه وجود ندارد، نوسانات سطحی نسبت به مقدار متوسط تراز آب در دوره جزرومدی رسم شده‌اند، بنابراین تراز آب صفر در منحنی‌های تراز آب، نشان‌دهنده تراز متوسط جزرومدی در دوره مورد مطالعه است. دامنه جزرومد مربوط به ایستگاه A، برای حالت کهکشند و مهکشند به ترتیب ۵/۷، ۵/۹، ۴/۳ و ۴/۴ متر می‌باشد (شکل ۴ الف تا د).

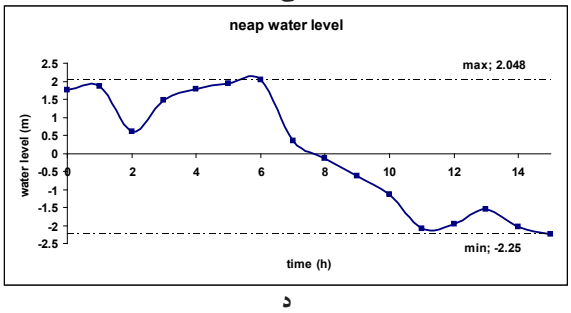
الف



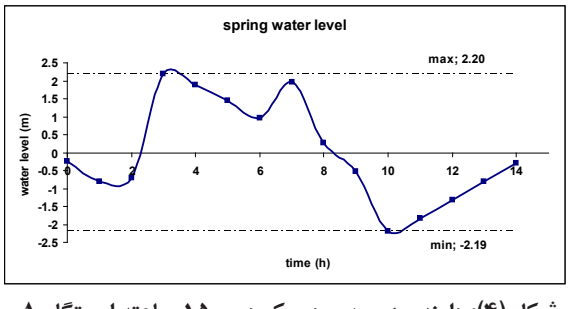
ب



ج



د



شکل (۴): دامنه جزرومدی در یک دوره ۱۵ ساعته ایستگاه A، (الف) کهکشند، محدوده جزرومدی ۵/۷ متر، (ب) مهکشند، محدوده جزرومدی ۵/۹ متر، (ج) دامنه جزرومد در یک دوره ۱۵ ساعته ایستگاه، و (د) مهکشند، محدوده جزرومدی ۴/۴ متر.

جدول (۱): داده‌های مربوط به گشت‌های تحقیقاتی و ایستگاه‌های اندازه‌گیری

نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی	تاریخ مهکشند	تاریخ کهکشند	فاصله دو ایستگاه (km)
ایستگاه A (واقع در دهانه خور)	$lat:30°24.01'N$ $long:49°04.890'E$	۸۹/۴/۲۲	۸۹/۶/۱۶	۵/۶
ایستگاه B (واقع در قسمت داخلی خور)	$lat:30°24.12'N$ $long:49°07.94'E$	۹۰/۸/۶	۹۰/۷/۲۶	

۳-۲- خور ماکروتایدال

دامنه جزرومد در ایستگاه A و در شرایط کهکشند ۵/۷ متر و در شرایط مهکشند ۵/۹ متر است. دامنه جزرومد در ایستگاه B و در شرایط کهکشند ۴/۳ متر و در شرایط مهکشند ۴/۴ متر است. از طرفی چون میانگین جزرومد بین ۴ و ۶ متر است، می‌توان گفت که خور ماکروتایدال است.

شوری در خور

میانگین شوری در یک دوره جزر و مدی مهکشند و کهکشند در ایستگاه A به ترتیب ۳۹/۵۷ psu و ۴۰/۴۷ psu و در ایستگاه B psu ۴۹/۷۵ و psu ۴۹/۵ می‌باشند. اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهند که میزان شوری در قسمت داخلی خور خیلی بیش‌تر از قسمت دهانه خور است. این اختلاف شوری به‌احتمال زیاد می‌تواند ناشی از این نکته باشد که در اثر جزرومد، نمک‌های شوره‌زارهای اطراف خور وارد آب شده و خور در بخش‌های داخلی تا حد زیادی شورتر از قسمت‌های دهانه و بیرونی آن می‌شود و همچنین به علت کم‌عمق بودن و تبخیر میزان شوری بیش‌تر می‌گردد.

دما در خور

میانگین دما در مهکشند و در ایستگاه A در تاریخ ۸۹/۴/۱۸، ۳۳/۱۶ درجه سلسیوس و در ایستگاه B در تاریخ ۹۰/۸/۶، ۲۴/۵ درجه سلسیوس می‌باشد.

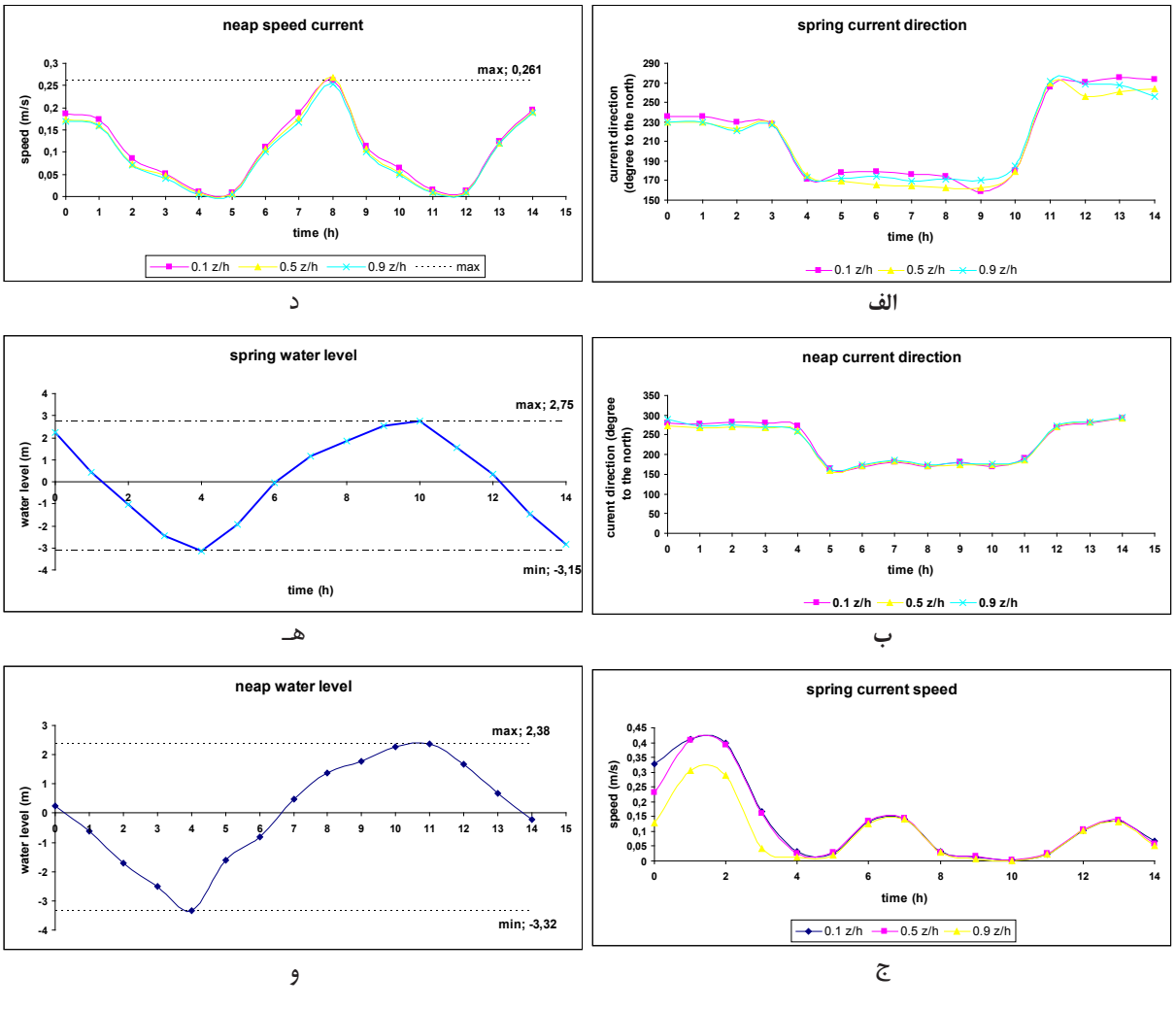
میانگین دما در کهکشند و در ایستگاه A ۸۹/۶/۱۶، ۳۲/۵۹ درجه سلسیوس و در ایستگاه B ۹۰/۷/۲۶، ۲۶/۵ درجه سلسیوس می‌باشد.

چگالی در خور

میانگین چگالی در ایستگاه A و B به ترتیب Kg/m^3 ۱۰۲۳/۲۴ و Kg/m^3 ۱۰۳۴/۳۴ می‌باشد. مشاهده می‌گردد که آب‌های بخش‌های داخلی خور به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای چگال‌تر از دهانه خور هستند و اختلاف چگالی در بخش‌های داخلی با قسمت دهانه خور حدود Kg/m^3 ۱۰ است. این اختلاف چگالی ناشی از اختلاف شوری در ایستگاه‌ها می‌باشد.

بررسی تغییرات بردار سرعت جریان

در ایستگاه A با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده در یک دوره ۱۵ ساعته سرعت و جهت جریان در شرایط مهکشند و کهکشند در خور مریموس در ایستگاه A در مقابل تغییرات تراز آب مورد بررسی قرار

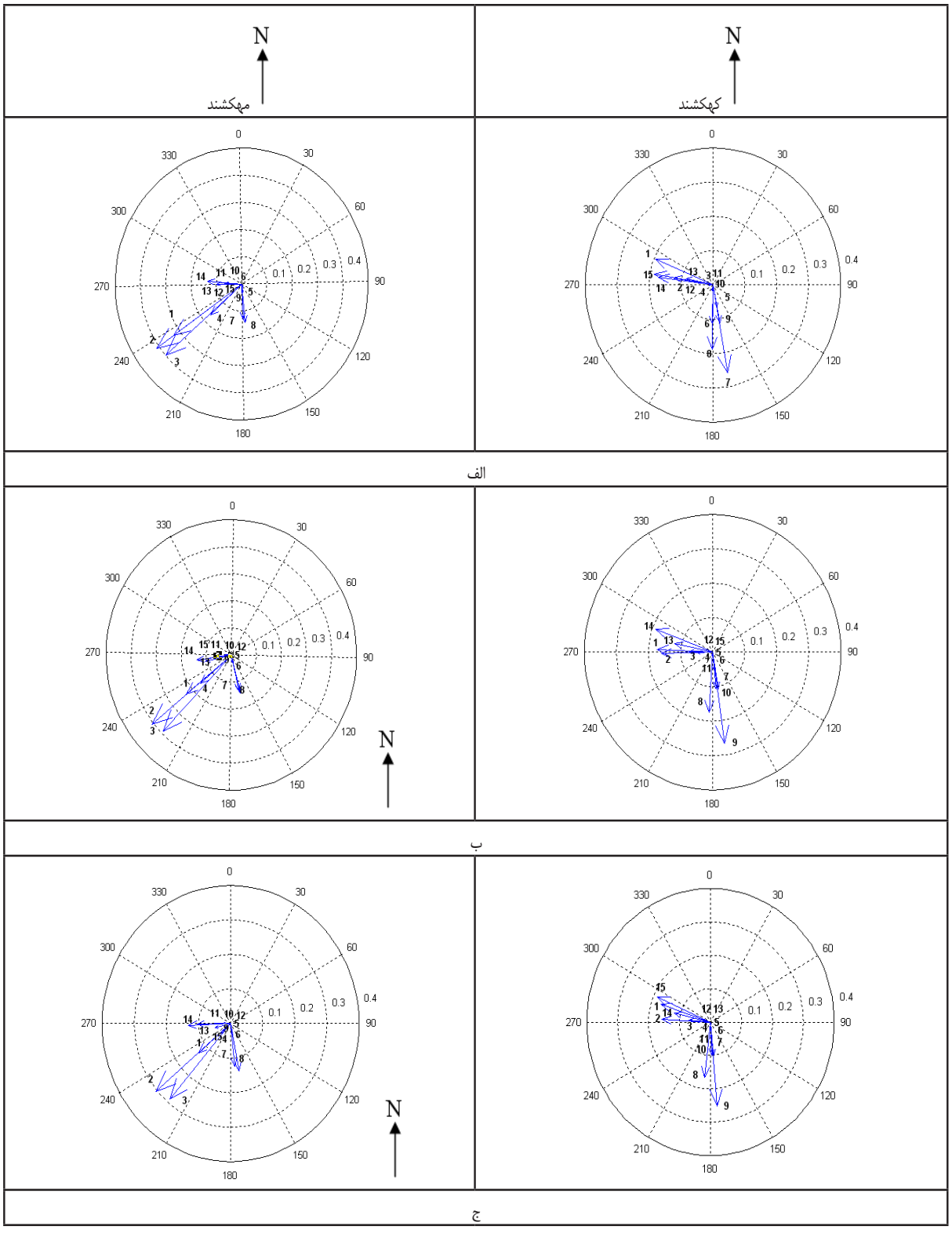


شکل (۵): تغییرات تراز آب، سرعت و جهت جریان در ترازهای ۰/۱ z/h، ۰/۵ z/h و ۰/۹ z/h، در یک دوره ۱۵ ساعته مربوط به بخش دهانه خور مریموس در شرایط مهکشند (الف، ج، ه) و کهکشند (ب، د، و).

گرفت. نتایج تغییرات سرعت و جهت جریان مربوط به ترازهای z/h ۰/۱، z/h ۰/۵ و z/h ۰/۹ در شکل ۶ نشان داده شده است.

در شکل ۵، محدوده تغییرات بردارهای سرعت جریان در حالت مهکشند و کهکشند در ترازهای مختلف نشان داده شده است. نکته قابل‌توجه این‌که محدوده تغییرات جهت جریان در حالت کهکشند (۱۵۹ تا ۲۹۴ درجه)، بیش‌تر از حالت مهکشند (۱۵۹ تا ۲۷۵ درجه) بوده این در حالی است که حداکثر اندازه سرعت در حالت کهکشند (در همه ترازها)، تقریبا ۰/۲۷ متر بر ثانیه و در حالت مهکشند، ۰/۴۱ متر بر ثانیه می‌باشد.

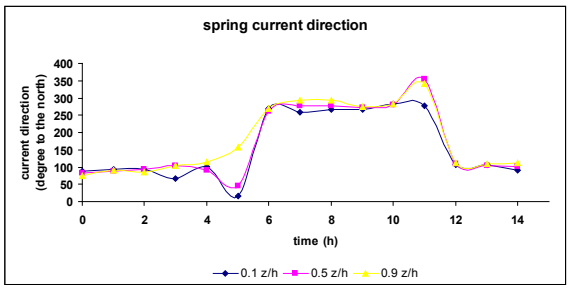
در شکل (۶)، محدوده تغییرات بردارهای سرعت جریان در حالت مهکشند و کهکشند در سه تراز z/h ۰/۱، z/h ۰/۵ و ۰/z/z/h۹ نشان داده می‌شود. عددی که در کنار هر بردار نشان داده شده، مشخص‌کننده ساعت نمونه‌برداری است، جهت‌ها نسبت به شمال جغرافیایی است و



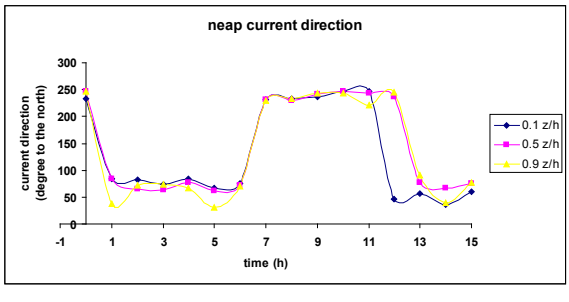
شکل (۶): تغییرات بردار سرعت جریان در خور مریموس، الف) 0/1h/z، ب) 0/5h/z، ج) 0/9h/z

بزرگی سرعت جریان با توجه به‌اندازه هر بردار و دایره‌های نقطه‌چین که مقدار سرعت‌ها را نشان می‌دهند، مشخص می‌گردد. نکته قابل‌توجه این‌که محدوده تغییرات جهت جریان در حالت کهکشند (۱۵۹ تا ۲۹۴ درجه)، بیش‌تر از حالت مهکشند (۱۵۹ تا ۲۷۵ درجه) بوده این در حالی است که حداکثر اندازه سرعت در حالت کهکشند (در همه ترازها)، تقریبا ۰/۲۷ متر بر ثانیه و در حالت مهکشند، ۰/۴۱ متر بر ثانیه می‌باشد.

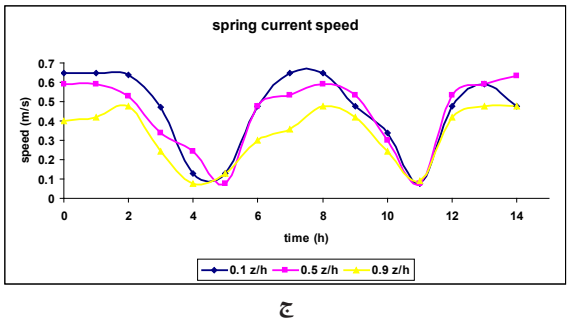
در ایستگاه B با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده در یک دوره ۱۵ ساعته سرعت و جهت جریان در شرایط مهکشند و در ایستگاه واقع در قسمت داخلی خور مریموس (ایستگاه B) موردبررسی قرار گرفت. در شکل ۸ تغییرات جهت جریان در مقابل تغییرات تراز آب مشاهده می‌شود. اولین مسئله قابل‌توجه این است که تغییرات جهت جریان در ترازهای ۰/۱ z/h، ۰/۵ z/h و ۰/۹ z/h تقریبا الگوهای مشابهی دارند.



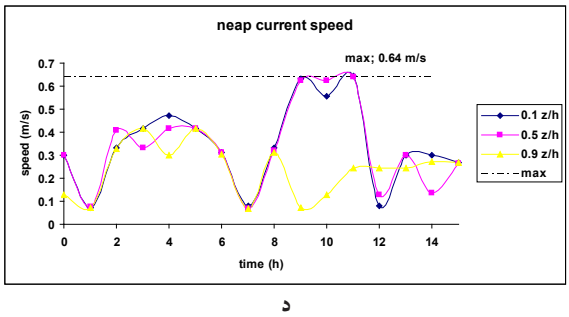
الف



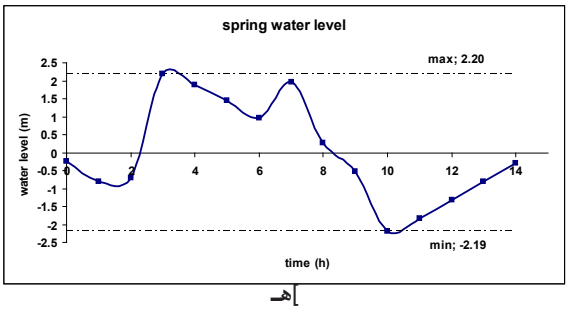
ب



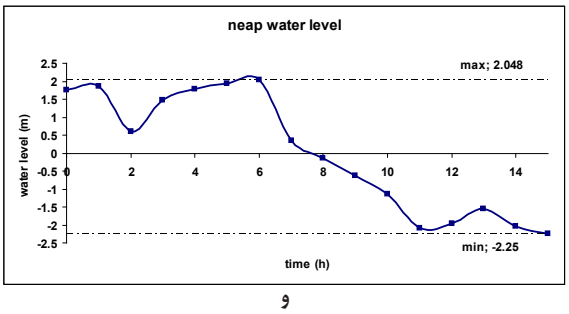
ج



د



هـ

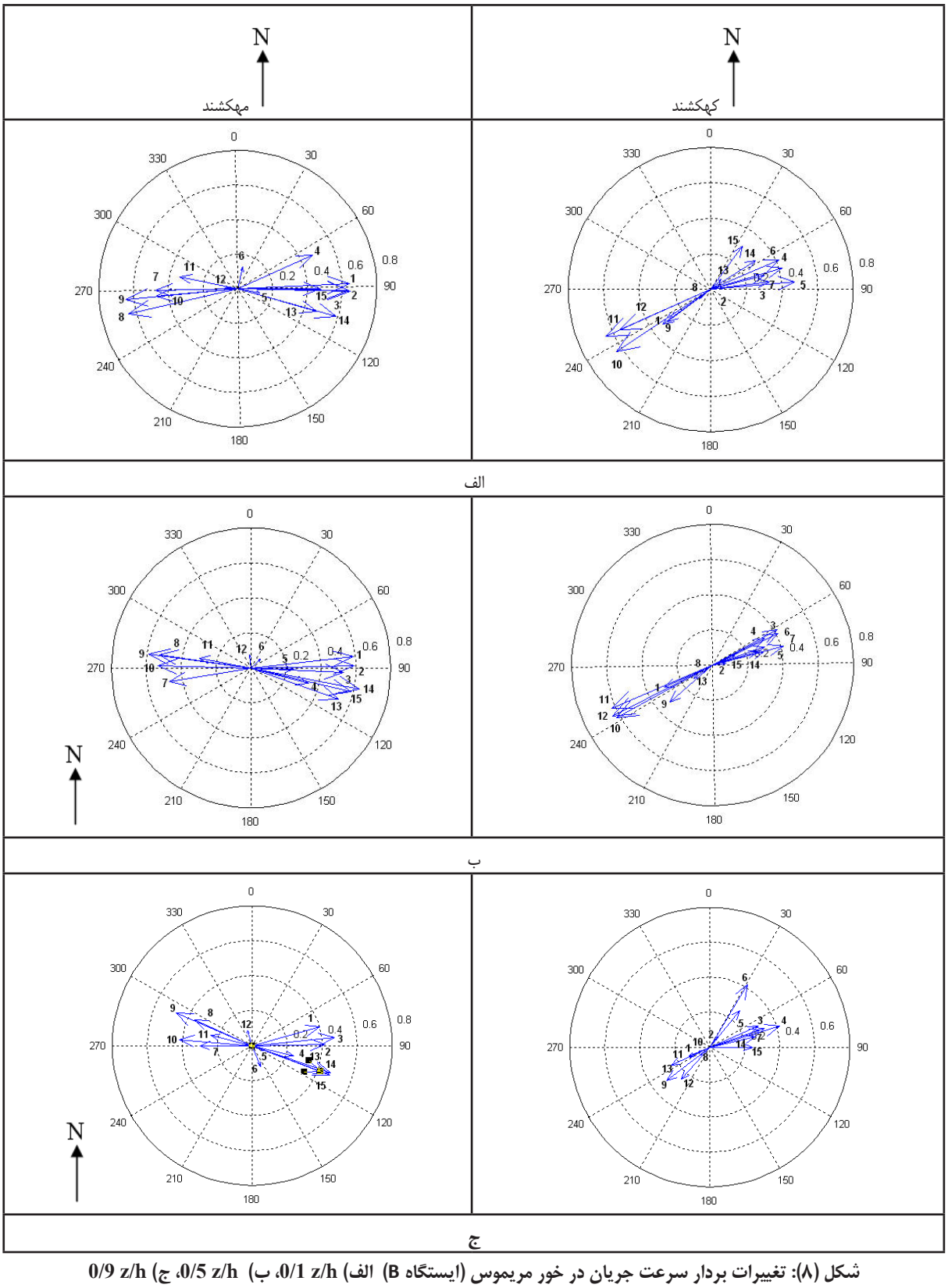


و

شکل (۷): تغییرات تراز آب، سرعت و جهت جریان در ترازهای ۰/۱ z/h، ۰/۵ z/h و ۰/۹ z/h، در یک دوره ۱۵ ساعته مربوط به بخش دهانه خور مریموس در شرایط مهکشند (الف، ج، ه) و کهکشند (ب، د، و).

تغییرات شدید جهت جریان بین ساعت‌های چهارم تا ششم و همچنین دهم تا دوازدهم رخ می‌دهد. تغییر جهت جریان به‌گونه‌ای است که آب در ساعت‌های ششم تا یازدهم همزمان با رخ دادن پدیده جزر، در حال خارج شدن از خور است و در سایر ساعت‌ها آب در حال وارد شدن به خور می‌باشد.

حداکثر سرعت مشاهده‌شده در حالت مهکشند مربوط به آب‌های سطحی بوده و ۰/۶۴ متر بر ثانیه می‌باشد. در همه ساعت‌های اندازه‌گیری سرعت آب در نزدیکی بستر و عمق ۰/۱ z/h کم‌تر از سایر ترازها بوده است. حداکثر سرعت آب در ترازهای ۰/۵ z/h و ۰/۹ z/h به ترتیب ۰/۶۳ و ۰/۴۷ متر بر ثانیه می‌باشد. نکته قابل‌توجه دیگر این‌که در همه ترازها سرعت‌ها همواره همراه با تغییر تراز آب در حال نوسان بوده و ساعت‌هایی که تغییرات سرعت در آن‌ها کم باشد، محدود هستند (شکل ۷). حداکثر سرعت مشاهده‌شده در حالت کهکشند در قسمت داخلی خور ۰/۶۴ متر بر ثانیه بوده است. در اینجا نیز همان‌گونه که قبلا توضیح داده شد، در حالت حداکثر مد و حداقل جزر که به ترتیب در ساعت‌های ششم و یازدهم اندازه‌گیری رخ داده‌اند سرعت جریان تقریبا با یک ساعت تأخیر به حداقل مقدار خود نزدیک می‌شود و با افزایش تراز آب در شش ساعت اول ابتدا سرعت جریان افزایش یافته و به یک ماکزیمم محلی می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد. در شکل ۸، محدوده تغییرات بردارهای سرعت جریان در حالت مهکشند و کهکشند در سه تراز ۰/۱ z/h، ۰/۵ z/h و ۰/۹ z/h در ساعت‌های نمونه‌برداری نشان داده شده است. عددی که در کنار هر بردار نشان داده شده، مشخص‌کننده ساعت نمونه‌برداری است، جهت‌ها نسبت به شمال جغرافیایی است و بزرگی سرعت جریان با توجه به‌اندازه هر بردار و دایره‌های نقطه‌چین که مقدار سرعت‌ها را نشان می‌دهند، مشخص

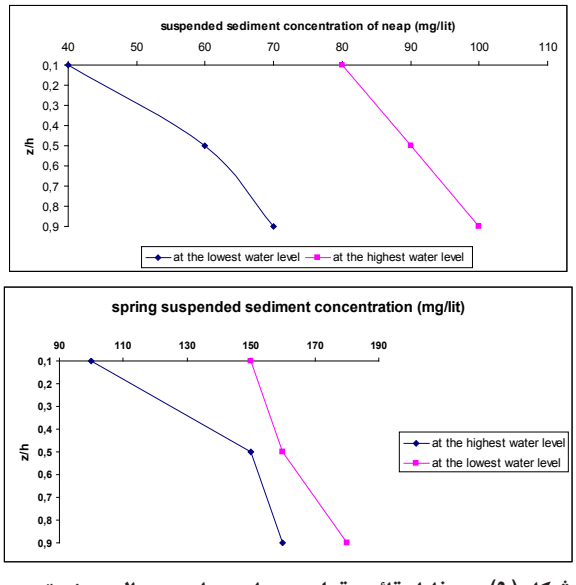


شکل (۸): تغییرات بردار سرعت جریان در خور مریموس (ایستگاه B) الف) 0/1 z/h، ب) 0/5 z/h، ج) 0/9 z/h

می‌گردد. نمودارها حاکی از این هستند که همواره دو جهت اصلی وجود دارد که اختلاف بین آن‌ها تقریبا ۱۸۰ درجه است و این مربوط می‌شود به این‌که آب در شرایط مد در حال وارد شدن به خور بوده و در شرایط جزر از خور خارج می‌گردد، البته جهت‌های میانی دیگری بین این دو جهت اصلی نیز وجود دارد که مربوط به حالت‌های گذار (حدفاصل بین تغییر جهت‌های اصلی) می‌باشند. البته قابل‌توجه است که حداکثر سرعت‌ها همواره در جهت‌های اصلی دیده می‌شوند. تراز جزرومدی و میزان رسوب معلق در قسمت دهانه خور مریموس در حالت مهکشند و کهکشند در دوره‌های ۲۵ ساعته اندازه‌گیری شده اما متأسفانه در این اندازه‌گیری‌ها به‌سرعت و جهت جریان توجه نشده است. شکل ۶

پروفایل قائم میزان رسوب معلق در شرایط بالاترین تراز آب و پائین تریم تراز آب مربوط به حالت کهکشند را نشان می‌دهد، با توجه به شکل ۶ مشخص می‌شود که به‌طورکلی در حالت مد میزان رسوب معلق در همه ترازها بیش‌تر از حالت جزر بوده و میانگین اختلاف میزان رسوب بین عمق‌های مختلف حدود ۳۲ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. نتیجه دیگر این‌که در همه شرایط با رفتن از سطح به بستر میزان رسوب معلق افزایش یافته است.

در شرایط مهکشند برخلاف حالت کهکشند در شرایط حداکثر تراز آب مقدار رسوب معلق در همه ترازها کم‌تر از حالت حداقل تراز آب بوده است و میانگین اختلاف میزان رسوب بین ترازهای مختلف حدود ۲۳ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد که در مقایسه با حالت کهکشند این اختلاف به میزان ۹ واحد کم‌تر شده است. در شرایط کهکشند نیز با رفتن از سطح به بستر میزان رسوب معلق افزایش یافته است.



شکل (۹): پروفایل قائم مقدار رسوبات معلق در حالت بیش‌ترین مد و کم‌ترین جزر در شرایط مهکشند (سمت راست) و کهکشند (سمت چپ)، اندازه رسوب معلق برحسب (mg/lit)

مقادیر مربوط به حداقل و حداکثر میزان رسوب معلق در شرایط مهکشند و کهکشند در ترازهای z/h ۰/۱ z/h ۰/۵ و z/h ۰/۹ در خور مریموس در جدول (۲) ارائه‌شده است.

جدول (۲): مقادیر مینیمم، ماکزیمم و میانگین رسوب معلق در ترازهای ۰/۱ عمق، ۰/۵ عمق و ۰/۹ عمق، در شرایط کهکشند و مهکشند در خور مریموس (mg/lit)

	مهکشند			کهکشند			
تراز نمونه‌گیری	مینیمم	ماکزیمم	میانگین	تراز نمونه‌گیری	مینیمم	ماکزیمم	میانگین
۰/۱ عمق	۸۰	۱۸۰	۱۳۸	۰/۱ عمق	۴۰	۱۱۰	۶۴
۰/۵ عمق	۱۱۰	۲۰۰	۱۵۳	۰/۵ عمق	۵۰	۱۲۰	۶۷
۰/۹ عمق	۱۰۰	۲۱۰	۱۶۹	۰/۹ عمق	۵۰	۱۰۰	۷۰
میانگین کلی			۱۵۳	میانگین کلی			۶۷

۴- بحث و نتیجه‌گیری

دامنه جزرومد در ایستگاه A و در شرایط کهکشند ۵/۷ متر و در شرایط مهکشند ۵/۹ متر است. دامنه جزرومد در ایستگاه B و در شرایط کهکشند ۴/۳ متر و در شرایط مهکشند ۴/۴ متر است. از طرفی چون میانگین جزر و مد بین ۴ و ۶ متر است، می‌توان گفت که خور، ماکروتایدال است. میانگین شوری در یک دوره جزر و مدی مهکشند و کهکشند در ایستگاه A به ترتیب ۳۹/۵۷ psu و ۴۰/۴۷ psu و در ایستگاه B ۴۹/۷۵ psu و ۴۹/۵ psu می‌باشند. اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهند که میزان شوری در قسمت داخلی خور خیلی بیش‌تر از قسمت دهانه خور است. این اختلاف شوری به‌احتمال زیاد می‌تواند ناشی از این نکته باشد که در اثر جز رو مد، نمک‌های اطراف خور وارد آب می‌گردد و خور در بخش‌های داخلی تا حد زیادی شورتر از قسمت‌های دهانه و بیرونی آن است.

میانگین دما در مهکشند و در ایستگاه A ۳۳/۱۶ درجه سلسیوس و در ایستگاه B ۲۴/۵ درجه سلسیوس می‌باشد. میانگین دما در کهکشند و در ایستگاه A ۳۲/۵۹ درجه سلسیوس و در ایستگاه B ۲۶/۵ درجه سلسیوس می‌باشد. نمی‌توان مقایسه‌ای بین تغییرات دمایی در قسمت‌های مختلف خور ارائه کرد، زیرا اندازه‌گیری‌ها در هر ایستگاه و در شرایط کهکشند و مهکشند در زمان‌های مختلفی انجام شده است. میانگین چگالی در ایستگاه A و B به ترتیب ۱۰۲۳/۲۴ Kg/m^3 و ۱۰۳۴/۳۴ Kg/m^3 می‌باشد. مشاهده می‌گردد که آب‌های بخش‌های داخلی خور به‌طور فراوان ای چگال‌تر از دهانه خور هستند و اختلاف چگالی در بخش‌های داخلی با قسمت دهانه خور حدود ۱۰ Kg/m^3 است. این اختلاف چگالی می‌تواند ناشی از: (۱) اندازه‌گیری‌های ایستگاه‌های A و B (و حتی هر ایستگاه در شرایط کهکشند و مهکشند) به‌طور هم‌زمان انجام نگرفته است و مطابق با جدول ۲-۱ در زمان‌های مختلفی انجام شده است، (۲) اندازه‌گیری‌های مربوط به ایستگاه B در شرایطی انجام‌شده است که دمای آب در این ایستگاه بین ۶ تا ۹ درجه سانتی‌گراد از ایستگاه A سردتر است و (۳) آب‌های ایستگاه B حدود ۱۰ psu شورتر از آب‌های ایستگاه A هستند که دلیل آن وجود شوره‌زارها در بخش‌های ساحلی ایستگاه B است.

در خور مریموس در حالت مهکشند و کهکشند، در دوره‌های ۱۵ ساعته و در دو ایستگاه A و B جریان جزرومدی موردبررسی قرار گرفتند. در ایستگاه A که در قسمت دهانه خور واقع شده است، تراز آب در شرایط مهکشند و کهکشند به ترتیب در یک محدوده ۵/۹ متر و ۵/۷ متر بین کمترین جزر و بیشترین مد، تغییر می‌کند و در ایستگاه B تغییرات تراز آب در شرایط مهکشند و کهشکند به ترتیب ۴/۴ متر و ۴/۳ متر می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که تغییرات تراز آب در بخش‌های داخلی نسبت به قسمت دهانه خور کم‌تر است. در ساعت‌هایی که حداکثر مد و حداقل جزر رخ می‌دهند سرعت‌ها بسیار کوچک و نزدیک به صفر خواهند بود و در حدفاصل یک جزر و یک مد یا برعکس با کاهش و افزایش تراز آب ابتدا سرعت جریان زیاد شده و سپس کاهش می‌یابد تا در شرایط حداکثر یا حداقل تراز آب تقریبا به مقدار صفر برسد. از مقایسه نمودارهای جهت جریان و اندازه سرعت هم‌زمان با تغییرات تراز آب، دو نتیجه کلی که شامل: (۱) در بازه زمانی بین یک جزر و یک مد (یا در حدفاصل یک مد و یک جزر) با افزایش تراز آب (یا کاهش تراز آب) به‌طور پیوسته جهت

جریان تقریبا ثابت است و در زمان‌های میانی این بازه به‌طور قطع یک سرعت ماکزیمم نسبی وجود خواهد داشت و (۲) زمان‌هایی که در آنها تغییر حالت از مد به جزر (یا از جزر به مد) وجود دارد، زمان‌هایی هستند که در آن‌ها جهت جریان تغییر می‌کند و اندازه سرعت جریان به مقدار صفر نزدیک می‌شود.

بیش‌ترین سرعت مشاهده‌شده در حالت‌های مهکشند و کهکشند در ایستگاه A به ترتیب ۰/۴۱ و ۰/۲۶ متر بر ثانیه و در ایستگاه B ۰/۶۴ و ۰/۶۴ متر بر ثانیه اندازه‌گیری شد. همان‌گونه که انتظار می‌رود تغییرات جهت جریان بین حالت‌های جزر و مد نزدیک به ۱۸۰ درجه بوده که نشان‌دهنده عکس شدن جهت جریان از جزر به مد و بالعکس است و می‌توان گفت که جریان همواره دو جهت اصلی می‌تواند داشته باشد، البته علاوه بر این دو جهت اصلی جهت‌های فرعی دیگری نیز وجود دارند که حالت‌های گذار بین جهت‌های اصلی محسوب می‌شوند. حداکثر مقادیر سرعت در جهت‌های اصلی دیده می‌شود. با توجه به کوتاه بودن ناحیه بادگیر در حوالی خورها، جریانات ایجادشده در آن‌ها به‌طور عمده ناشی از جزر و مد و نه ناشی از موج و باد می‌باشد و حتی بررسی‌ها حکایت از آن دارند که امواج ایجادشده در این ناحیه دارای ارتفاع کوتاهی می‌باشد و به‌این‌ترتیب اغتشاش ایجادشده و جابجایی به وجود آمده، به‌منظور به حرکت درآوردن رسوب‌های نهایتا ناشی از جزر و مد می‌باشد. به همین منظور انطباق کاملی بین سرعت جریان جزر و مدی و نرخ حمل رسوب وجود دارد.

میانگین مقدار رسوب معلق در حالت مهکشند ۱۵۳ میلی‌گرم در لیتر و در حالت کهکشند ۶۷ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شده است، که نشان‌دهنده این مطلب است که در حالت مهکشند میزان رسوب معلق نزدیک به سه برابر میزان رسوب معلق در حالت کهکشند است یا به‌عبارت‌دیگر در حالت مهکشند تقریبا سه برابر حالت کهکشند انتقال رسوب معلق انجام می‌گیرد.

با توجه به ارتباط مستقیم خور مریموس با خلیج پارس و میزان ترافیک بالای شناورها در خور موسی که در حال حاضر تنها مسیر آبی دسترسی شناورها به بندر امام خمینی محسوب می‌شود، لایروبی و تعریض کانال دسترسی خور مریموس به خلیج پارس می‌تواند (۱) از ترافیک شناورها در خور موسی بکاهد، (۲) انتقال شناورهای سبک از خلیج پارس به بندر امام خمینی در مدت‌زمان کم‌تری انجام خواهد شد. و (۳) در شرایط خاصی مثل جنگ وجود یک‌راه میان‌بر اضافی به حمل‌ونقل کمک شایانی می‌کند. از طرفی به‌منظور مطالعه دقیق‌تر و جزئی‌تر جریان در این خور حداقل نیاز به سه ایستگاه، یکی در قسمت ورودی خور مریموس از خور موسی، یکی در قسمت میانی خور و دیگری در قسمت انتهایی خور و محل اتصال به کانال دسترسی به خلیج پارس است، که داده‌ها را به‌طور هم‌زمان جمع آوری کنند تا امکان مقایسه بین داده ها وجود داشته باشد.

مراجع

۱. سازمان بنادر و دریانوردی، ۱۳۸۴، مطالعات مدل سازی بندر امام خمینی.

۲. محمودیان شوشتری، م.، ۱۳۸۵، مهندسی هیدرولیک جزرومد، انتشارات دانشگاه چمران، اهواز، ایران.

3. Arfken, G., 1985, Mathematical Methods for physicists, Academic Press, Inc.

4. Budak B. M., S. V. Fomin, 1973, Multiple Integrals, Field Theory and Series, Mir Publisher, Moscow.

Study of Tidal Flows in Merimus Estuary

Farzad Taghizadeh[1*] , Masoud Sadrinasab[2], Aamer Ka'abi[3]

Received Date: July 05, 2015 ***Corresponding Author** **Accepted Date: August 24, 2015**

©2015 Marine Transportation Industry. All rights reserved.

Abstract:

The purpose of the present research is to study tidal flows in Merimus estuary.

Having direct access to the Persian Gulf from north and south, this estuary has a very special potential. In this paper, field data of water level, suspended sediment concentration, velocity and direction of flow, and the physical characteristics of temperature, salinity and density of the Merimus estuary in two complete tidal cycles (spring tide and neap tide) have been studied in two stations. At the first station, water level changes in spring tide and neap tide were equal to 5.9 and 5.7 m, respectively. At the second station, these changes were equal to 4.3 and 4.4 meters for spring tide and neap tide, respectively. At the first station, maximum flow rate in spring tide and neap tide was equal to 0.42 and 0.26 meters per second, respectively. At the second station, this rate was equal to 0.64 and 0.64 meters per second for spring tide and neap tide, respectively. There were many changes in density and salinity level in channel and maximum measured density and salinity were equal to 1034.34 kg/m3 and 49.75 PSU, respectively. Average sediment transport at different depths in spring tide and neap tide were equal to 67 and 153 mg/l, respectively.

Key words: tide, Merimus estuary, spring tide, neap tide, salinity and density