مجلّه‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره‌ی سیزدهم، پاییز و زمستان ۱۳۸۸

هیدرومورفومتری دلتاهای بخش شمالی تنگه‌ی هرمز و ناپایداری بستر رودها

دکتر مجتبی یمانی (دانشیار جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)دانشگاه تهران، نویسنده مسؤول)
myamani@ut.ac.ir
دکتر مهران مقصودی (استادیار جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)دانشگاه تهران)
maghsoudi1@yahoo.com
دکتر ابراهیم مقیمی (استاد جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)دانشگاه تهران)
emoghimi@ut.ac.ir
دکتر احمد نوحه گر (دانشیار جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی) دانشگاه هرمزگان)
ahmad_nohegar@yahoo.com
هیوا علمی زاده (دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تهران)
heeva_1035@yahoo.com

چکیده

بخش عمده‌ی جمعیت جهان در جلگه‌های ساحلی و در مجاور آبراهه‌ها استقرار یافته‌اند. از این رو مطالعه‌ی تغییرات الگوی رودخانه‌ها در سطوح دلتاها برای تعیین درجه‌ی پایداری آنها دارای اهمیّت است. این پژوهش با مطالعه‌ی دلتاهای بخش ساحلی شمال تنگه‌ی هرمز، سعی دارد تغییرات زمانی و مکانی رودخانه‌های سطح آن را مورد بررسی قرار دهد. برای این منظور، پس از بررسی مورفولوژی رودخانه‌ها به تجزیه و تحلیل تغییرات الگوی آنها پرداخته شده است. در این راستا، ابتدا عرصه‌های تغییر مسیر از نظر شکل و الگو تقسیم بندی و سپس تغییرات الگو در طول زمان با روش‌های تغییرات زمانی و مکانی، روش گرافیکی و کنترل‌های میدانی مورد بررسی قرار گرفته است و سپس سعی شده تا با استفاده از این روش‌ها و در قالب نرم‌افزارهای GIS، تغییرات الگو و اشکال مختلف تغییر شکل و جابه جایی مسیر بستر رودخانه‌ها در یک دوره معیّن (حدود پنجاه سال) شناسایی شوند. از داده های ماهواره‌ای، پیمایش‌های صحرایی و نقشه‌های موجود، برای مقایسه‌ی، تغییرات مقطعی به صورت زمانی و مکانی استفاده شده‌است. داده‌های هیدرولیک جریان و پارامترهای هندسی کانال نیز برای تحلیل علل و روند تغییرات مورد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۲/۲۳ تاریخ تصویب:۱۳۸۹/۲/۱۸

اشاره به کار گرفته شده است. نتایج نشان می دهد که تغییرات الگو و بستر رود به دنبال تکامل حرکات پیچان رودی رودخانه‌هاست. این تغییرات از بالادست دلتا به سوی قاعده آن افزایش می‌یابد. این افزایش به طور مستقیم، تابع تغییرات بافت رسوب، کاهش شیب سطح دلتا به سوی پایین دست و سپس حالت‌های سیلابی رودخانه‌هاست. مدیریت و تعیین حریم، کنترل و مرمت آبراهه‌ها، به ویژه در زمان وقوع سیلاب‌ها، مؤثرترین راهکار پایدارسازی کانال‌های رودخانه‌ای است.

کلید واژه ها: ژئومورفولوژی، دلتا، تغییرات بستر، مورفومتری، جلگه‌ی ساحلی هرمز.

درآمد:

سطوح دلتاها از جمله محیط‌هایی هستند که فرایندهای هیدروژئومورفیکی در فواصل زمانی کوتاهتری آنها را دچار تغییر و تحول می‌کنند (آزموده و همکار،۱۳۸۲). در این میان، پیچان رودهای سطوح دلتایی از ناپایدارترین عرصه‌های رودخانه‌ای به شمار می‌روند. الگوی جریان در رودخانه‌های طبیعی و به‌ویژه رودخانه‌های مئاندری بسیار پیچیده است. این پیچیدگی نه تنها به خاطر آشفتگی و طبیعت سه‌بعدی جریان، بلکه به دلیل توپوگرافی و تغییرات عمقی نیز می‌باشد. متغیرهایی که در شکل هندسی و دینامیک آبراهه‌های آبرفتی تأثیر دارند، دارای مجموعه‌ی پیچیده‌ای از واکنش‌های متقابل‌اند. این واکنش‌ها به صورت سیستم فرایند- پاسخ با یک زمان سکون کوتاه‌مدّت پدیدار می‌شوند. جزئیات فرایند- پاسخ در سیستم نیز قابل پیش‌بینی نیست و دارای پیچیدگی‌هایی است که ارتباطات فراوان و متنوعی را شامل می‌شود.(۱) با توجه به روند پیچیده رسوب‌گذاری و فرسایش در رودخانه و اهمیت زیادی که تغییرات مورفولوژی در طرح‌های ساماندهی،کنترل سیلاب و طراحی سازه‌های هیدرولیکی دارد، نیاز به شناخت تغییرات مورفولوژی رودخانه‌ها بیش از پیش احساس می‌شود. در این راستا و در پژوهش حاضر، تلاش بر این است که روند تغییر و تکامل رودخانه‌ها در سطح جلگه‌ی ساحل شمالی تنگه‌ی هرمز مورد بررسی قرارگیرد. مشاهدات و بررسی های مقدماتی، بیان گر آن است که ضریب پیچان رودی و نیز دامنه‌ی تغییرات مسیر بستر رودخانه‌های این بخش، در مقایسه‌ی با سایر نقاط ایران، از تنوع و گستردگی بیشتری برخوردار است. به

عبارتی، تعداد تغییر مسیرها و سطوح تحت پوشش حرکات پیچان رودی در این منطقه، مساحت بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند و این موضوع مسأله‌ی اصلی تحقیق را شامل شده‌است. بررسی‌های اولیه طی کارهای میدانی و تطبیق آنها با داده‌های زمین‌شناسی و رسوب‌شناسی نشان‌دهنده‌ی یکنواختی بافت رسوب و ریزدانه بودن آن در سطح جلگه‌ی ساحلی است و این موضوع فرضیه‌ی این پژوهش را تشکیل می‌دهد. همچنین به نظر می‌رسد، تپه‌های ماسه‌ای نقش زیادی در تغییرات بستر پیچان رودهای منطقه‌ی مورد مطالعه ایفا می‌کنند. بدیهی است در صورت پیش‌بینی راستای تغییرات مورفولوژی رودخانه‌ها، راهکارهای موثرتر و دقیق‌تری را می‌توان برای پایدارسازی آنها ارائه نمود.

در بررسی ادبیات تحقیق می‌توان به کارهای گسترده‌ای که در کشورهای مختلف انجام شده است، اشاره نمود. از جمله آنها محققینی چون تراش[1] (۲۰۰۰)، هیکن[2] (۲۰۰۳) و سیویتسکی[3] (۲۰۰۷) کار های جدیدیدی انجام داده‌اند که بیشتر بر پایه‌ی الگوهای ریاضی استوار است. در این میان لئوناردو داوینچی[4] (۱۵۱۹-۱۴۹۲) نخستین کسی بود که روش‌های تجربی را در زمینه‌ی آب انجام داد(تلوری،۱۲:۱۳۷۱). در زمینه‌ی مورفولوژی رودخانه‌ای نیز، لئوپولد و همکاران[5] (۱۹۵۷) اولین کسانی بودند که پیچان رودها را از جهات گوناگون تحلیل نمودند. همچنین تاکور(۱۹۷۰)[6] با ارائه‌ی الگوی زنجیره‌ای، گارنت(۱۹۸۶)[7]، چارلز(۱۹۹۸)[8] و آنیسموف(۲۰۰۸)[9] در روسیه در زمینه‌ی تغییرات بستر در پیچان رودها و مورفولوژی آنها، کارهای ارزشمندی را انجام داده‌اند. تا این زمان، مطالعات گسترده‌ای در زمینه‌ی ژئومورفولوژی ساحلی ایران(به‌ویژه سواحل جنوب) و تأثیرات رودخانه‌ای در سطوح دلتاها

1.Trush, w
2.Hickin
3.Syvitski
4.Leonardo da vinci
5.Leopold,L.B,et.al
6.Thakur
7.Garnett
8.Charles
9.Anisimov

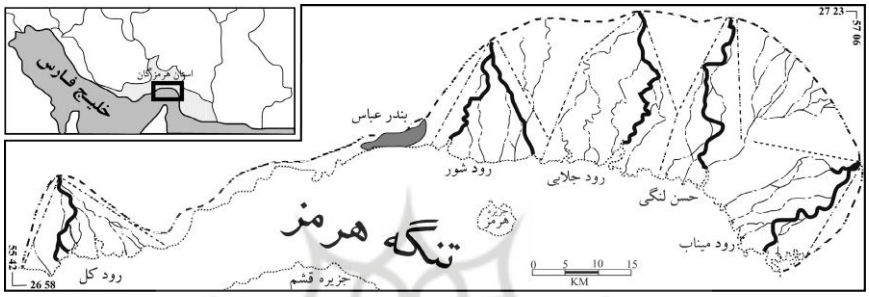
صورت نگرفته است. ازکارهای انجام شده می‌توان به علل تغییر مسیر دوره‌ای رودخانه‌ها در سواحل شرقی تنگه‌ی هرمز(یمانی،۱۳۷۸)، بررسی الگوی پیچان رودی تالار(یمانی و همکار،۱۳۸۳)، هیدرودینامیک رودخانه‌های تالار و بابل (یمانی و همکار، ۱۳۷۸)ژئومورفولوژی رود میناب (نوحه گر ،۱۳۸۰) (نوحه‌گر وهمکار۱۳۸٤) بررسی ژئومورفولوژیکی پیچان‌رود و نقش آن در فرسایش رود میناب و نیز کارهای تلوری(۱۳۷۱) اشاره نمود.

محدوده‌ی مورد مطالعه: محدوده‌ی مورد مطالعه، دلتاهای جلگه‌ی ساحلی قسمت شمالی تنگه‌ی هرمز را با مختصّات جغرافیایی ۲٦ درجه و ۵۸ دقیقه الی ۲۷ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۵ درجه و ٤۲ دقیقه الی ۵۷ درجه و ٦ دقیقه طول شرقی در بر می‌گیرد. این دلتاها با وسعت حدود ۱۸۰ کیلومترمربع، براثر رسوب‌گذاری رودهای میناب، حسن لنگی، جلابی، شور و کل درکواترنری ایجاد شده‌اند. پهنه‌ی ساحلی مورد مطالعه، بخشی از زون ساختمانی زاگرس چین‌خورده است (شکل۲) وسیمای ژئومورفولوژی ساختمانی آن ناشی از آخرین فعالیت‌های زمین‌ساختی آلپی در پلیو- پلیوستوسن شکل گرفته است(ویتافینزی[1]، ۱۹۸۰). با توجه به داده های ژئودینامیکی موجود، این فعالیت‌ها هنوز به اتمام نرسیده و ادامه دارد. از طرف دیگر، زیرراندگی کف اقیانوس هند به زیر زون مکران و بالاآیی تدریجی زمین در امتداد گسل‌ها موجب چین‌خوردگی رسوبات و نهشته های جدید شده و پادگانه‌های دریایی را درسواحل شمالی عمان و نیز سواحل شرقی و شمال غربی تنگه هرمز به‌وجود آورده است(نگارش،۱۳۸۳). به‌طورکلی در تمام دوره‌ها از پرمین تا اوایل میوسن دریای کم عمق در تمام منطقه وجود داشته و در اواسط میوسن دریا پسروی نموده و به‌تدریج رسوبات تبخیری نمک و گچ سازند گچساران و سپس رسوبات دریایی کم عمق و قاره‌ای آغاجاری رسوب نموده‌اند(شکل۱). بارش سالیانه‌ی منطقه ۱۹۲/۷ میلی‌متر است که بیش از ۹۲ درصد آن در فصول سرد سال می بارد و دارای دمای متوسط ۲۷ درجه‌ی سانتی‌گراد است که شرایط گرم و

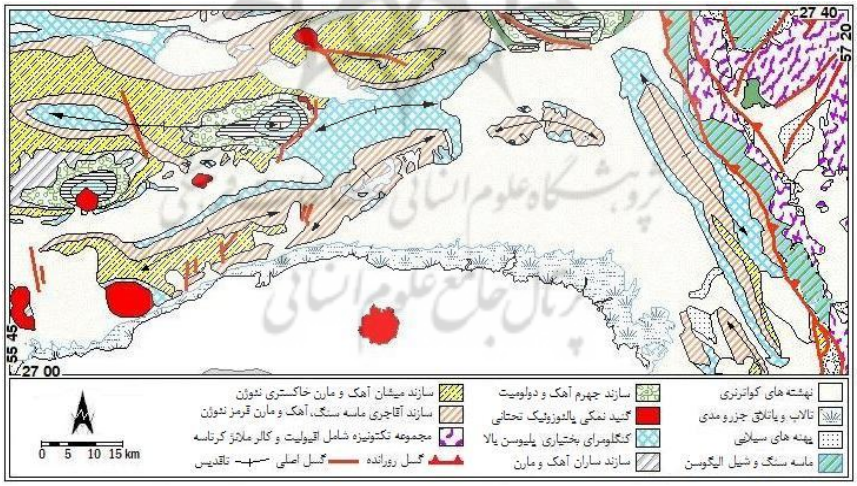
1. Vita Finzi C.

خشکی را بر منطقه حاکم نموده است. با توجه به این ویژگی‌ها این منطقه در قلمرو بیابان‌های ساحلی قرار می‌گیرد.

شکل ۱: موقعیت دلتاهای محدوده‌ی جلگه‌ی ساحلی مورد مطالعه در شمال تنگه‌ی هرمز و جنوب استان هرمزگان



شکل ۲: زمین شناسی محدوده‌ی مورد مطالعه(سازمان زمین شناسی کشور، نقشه بندر عباس با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰).



مواد و روش‌ها

این پژوهش بر پایه‌ی یک روش تحلیلی- تجربی و سپس مقایسه‌ی تاریخی استوار است و از طریق بررسی هم‌بستگی و ارتباط متغیّرهای مؤثر در تحوّلات ژئومورفولوژیکی جلگه‌ی ساحلی شمال تنگه‌ی هرمز، سعی دارد نحوه و عملکرد این متغیّرها را باز شناسد. تکنیک کار، کمّی‌سازی هر یک از متغیّرهای مؤثر در تغییر مسیر و ناپایداری بستر و مقایسه‌ی زمانی این تغییرات بوده‌است. داده‌ها عمدتاً با روش‌های کتابخانه‌ای، میدانی و مصاحبه جمع‌آوری شده‌اند. ابزارهای اصلی تحقیق را نقشه‌های توپوگرافی ۱: ۲۵۰۰۰ و زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰، عکس‌های هوایی سال ۱۳۳٤، تصاویر ماهواره لندست ETM سال ۲۰۰۵، دستگاه GPS و نرم افزار سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی تشکیل داده‌است. برای بررسی تغییرات مکانی و زمانی مسیر رودخانه‌ها، در آغاز عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای تهیه شده از محدوده‌ی مورد مطالعه با شبکه‌ی مختصّات نقشه‌های توپوگرافی و نقاط برداشت شده با GPS زمین‌مرجع شده‌است. برای این منظور، داده‌های رقومی تصاویر در نرم افزار ArcGIS پردازش یافته و نقشه‌ی تغییرات مسیر رودخانه در فاصله‌ی زمانی مورد نیاز تهیه شده‌است. همچنین تصاویر ماهواره‌ای پس از بررسی کیفیت، پردازش و بازسازی با نقشه‌های توپوگرافی و داده‌های زمینی تطابق داده شده‌اند. تغییرمسیر رودخانه‌ها شامل تغییرات زمانی است که از طریق بازسازی دوره ای طی حدود نیم قرن اخیر و برآوردهای به عمل آمده روی داده است. پس از بررسی روند تغییرات در دوره زمانی مذکور، دامنه‌ی این تغییرات در مقیاس‌های زمانی اشاره شده اندازه گیری شده و پس از انطباق، نقشه‌ی عرصه‌های در معرض ناپایداری و تغییر مسیر به دست آمده است. در پایان، نتایج با مبانی نظری ژئومورفولوژی تطبیق و علل تغییرات زمانی و مکانی آبراهه‌ها تجزیه و تحلیل و نتیجه‌گیری شده است.

تجزیه و تحلیل و بحث

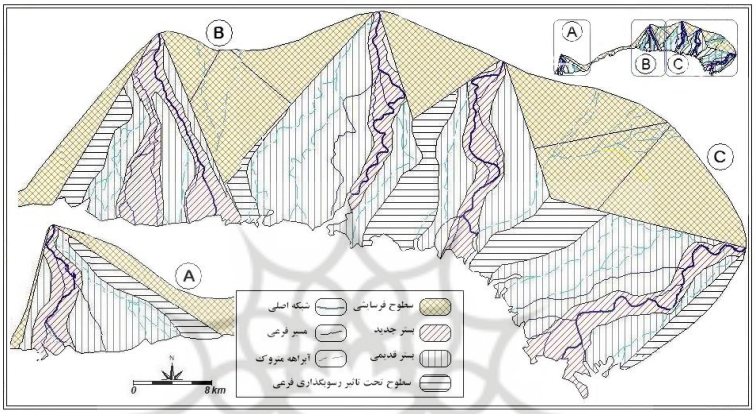
توسعه‌ی دلتاها: رودهای موجود در محدوده‌ی مورد مطالعه در مجاورت دریا با رسوب‌گذاری خود، دلتاهای نسبتاً بزرگی را به‌وجود آورده‌اند. سپس این دلتاها موجب

گسترش جلگه‌ی ساحلی شده‌اند. این جلگه تحت تأثیر ساختمان زمین و توپوگرافی، پهنای متفاوتی دارد به گونه‌ای‌که عرض آن از دو کیلومتر در بخش مرکزی ساحل محدوده‌ی مورد بررسی در نزدیکی بندرعباس تا ۲۷ کیلومتر در دلتای حسن‌لنگی تغییر می‌کند. بررسی عکس-های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های توپوگرافی نشان می‌دهد که در محل پیوستن رودها به دریا، قاعده‌ی دلتا در خط ساحلی وسعت قابل توجهی دارد. بدیهی است، گستردگی و یا محدودیت عرض جلگه در درجه‌ی اول مربوط به ساختمان زمین‌شناسی و سپس رسوب-گذاری دلتایی رودخانه هاست. به‌گونه‌ای‌که در بخش‌هایی که امتداد چین‌خوردگی‌ها با چین-های ملایم و باز تا نزدیکی خط ساحلی امتداد یافته است، عرض جلگه‌ی ساحلی بسیار کمتر می‌شود. در مقابل، نقاطی که امتداد ناهمواری‌ها از خط ساحلی فاصله می‌گیرد، جلگه‌ی ساحلی گسترده‌تر می‌شود. در چنین شرایطی، تراکم آبرفت‌ها به سرعت منجر به توسعه‌ی جلگه‌ی ساحلی می‌شود و همه ساله رسوبات زیادی از رودهای محدوده در بستر کم عمق تنگه‌ی هرمز متراکم می‌شود.

پهنه‌ی ساحلی مورد مطالعه از پنج دلتای آبرفتی با ابعاد متفاوت تشکیل شده‌است. وسعت این دلتاها وابسته به ویژگی‌های هیدرولوژی و هیدرودینامیک رودخانه‌های سازنده‌ی آنهاست(جدول۳). دلتاهای مذکور شیب بسیار کمی دارند، به همین دلیل بستر اصلی رودها روی آنها تقسیم شده و به‌صورت شبکه‌های زه‌کشی واگرا درآمده‌اند. شیب عمومی این دلتاها حدود ۰/۰۸ درصد و با دامنه‌ی بین ۰/۰۷ تا ۰/۱ می‌باشد. به همین دلیل، تفکیک و تعیین حدود هر یک از دلتاها از روی توپوگرافی سطحی به سادگی امکان پذیر نیست. بنابراین شبکه‌های زه‌کشی محدوده‌ی مورد مطالعه که به‌سمت قاعده دلتاها واگرایی دارند، تحدب قاعده‌ی آنها در ساحل دریا بهترین راه تشخیص و تعیین حدود آنها به شمار می‌رود(شکل ۳). تغییر شکل کانال رودها روی دلتاهای منطقه به صورت‌های متفاوتی دیده می‌شود. بیشتر اوقات، تفکیک اثرات ناشی از تکتونیک جوان، از تغییرات دبی رود و اختصاصات بار رسوبی آن روی مورفولوژی کانال‌ها کاری بسیار دشوار است. رودخانه‌های منطقه از شاخه‌های مختلف به طورتدریجی افزایش می‌یابد و حجم جریان در کانال اصلی رو به پایین‌دست رود

افزایش می‌یابد. به این ترتیب عرصه‌های تغییرمسیر در سطح دلتاها به وجود می‌آیند، این عرصه‌ها باعث به‌وجود آمدن بسترهای قدیمی شده‌اند و این بستر ها منطبق بر مسیرهای قبلی جریان‌اند.

شکل۳: عرصه‌های تغییر مسیر رودهای تحت بررسی



مورفولوژی آبراهه‌های دلتایی

رودخانه‌های طبیعی به ندرت در حالت پایدار بوده و تحت تأثیر عوامل و متغیّرهای مختلف همواره از نظر ابعاد، شکل، راستا و الگو در تغییراند(چارلز[1]،۱۹۹۸). رودهای موجود در محدوده‌ی مورد مطالعه نیز از این قاعده مثتثنی نیستند. مورفولوژی رودخانه‌ها که از عوامل اصلی کنترل‌کننده شکل رسوب‌گذاری آنهاست، از طریق سینوسیتی یا ضریب پیچش[2] تعیین می‌شود. این شاخص جهت بررسی تغییرات بستر رودخانه و فعالیت‌های نئوتکتونیک مورد استفاده قرار می‌گیرد. تغییرات سینوسیته در یک سامانه‌ی رودخانه‌ای به‌طور معمول ناشی از افزایش و فرونشست‌هایی است که در بستر رودخانه روی می‌دهد. حتی مقادیر اندک دگرشکلی می‌تواند سینوسیته‌ی یک رودخانه را تغییر دهد. هر دگرشکلی زمین‌ساختی که

1. Charlz E. S.
2. Sinuosity

نشیب دره رودخانه را تغییر دهد، سینوسیته‌ی رود هم‌تراز آن و برای حفظ تعادل نشیب کانال تغییر می‌کند(زامولی‌و همکاران:۵،۲۰۰۹). متناسب با تغییرات تکتونیکی که منجر به تغییر شیب دره رودخانه می‌شود، جهت حفظ تعادل شیب رودخانه، پیچ و خم رودخانه نیز جابه‌جا می‌شود. بررسی مورفولوژیکی برای درک شرایط کنونی و پتانسیل تغییرات احتمالی رودخانه در آینده ضروری است و از این طریق می‌توان عکس‌العمل طبیعی آن را نسبت به تغییرات طبیعی و یا اقدامات ناشی از اجرای طرح‌های اصلاح مسیر و تثبیت کناره‌ها پیش‌بینی نمود و میزان جابه‌جایی، تغییر ابعاد و الگوی رودخانه را تشخیص داد. ضریب پیچش از نسبت طول کانال به فاصله‌ی مستقیم همان مسیر به‌دست می‌آید(تلوری،۱۳۷۱) :

$$S = La / Ls$$

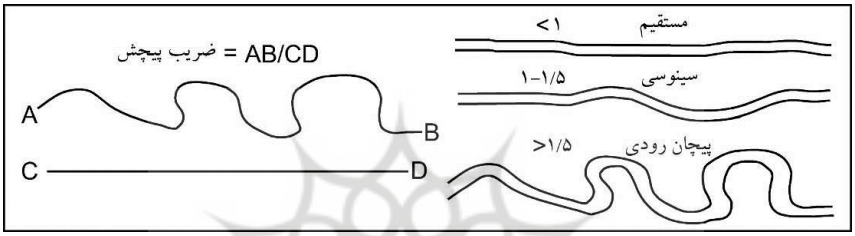
در رابطه بالا؛ S ضریب سینوسیته، La طول رودخانه و Ls طول مستقیم دره می‌باشد.

چنانچه ضریب از ۱/۵ بیشتر باشد، رودخانه از نوع مئاندری و با پیچش زیاد؛ چنانچه از ۱/۵ کمتر باشد، رودخانه با پیچش کم شناخته می‌شود.[۲] همچنین هرگاه مقدار این پارامتر به یک نزدیک‌تر باشد، بیانگر فعّال بودن منطقه از نظر تکتونیکی است. چنانچه رابطه به شکل $S>1$ باشد به همان نسبت، کاهش فعالیت تکتونیکی را ناظر بوده و در نتیجه رودخانه به حالت تعادل نزدیک می‌شود. بر اساس ضرایب به دست آمده، مشخص‌ترین آثار فعالیت دینامیکی رودخانه‌های منطقه وجود بسترهای متعدد و درهم و حالت پیچان رودی آنها است(شکل٤ وجدول۱). با توجه به کم شیب بودن سطوح دلتاها و ریز بافت بودن رسوبات، حرکات پیچان‌رودی تشدید شده است. ناگفته نماند که در هیچ یک از رودهای منطقه ضریب پیچش در حد بالا نیست. همچنین مقادیر به دست آمده نشان می‌دهند که منطقه فعّال بوده و به حالت تعادل نرسیده و زمین‌ساخت هنوز در تحول مورفولوژی منطقه نقش دارد.

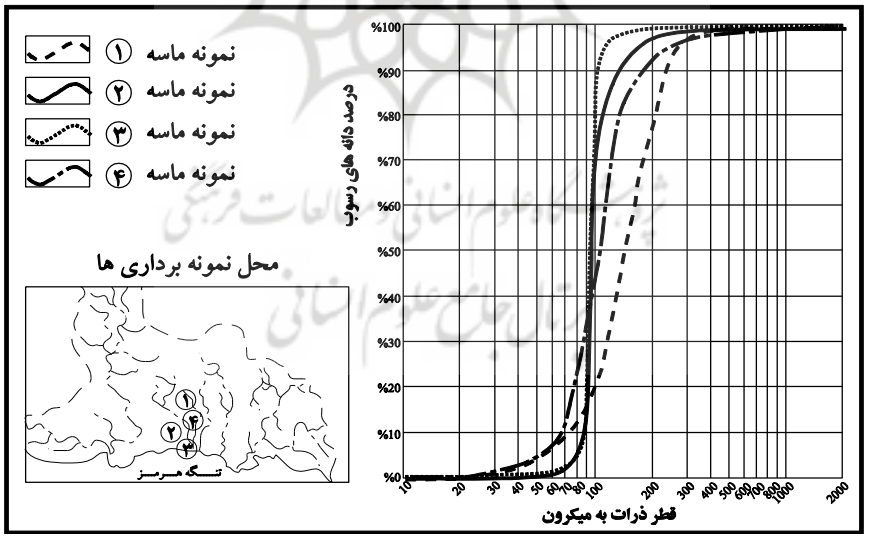
جدول۱: محاسبه‌ی ضریب پیچش برای رودهای منطقه

نام رودخانه	میناب	حسن لنگی	جلابی	شور	کل	میانگین
ضریب پیچش	۱/۳۸	۱/۳	۱/۳۵	۱/۲	۱/۲۶	۱/۳۳

شکل۴ : نمایش چگونگی محاسبه‌ی ضریب پیچش در سه نوع آبراهه‌ی نمونه (تلوری،۱۳۷۱).



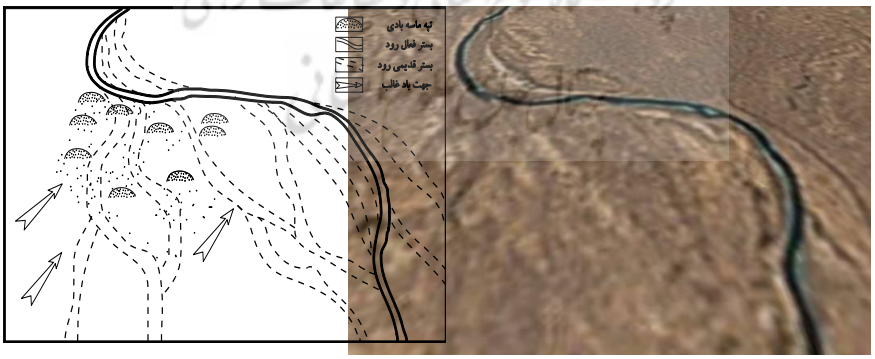
شکل ۵: دانه‌سنجی ذرات ماسه بادی در طول دلتاهای حسن لنگی و جلابی



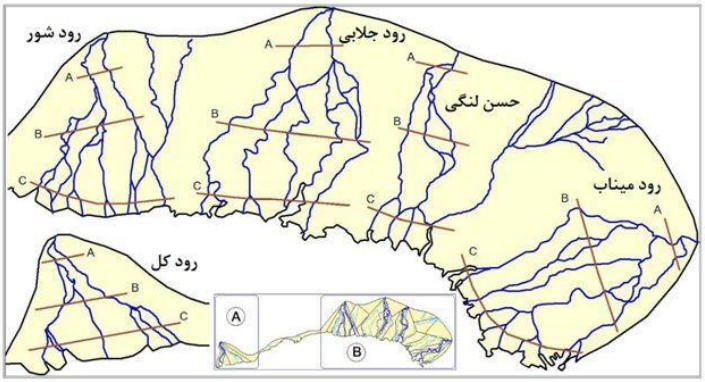
ارتباط مورفومتری و شیب دلتاها با تغییرمسیر رودها

در جدول شماره ٤ پارامترهای مورفومتری دلتاهای محدوده‌ی مورد مطالعه، محاسبه شده-است. با توجه به شیب بسیارکم دلتاها، پایداری مسیر جریان تابعی از عوامل دیگری همچون دینامیک جریان‌ها، انباشت ماسه‌های بادی، نوع و تراکم پوشش‌گیاهی یا بی‌نظمی‌های موجود در مقطع آبراهه است. شیب بسیار کم سطوح دلتاهای منطقه، جریان ماسه های بادی و تراکم آنها در سطوح و مسیر شبکه‌های زه‌کشی موجب اختلاف سطح می شود(شکل ٥). این اختلاف سطح در تغییر سیستم زه‌کشی، تغییر مسیر و انحراف شبکه‌های زه‌کشی نقش دارد. بر اساس اندازه گیری‌های به عمل آمده، اختلاف ارتفاع سطح دلتاها به طور متوسط حدود ۳۵ سانتی‌متر در هر کیلومتر است. بنابراین، انباشت ماسه به همین ضخامت می تواند جهات شیب را تغییر داده و موجب تغییر مسیر شبکه شود(شکل ٦). همچنین، تراکم ماسه در بستر رودخانه‌ها در دوره‌ی خشک سال می‌تواند موجب تسطیح آنها و از بین بردن اختلاف ارتفاع موجود بین بستر و اراضی پیرامون شود. باتوجه به شکل۷ و جدول۲،در پایین‌دست دلتاها که میزان شیب به کمترین حد خود می‌رسد، انحراف بیشتر شده و تعداد تغییر مسیرها به چهار برابر قسمت-های بالارود افزایش می‌یابد.

شکل۶: تصویر مایل بخشی از رود شور که انباشت ماسه‌های بادی در تغییر مسیر آن تأثیرگذار بوده است



شکل۷: امتداد عرضی تعداد تغییر مسیر رودهای مورد مطالعه



جدول۲: تعداد تغییر مسیر رودهای منطقه‌ی مورد مطالعه مربوط به شکل ۷

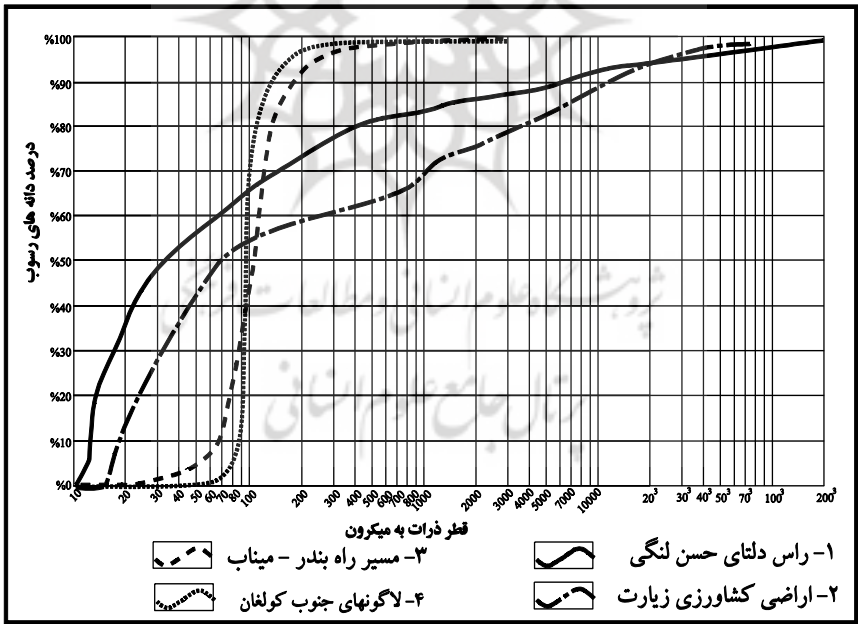
نام رود	مسیر A	مسیر B	مسیر C	تمام مسیر
رود میناب	۲	٦	۱۰	۱۸
جلابی	۲	۳	۵	۱۰
حسن لنگی	۲	۵	۷	١٤
رود شور	۲	۵	۱۰	۱۷
رود کل	۲	۳	۷	۱۲
کل شبکه ها	۱۰	۲۲	۳۹	۷۱

ارتباط رسوب شناسی دلتاها و تغییرات بستر

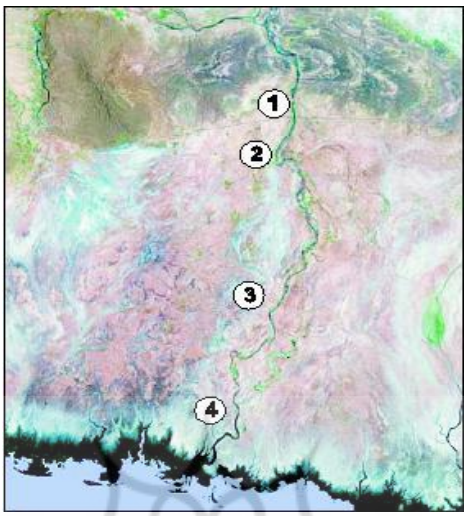
ویژگی مهم رسوبات بستر رودخانه‌های دلتایی این است که معمولاً اندازه‌ی آنها در جهت پایین‌دست رودخانه به سرعت کاهش می‌یابد؛ بدیهی است که رسوبات دانه‌ریز با سهولت بیشتری توسط جریان حمل می‌شوند، همچنین جورشدگی آنها نیز بر کاهش اندازه دانه‌ها مؤثر

است. این مسأله در دلتاهای مورد مطالعه به‌خوبی دیده می‌شود، به‌گونه‌ای که در پایین‌دست دلتاها که میزان شیب کاهش می‌یابد، تعداد تغییر مسیرها تحت تأثیر کاهش قطر رسوبات تا حد سیلت ریز، بیشتر می‌شود. شکل‌های شماره ۸ و ۹ نمونه‌های رسوب سطح دلتای رود حسن‌لنگی را به ترتیب از رأس تا قاعده‌ی آن نشان می‌دهد. آنچه مهم است این‌که از فاصله حدود بیست کیلومتری خط ساحلی بافت رسوب به یک‌باره و با یک افزایش شیب کاملاً مشخص ریزدانه شده و مهم‌تر آن‌که با مقایسه‌ی قطر ذرات رسوب با تغییر مسیرهای رودخانه‌ها(شکل شماره ۸) مشخص می‌شود که تغییر مسیرها و ضریب پیچان رودی رودخانه‌های منطقه با این تغییر ناگهانی بافت برازش نشان می‌دهند. جدول شماره ۳ نیز دبی و دبی رسوب ایستگاه‌های اصلی منطقه را نشان می‌دهد.

شکل ۸: نمودار نیمه لگاریتمی بافت رسوبات نمونه برداری شده از سطح دلتای رودخانه حسن لنگی



شکل ۹: مکان های نمونه برداری رسوب در طول دلتای رودخانه حسن لنگی مربوط به شکل ۸



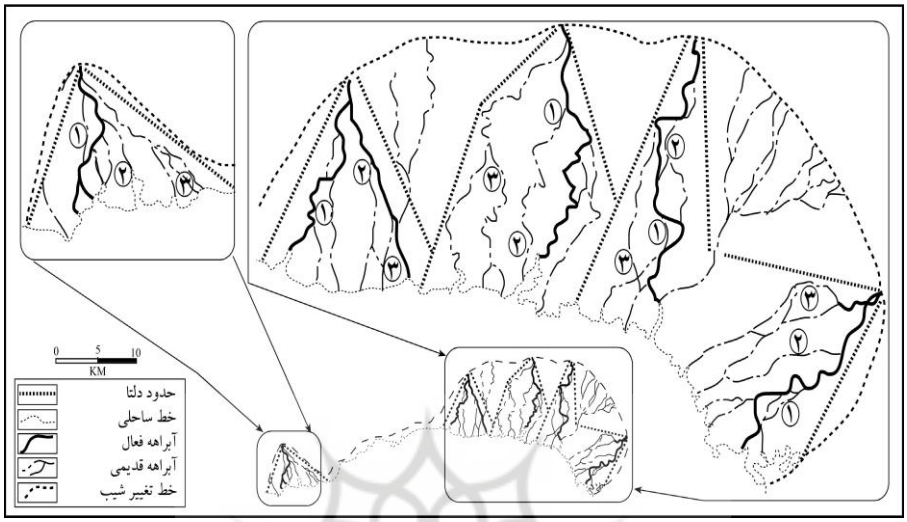
جدول۳. بار رسوبی در محل ایستگاه‌های آب‌سنجی رود های محدوده‌ی مورد مطالعه (آبورزان ۱۳۷۶).

رودخانه	ایستگاه	رسوب ویژه Ton / km2 / Yr
میناب	برنطین	۵۸۰
حسن لنگی	شمیل	۵۳۷
کل حوضه آبریز کل	محل خروجی حوضه	۲۱۵/۷
رودخانه کل	قلات پایین	۱۹٤/٦
جلابی	سرمقسم	٥٥٤

* متوسط سالانه وزن بار رسوبی، مجموع بار معلق [1] و بارکف [2] می‌باشد .

1. Suspended Load
2. Bed Load

شکل۱۰: مقایسه زمانی تغییر مسیر رودهای مورد مطالعه



حرکات نئوتکتونیک و نیز حجم بار رسوبی حوضه می‌تواند شکل و شیب بستر رودخانه‌ها را تغییر داده و افزایش تغییر مسیرها یا دامنه‌ی پیچان رودها را به دنبال داشته باشد. رودهای میناب و کل در مجموع سالیانه به طور متوسط ۳/۱۰٤/۰۰۰ تن رسوب را تخلیه می‌کنند(کرمی خانیکی، ۳۳:۱۳۸۳). مقدار قابل توجهی از رسوب مذکور در طول زمان در سطوح دلتاها رسوب نموده و مورفولوژی فعلی را ایجاد نموده‌اند. البته به دلیل فصلی بودن بیشتر رودهای منطقه، آمار دقیقی از میزان بار رسوبی انتقال یافته به دریا وجود نداشته یا طول دوره‌ی آماری آنها کوتاه است. رودخانه‌ی میناب بزرگترین رودخانه در محدوده‌ی مورد مطالعه است و حجم آب و رسوبات وارده از آن به محیط ساحلی قابل توجه می‌باشد. رود کل نیز با ایجاد دلتای بزرگ و با آورد رسوب قابل توجه، پهنه‌ی جزر و مد وسیعی ایجاد نموده است. در این قسمت از سواحل به دلیل رسوب‌گذاری در قاعده‌ی دلتاها، شیب بسیار کم بوده و تحت تأثیر جزر و مد بالای آب دریا(٤/۲ متر بیشینه‌ی مد سالانه بندر شهید رجایی)،(نوحه گرو همکار،۱۳۸۵) مصب و خلیج‌های دهانه‌ای نسبتاً وسیعی ایجاد شده است. منطقه‌ی جزر و مدی، چهار تا هفت کیلومتر پهنا دارد و بافت رسوب آن غالباً از نهشته‌های ریزدانه رسی، سیلتی است. رود کل در این

قسمت شیب بسیار کمی دارد و بستر جریانی آن با پیچ و خم‌های زیادی همراه است. در جدول شماره ٤، داده‌های مورفومتری دلتاهای محدوده‌ی مورد مطالعه محاسبه شده است. بررسی داده‌های جدول مذکور، تفاوت زیادی را بین رودخانه‌های مورد بررسی نشان نمی‌دهد. در این میان تنها طول دلتای رودخانه کل تقریباً نصف سایر دلتاهای مورد مطالعه است. اگر سایر پارامترهای این دلتا، نظیر شیب و تعداد تغییر مسیرها با سایر دلتاها مورد مقایسه قرارگیرد، تقریباً در یک دامنه قرار می‌گیرند. با استناد به مبانی نظری از آن‌جا که شیب دلتاها انعکاس متوسط دانه‌بندی و قطر ذرات رسوب دلتاست، بنابر این مورفودینامیک رودخانه‌های منطقه‌ی تحت بررسی عمدتاً تابع ویژگی‌های بافت و تناوب سیلابی بودن آنهاست.

جدول۴: داده‌های مورفومتری دلتاهای محدوده‌ی مورد مطالعه

نام دلتا	طول دلتا به متر	پهنای دلتا به متر	طول آبراهه به متر	متوسط شیب دلتا به درصد	شیب متوسط رودخانه به درصد
میناب	۲٦٥٤۳	۲۰۸۰٥	۳٦۷۰۳	۰/۰۷٥	۰/۰٥٤
حسن لنگی	۲٤٥۲۸	۱۸۰٥۲	۳۱۷۹۳	۰/۰۸	۰/۰٦۳
جلابی	۲۸٤۷۳	۱۷٤۰۷	۳۸۲٦۰	۰/۰۷	۰/۰٥
رود شور	۲۰۸۱٥	۲۰۱۷۷	۲٤٦۹۳	۰/۱	۰/۰۸
رود کل	۱۰٥۲۹	۲۰۹۳۷	۱٤۲٦٥	۰/۰۹٥	۰/۰۷

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نتیجه‌گیری

بررسی‌های انجام شده، نشانگر آن است که مسیر رودهای منطقه بسیار ناپایدار بوده و عوامل مختلفی از جمله بافت و حجم رسوب‌گذاری رودها و حالت‌های سیلابی شدید فصلی در تغییر مسیر آنها نقش اساسی دارند. آنچه مهم است، بر اساس شواهد ژئومورفولوژیک موجود، تعداد تغییر مسیرهای روی داده در مقایسه با سایر نقاط ایران بیش از حد انتظار بوده و فراوانی بیشتری را نشان می‌دهند. مقایسه‌ی تغییرات بستر رودهای منطقه در سطوح دلتاها طی نیم قرن اخیر، حکایت از کوتاهتر بودن فاصله‌ی زمانی تغییر مسیرها و وسعت آنهاست. از جمله شواهد

قدیمی‌تر این تغییرات وجود خورهای متعدد در امتداد خط ساحلی و در قاعده‌ی دلتاهای این رودخانه هاست. زیرا هر یک از این خورها دهانه‌های قدیمی این رودخانه بوده که پس از تغییرمسیر رودخانه متروک شده و کانال‌های جزر و مدی در سطح آنها توسعه یافته‌اند. همچنین بررسی‌ها نشان داد که طی دوره‌های طولانی‌تر، مسیر عمومی برخی از رودخانه‌ها، مانند جلابی، به طورکلی تغییر نکرده است و جابه‌جایی مسیر صرفاً شامل حرکات پیچان رودی بوده است. در حالی که مسیر رود میناب دستخوش تغییرات کلی و وسیعی شده است. تغییر مسیر برخی رودها، مانند رود کل، نیز عموماً در نزدیکی مصب و در حاشیه‌ی تالاب‌های جزرو مدی روی داده است. در حالی که تغییر مسیر رودشور تنها به بخش علیای دلتا محدود می‌شود. در این بخش، آبراهه‌ی اصلی به دو قسمت تقریباً مساوی تقسیم شده است. ناگفته نماند که هر قدر وسعت دلتا بیشتر و شیب کمتر بوده است، تغییر مسیرها در دوره‌های کوتاهتری روی داده‌اند. بنابراین، متغیر طول دلتا نیز می‌تواند در انحراف شبکه نقش داشته باشد. این ویژگی در بخش‌های شرقی محدوده‌ی مورد مطالعه بیشترمشهود است.

بررسی‌های هیدرولوژیکی نشان داد که به غیر از رودخانه‌ی کل و میناب، که پرآب‌ترین رودخانه محدوده‌ی مورد بررسی است، سایر رودهای منطقه دارای حوضه‌های آبخیز کوچکتری بوده و طول آبراهه‌ی کوتاهتری دارند. بنابراین، زمان تمرکز در آنها بسیار کوتاه بوده و وقوع سیلاب به ویژه سیلاب‌هایی که در اثنای بارش‌های بهاری یا موسمی‌های تابستانی روی می‌دهند از شدت‌های بالاتری برخوردارند. تغییرات دوره‌ای دبی رودخانه‌ها و بالابودن نقطه‌ی اوج لحظه‌ای نسبت به میانگین سالانه، افزایش شدت جریان را در یک دوره کوتاه مدت موجب می‌شود. این پدیده کاوش مقطعی و شدید سواحل کاو رودخانه و تشدید و تسریع تکامل پیچان رودی را به دنبال دارد. در خصوص تأثیر هیدرودینامیک رودخانه‌ها نیز متوسط دبی و حجم رسوب حمل شده، هم‌بستگی کاملی را با تغییر مسیرها نشان می‌دهد و ضرایب دبی، وسعت حوضه و حجم رسوب با تغییر مسیر شبکه در سطوح دلتایی آنها هم‌خوانی دارد. به‌عبارتی، بیشترین تغییر مسیر متعلق به رودخانه‌هایی است که هر یک از متغیرهای بالا در آنها قوی‌تر عمل نموده است. علاوه براین، تقریباً بیشتر تغییر مسیرها در زمان رویداد بارش‌های سیلابی روی داده اند. از سوی دیگر، شیب بسیارکم سطوح دلتاها، موجب سر ریز شدن رودها از محل قوس‌های پیچانرودی بسیار تکامل یافته شده و به تغییر مسیر آنها

منجر می‌شود. تحلیل گرانولومتری نمونه‌های رسوب برداشت شده از این سطوح، این واقعیت را نشان می دهد که مورفومتری و کم شیب بودن سطح دلتاها نتیجه‌ی مستقیم ریزدانه بودن بافت غالب رسوبات آبرفتی رودخانه‌ای است. منشأ این رسوبات عمدتاً سازندهای فلیش(تناوب ماسه سنگ و مارن) نسبتاً سست موجود در حوضه های آبخیز ارتفاعات مکران است. بدیهی است، تکامل پیچان رودها در سطوح کم شیب و در سازندهای سست و ریزدانه‌تر، به همان نسبت فراوانی و سرعت بیشتری خواهد داشت. به عبارتی تحت این شرایط، پیچان رودها به سرعت تکامل یافته و پیشروی جانبی قوس‌های کاو این پیچان رودها به سوی بالادست دلتا موجب کاهش شدید شیب بستر در محل این قوس‌ها شده و در نهایت سرریز شدن جریان، مقدمات تغییر مسیر را فراهم می‌آورند. این ویژگی‌ها در این منطقه به‌طور شاخص وجود داشته و چنین شرایطی را بجز در سواحل مکران در نقطه‌ای دیگر از ایران کمتر می‌توان یافت.

آنچه مسلم است پایدارسازی و هدایت و تنسیق شبکه‌ی زه‌کشی و از سویی اصلاح مسیر بستر و تقویت گونه‌های گیاهی سازگار در پیرامون مجراها و همچنین کاهش شیب آبراهه در محدوده‌ی حوضه‌های آبخیز به‌وسیله‌ی سازه‌های انسان‌ساخت، راهکارهای اجرایی چند منظوره خواهند بود که هر یک مطالعات جداگانه و مفصلّی را می‌طلبد. دراین میان، تعیین حریم برای تمرکز فعّالیت‌ها، سریع‌ترین و کوتاه‌مدت ترین راهکار اجرایی برای دست‌یابی به اهداف بالا به شمار می‌رود.

توضیحات

۱. برای مثال با افزایش مقدار دبی، عمق و عرض بستر افزایش می یابد.

۲. اندازه گیری مسیر رودخانه از حد کانال‌های جزرو مدی تا خط تغییر شیب(راس دلتا) انجام گرفته است. علاوه براین برای رودهایی که تغییر مسیر داشته اند، میانگین اندازه ها محاسبه شده است.

منابع و مآخذ:

۱. آبورزان، مهندسین مشاور(۱۳۷٦): *مرکز تحقیقات وزارت جهاد کشاورزی* ، طرح جامع کشاورزی استان هرمزگان.

۲. آزموده اردلان، علیرضا و مسیب‌زاده، مهدی(۱۳۸۲): "*تعیین توپوگرافی سطح آب در خلیج فارس و دریای عمان از طریق تلفیق مشاهدات GPS و اطلاعات تایدگیج‌ها*"، نشریه‌ی دانشکده فنی، جلد ۳۷، شماره۲، صفحه ۱۷۷ تا ۱۸۸.

۳. تلوری، عبدالرسول(۱۳۷۱): *شناخت فرسایش کناری رودخانه در دشت‌های رسوبی*، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.

٤. کرمی‌خانیکی، علی(۱۳۸۳): *سواحل ایران*، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.

٥. نگارش، حسین(۱۳۸۳):" *ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی سواحل بالا آمده جنوب شرق ایران*".فصلنامه جغرافیایی سرزمین. سال اول.ش ۱.

٦. نوحه‌گر،احمد و مجتبی یمانی(۱۳۸٤): *بررسی ژئومورفولوژیکی پیچان‌رود و نقش آن در فرسایش رود میناب*، پژوهش‌های جغرافیایی، ش٥۱.

۷. نوحه‌گر، احمد(۱۳۸۰): *ژئومورفولوژی رودخانه میناب و مدیریت آن*، رساله‌ی دکتری، دانشگاه تهران.

۸. نوحه‌گر، احمد و مجتبی یمانی(۱۳۸٥): *ژئومورفولوژی ساحل شرقی تنگه هرمز با تأکید بر فرسایش بادی*، دانشگاه هرمزگان.

۹. یمانی، مجتبی و مهدی حسین‌زاده(۱۳۷۷): *هیدرودینامیک رودخانه‌های تالار و بابل و نقش آن در ناپایداری و تغییر مشخّصات هندسی آنها*، پژوهش‌های جغرافیایی ش ٥٥.

۱۰. یمانی، مجتبی و محمدمهدی حسین زاده(۱۳۸۳) *بررسی الگوی پیچانرودی رودخانه تالار با استفاده از شاخص های ضریب خمیدگی و زاویه مرکزی*؛ تحقیقات جغرافیایی؛ شماره ۷۳.

۱۱. یمانی، مجتبی(۱۳۷۷): *علل تغییر مسیر دوره‌ای رودخانه‌ها در سطح دلتاهای شرقی جلگه ساحلی مکران*، پژوهش‌های جغرافیایی، ش۳٥.

12. Ackers,P.and F.G. Charlton.(1970): *The geometry of small meandering streams*. Proc.Inst.Civ.Eng. Paper no. 73285.

13. Anisimov a, O,et all.(2008):*Predicting changes in alluvial channel patterns in North-European Russia,* Geomorphology(98),pp262–274.

14. Bird, eric.(2008): *Coastal Geomorphology : An Introduction*, JohnWiley & Sons, Ltd.

15. Charles E. Smith, (1998): *Modeling high sinuosity meanders in a small flume*, Geomorphology (25).pp19–30.

16. Garnett p. Williams. (1986): *River Meanders and Channel Size*, Journal of Hydrology(88),pp:147-164.

17. Hickin, Edward J. (2003):"*Meandering Channels*", in Middleton, Kluwer Academic Publishers, pp. 434–435.

18. leopold,L.B,et.al (1957): *river channel patterns: braided,meandering and straight*. US, geol. Survey. Paperpp39-85.

19. Syvitski, James P.M,(2007): *Morphodynamics of deltas under the influence of humans* ,Global and Planetary Change (57),pp 261–282.

20. Thakur, T. R. and Scheidegger, A. E. (1970): *Chain Model of River Meanders*. Journal of Hydrology (12), pp25-47.

21. Trush, W.(2000):L *Attributes of an alluvial river and their relation to water policy and management*. Proceedings of the National Academy of Sciences (97), pp. 11858–11863.

22. Vita Finzi, C. (1980): *Surface finds from Iranian Makran*. Iran(18):pp149-55.

23. Vita Finzi, C. (1979): *Contributions to the Quaternary Geology of Southern Iran*. Geological and mineral survey of Iran, Report(47),PP30-47.

24. Zámolyi.A, Székely.B, Draganits.E, Timár.G (2009): *Neotectonic control on river sinuosity at the western margin of the Little Hungarian Plain*, Geomorphology, In Press, Corrected Proof, Available online. Pages1-13.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی