

چکیده

مئاندري شدن يکي از مسائل مهم مهندسي رودخانه است که فعاليت هاي بشري را در حاشيه رودخانه تحت تاثير خود قرار ميدهد، جابجائي حلقه هاي مئاندر در هر سال سطح قابل توجهي از اراضي کشاورزي روستاها، شهرها، جاده ها، پلها، سازه هاي آبي و بالاخره کليه تاسيسات کنار رودخانه را در معرض تخريب قرار ميدهد، از مهم ترين مباحث علم مهندسي رودخانه مطالعات مورفولوژي است که به بيان شکل هندسي، حریم بستر، پروفيل طولی آبراهه، مقاطع عرضی، تغيير شکل ها و تغيير مکان رودخانه در طول زمان می پردازد. محدوده اصلي مورد مطالعه رودخانه خرم آباد از محل تنگ شبيخون در شاخه رباط تا پايين دست رودخانه خرم آباد در چم انجيره طول ۳۱ كيلومتر می باشد شاخص مئاندري بودن اين رودخانه، برخورداری از جاذبه هاي طبيعي، ناپایداری ساحلي، و از جهت ديگر بررسی طرح هاي متعدد اجرا شده در کرانه هاي آن حاکی از يک توسعه نامتوازن است. اما نکته قابل توجه در اين زمينه که بيشتر مورد توجه برنامه ريزان فضايی است معضلات حریم رودخانه ای و نحوه تعيين آن است زیرا غالبا حریم رودخانه ها بر اساس ضرائب انساني مانند ابعاد اتومبيل ها و... تعيين ميشود حال آنکه اين حریم تابعی از شرايط طبيعي و از چنين ضرائبي تبعیت نمیکند اين تصور سبب شده که اشغال فضاها در حاشيه رودخانه ها بعضا با مکانيسم و رفتار رودخانه در تعارض و تقابل قرار گیرد و مشکلات خاصی را برای بهره برداران ايجاد نمايد.

يکي از روش هاي رسيدن به اين پايداری بهره جویی از مورفولوژي مئاندرهاي رودخانه ای در دشت هاي آبرفتی است. در اين تحقيق جهت بررسی پايداری کرانه ها و شناسایی و اصلاح مسير کرانه هاي ناپايدار نسبت به شناسایی مئاندر رودخانه خرم آباد اقدام شد، روش کار با اتکاء عناصر ژئومرفيک ($A_m - D - \lambda - \lambda^*$) و تحليل آن در متد لوند Lund مبادرت ميشود. که با استفاده مطالعات کتابخانه ای، نقشه هاي توپوگرافي ۱/۵۰۰۰۰ و ۱/۲۵۰۰۰، عکس هاي هوایی مسير، مورد مطالعه قرار گرفته و شاخص هاي مرفيک و شاخص هاي شرطی مئاندر در شرايط طبيعي (موجود) محاسبه و با مطلوبترين حالت پايداری مورد مقايسه قرار گرفته اند مهم ترين نتايج حاصل از اين تحقيق عبارتند از:

۱- تمام مئاندرهايی که فاصله فضايی آنها بيشتر از ۱ است ناپايدار می باشند بشرطی که (AM/D) منفي نباشد.

۲- تمام مئاندرهايی که فاصله فضايی آنها کمتر از ۱ و زاويه خمشی در حالت طبيعي مساوی باشد ($a \leq a^*$) پايدار تلقی ميشود در حالیکه ديگر مئاندرها ناپايدار بوده و نیاز به اصلاح هندسي دارند.

واژگان کلیدی: مئاندر، متد لوند، شاخص شرطی، شاخص هاي مرفيک، رودخانه خرم آباد.

مقدمه

انسانهای اولیه بیشتر کارهای خود را با استفاده از انرژی ماهیچه ای انجام می دادند ، اما به علت محدود بودن توان انرژی ماهیچه ای به این فکر افتادند که از منابع دیگر انرژی استفاده نمایند . یکی از این منابع که هم رایگان بود ، وهم توان بسیار زیادی داشت انرژی آب جاری بود . لذا از زمانهای قدیم استفاده از انرژی آب رودخانه ها جهت امور حمل و نقل رواج پیدا کرد . برای مثال انسان اولیه جهت حمل تنه درختان از انرژی آب رودخانه استفاده می کرده است و سپس با ساختن قایق از تنه درختان به حمل و نقل پرداخته است . در این میان رودخانه های پر آب و دائمی نظیر نیل ، دجله و فرات ، گنگ و .. نقش بسزایی در این امر داشته اند. (توکلی، ۱۳۸۰، ص ۳۰۲). با پیشرفت تکنولوژی وسایل ماشینی جهت حمل و نقل ساخته شد ، که در این میان کشتی های بزرگ نقش برتری را ایفاء می کردند زیرا با صرف انرژی کمتر ، کالاهای بیشتر و سنگین تری جابجا می شد . استفاده از راههای آبی جهت حمل و نقل بسیار ارزانتر از راههای زمینی و هوایی است ، (برای مثال حمل و نقل نفت بوسیله سیستم ناوبری هفت برابر ارزانتر از حمل آن بوسیله لوله و نیز بترتیب ۱۲ و ۳۰ برابر ارزانتر از حمل و نقل زمینی و هوایی است) (حافظ نیا، ۱۹۹۱). در این میان رودخانه های بزرگ و پر آب که بتوانند مناطق داخل خشکی ها را به دریاهای آزاد وصل کنند، اهمیت قابل توجهی دارند . رودخانه های آمازون ، می سی سی پی ، رود زرد ، راین ، نیل و... نمونه های بارزی از این نوع رودخانه ها می باشند .با این وضعیت استفاده از رودخانه ها جهت حمل و نقل در میان ملل شرق نیز تاریخی دیرینه دارد و در کشور عزیز ما ایران رودخانه های کارون و دز از جمله رودهایی اند که توانایی حمل و نقل در مقیاس وسیع را دارا می باشند . اما استفاده از رودخانه ها به حمل مسافر و کالا محدود نمی شود ، بلکه بهره جویی از رودها در امر کشاورزی ، صنعت ، تأمین آب شرب و بهداشت ، استفاده از مظاهر زیبای طبیعی ویا بهره جویی از پارکهای ساحلی به عنوان تفرجگاه و مکانهای سالم تفریحی و... از اهمیت ویژه ای برخوردار است . از سوی دیگر افزایش روز افزون جمعیت و ماشینی تر شدن زندگی ، نیاز بشر را به منابع آبی بویژه رودخانه ها افزون ساخته است. رودخانه خرم آباد به عنوان یکی از سرشاخه های کشکان محسوب میشود ، هرچند رودخانه ای در ابعاد و مقیاس حمل و نقل آبی نمی باشد ، اما مراکز جمعیتی ، اراضی وسیع کشاورزی ،بیشه زارها و مناظر زیبای طبیعی، صنایع و آثار باستانی و مراکز تفریحی و گردشگری بسیاری در حوضه نفوذ این رود واقع شده اند . این ویژگیها بیش از پیش به ارزش و اهمیت این رودخانه افزوده اند . با شرح فوق ، بدیهی است مطالعه و تحقیق در مورد ابعاد مختلف چنین رودخانه ای ، بویژه

مطالعات مهندسی رودخانه از دیدگاه ژئومورفیک^(۱) و بررسی تعادل و پایداری کرانه ها با استفاده از مرفولوژی مآندرها^(۲) امری کاملاً ضروری است .

1-Geomorphic
2-Meander

فصل اول

کلیات

۱-۱- طرح مسئله

رودخانه خرم‌آباد از رودخانه‌های سرچشمه گرفته از سلسله جبال زاگرس می‌باشد و با رودخانه رباط - خرم‌آباد، کرگانه، کاکاشرف، کشکان و سرشاخه‌های فرعی دیگر به رودخانه سیمره متصل شده و رودخانه بزرگ کرخه را تشکیل می‌دهند و طرح‌های متعددی در ساحل آن اجرا شده است. بررسی این طرح‌ها حاکی از یک توسعه نامتوازن است. نمونه‌هایی از این عدم توازن را می‌توان در تجاوز به حریم رودخانه و تصرف و تخریب بیشه زارها و مناظر طبیعی مجاور آن مشاهده نمود (سازمان آب منطقه‌ای غرب، دفتر مطالعات منابع آب استان لرستان، ۱۳۸۷). کرانه‌های رودخانه‌ای بویژه رودخانه‌های مآندری ضمن داشتن جاذبه‌های خاص با ناپایداری ساحلی هم مواجه اند اما نکته قابل توجه در این زمینه که بیشتر متوجه برنامه ریزان فضایی است معطوف به حریم‌های رودخانه‌ای و نحوه تعیین آن است زیرا غالباً حریم رودخانه‌ها براساس ضرائب انسانی مانند ابعاد اتومبیل‌ها و یا ... تعیین می‌شود و حال آنکه این حریم‌ها تابعی از شرایط طبیعی می‌باشند و از چنین ضرائبی تبعیت نمی‌کنند. این تصور سبب شده که اشغال فضاها در حاشیه رودخانه‌ها بعضاً با مکانیسم و رفتار رودخانه‌ها در تعارض و تقابل قرار گیرد و مشکلات خاصی را برای بهره‌برداران ایجاد نماید (رامشت، ۱۳۸۲، ص ۳).

اگرچه روش‌های گوناگونی برای ایجاد پایداری کرانه‌ای وجود دارد ولی یکی از روش‌های رسیدن به تعادل و پایداری محیطی، بهره‌جویی از مرفولوژی مآندرها ی رودخانه‌ای در دشت‌های آبرفتی است. لذا با توجه به این خصیصه مهم مرفولوژیکی رودخانه خرم‌آباد (مآندری بودن)، در این تحقیق سعی بر این است تا با توجه به دیدگاه‌های فرم‌شناسی به روابطی دست یابیم که بتوان بر مبنای آنها با تغییر فرم مسیر رودخانه به تعادل و پایداری لازم دست یافت.

۱-۲- اهداف موضوع

همانطور که بیان شد، هرگونه برنامه ریزی در حریم رودخانه ها می بایست با در نظر گرفتن مکانیسم و رفتار آنها انجام پذیرد و این مهم با ایجاد پایداری کرانه ای از طریق استفاده از مرفولوژی مئاندرهای رودخانه ای در رودخانه خرم آباد امکان پذیر است. اهداف این پژوهش عبارتند از:

- ۱- محاسبه شاخص های مورفیک و شرطی مآندرهای رودخانه.
- ۲- تعریف اصول و مبانی شکل شناسی که بتوان براساس آن نسبت به مهندسی و اصلاح مسیر اقدام نموده و به نوعی پایداری ساحلی دست یافت.

۱-۳- تدوین فرضیه

در این پژوهش در راستای بررسی درستی یا نادرستی فرضیه های زیر تلاش شد:

- ۱- اصل تقارن در مئاندرها و زاویه خمش می تواند پایداری نسبی را در رودخانه خرم آباد تعریف کند.
- ۲- با تغییر پاره ای از شاخص های مورفیک مئاندرهای رودخانه ای می توان به پایداری کرانه ای دست یافت.

۱-۴- روش و متدولوژی تحقیق

در این رساله روش و متدولوژی تحقیق مبتنی بر ۳ مرحله بشرح ذیل می باشد:

مرحله اول:

در اولین مرحله پژوهش، بهره جویی از مطالعات کتابخانه ای، مشاهدات میدانی، نقشه های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ (5656I-5657II) خرم آباد و نقشه توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ برگ شماره ۹-۳۹ سری N1 K551 سال ۱۳۷۶ و تهیه عکس های هوایی منطقه سال ۱۳۴۷، از سازمان نقشه برداری کشور) نقشه های DEM ۱:۱۰۰۰۰ STRM، ترسیم نقشه ها، اشکال، بر حسب نیاز و درج آنها در بخش های مربوطه، بهره گیری از ابزارهایی نظیر Gps جهت تعیین ارتفاع و تهیه تصاویری از عوارض ژئومرفیک و دخالت های بشر در حریم و بستر رودخانه تهیه گردید، لازم به توضیح است که در ترسیم کلیه نقشه ها، اشکال از نرم افزار Surfer و سایر برنامه های رایانه ای نظیر Arc Gis، River، Tools، WMS، Auto cad استفاده شده است. همچنین محاسبات اندازه گیری در نرم افزار Excel صورت پذیرفته است.

مرحله دوم

در ابتدا مطالعات زمین شناسی و ژئومورفولوژی رودخانه خرم آباد فیزیوگرافی، انجام پذیرفته و سپس تعاریفی از مآندرها و انواع آن، تغییر و تعادل در مآندرها، فاکتورهایی نظیر تقارن، طول موج، دامنه موج و زاویه خمشی^(۱) و سایر ویژگیهای مورفولوژیک آنها ارائه گردیده است.

مرحله سوم

مسیر و بستر رودخانه در مقطع مورد مطالعه بر روی نقشه های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ مشخص شده و پس از شناسایی کلیه مآندرها، نسبت به شماره گذاری آنها در ساحل راست و چپ رودخانه^(۲) اقدام گردیده است. در ادامه کار با استفاده از یک روش فضایی و مقایسه ای موسوم به متدلوند^(۳) که ادغامی از اندازه گیری ها، ترسیم و محاسبات است؛ عملیات لازم به تفکیک بر روی هر مآندر که بعنوان یک موج تلقی شده، انجام گرفته است. به نحویکه ابتدا متغیرهای مورفیک^(۴) مآندرها نظیر طول موج، دامنه، سینوزیته و اندازه گیری شده و با استفاده از آنها نسبتهایی تحت عنوان شاخص های مورفیک^(۵) ساخته شده اند. و سپس با استفاده از فرمول مربوطه، فاصله فضایی^(۶) مآندرها در وضعیت موجود محاسبه و با مطلوبترین فرم پایدار مورد مقایسه قرار گرفته اند.

در تداوم روش لوند، زاویه خمشی هر مآندر بعنوان یک شاخص شرطی در وضعیت موجود محاسبه و با زاویه خمشی در مطلوبترین فرم پایدار^۷ مقایسه شده است. در نهایت نتایج حاصل از محاسبات در جداول مربوطه درج و حاصل کار شناسایی و تفکیک کلیه مآندرها ناپایدار از پایدار بوده است. و نسبت به دسته بندی مآندرها اقدام و اشکال و جدول عملیات اصلاح هندسی مآندرها ناپایدار ترسیم شد. پایان این پژوهش مبتنی بر ارائه نتایج و پیشنهاداتی در چارچوب مطالعات مربوط به مهندسی رودخانه از دیدگاه ژئومورفیک، از قبیل تعداد مآندرها ناپایدار، عوامل مؤثر بر ناپایداری کرانه ها، روش اصلاح هندسی مآندرها می باشد.

همانگونه که شرح داده شد در این تحقیق صرفاً از روشهای مورفیک که مورد توجه ژئومورفولوژیست ها در زمینه بررسی پایداری کرانه های رودخانه ای می باشد، استفاده شده است.

Bent Angle^۱

۲- هرگاه در جهت جریان آب رود بایستیم، سمت راست رود را ساحل راست و سمت چپ آن را ساحل چپ گویند.

Lound Method^۳

Morphic variables^۴

Morphic Indicators^۵

spatial Distance^۶

۷-Conditional Indicators

۱-۵- ترمینولوژی تحقیق

- مهندسی رودخانه

واژه مهندسی از کلمه هندسه به مفهوم شکل گرفته شده است و مهندس کسی است که شکل جدیدی را طرح میکند وقتی صحبت از مهندسی رودخانه میشود منظور تغییر شکل رودخانه مطابق آنچه که مطلوب تلقی میشود است. عبارت دیگر مهندسی رودخانه عبارت از کلیه اقداماتی است که باعث تسهیل در بهره برداری و نگهداری از رودخانه می شود.

-مئاندر

جانسون (۱۹۷۹) منشأ کلمه مئاندر را بر گرفته از نام رودخانه پرپیچ و خمی در جنوب ترکیه می داند. کیتوری و همکارانش (۱۹۸۴) آن را منتسب به نام رودخانه پرپیچ و خمی در سرزمین باستانی فراعنه می دانند. لئوپولد و همکاران (۱۹۶۰، ۱۹۵۷) تعریف دیگری از مئاندرها ارائه داده اند و آن عبارت از جریانهای رودخانه ای در دشت های آبرفتی، بسترهای سنگی و حتی روی یخ ها، بندرت بصورت مسیرهای مستقیم و یا به اصطلاح از نوع آبراهه های مستقیم هستند، بلکه در طول مسیر خود دارای پیچ و خم های فراوان می باشند و اگر چه این پیچ و خم ها منظم نیستند ولی ممکن است حالت نسبتاً قرینه ای در آنها دیده شود.

-سینوسیتهی (λ^*)

به مسیر حقیقی رودخانه از دو اوج موج اطلاق می گردد. عبارت دیگر طول انحنای موج و یا طول موج در مسیر منحنی در حد فاصل بین دو اوج موج را سینوزیتهی گویند.

- تعادل و پایداری در ژئومورفولوژی

واژه تعادل در ژئومورفولوژی بیان کننده نوعی توازن بین فرم^(۱) و فرایند^(۲) است تعادل مفهومی است که با مفهوم پایداری^(۳) در چشم اندازهای ژئومورفیک بعضاً همراه و قرین بوده بطوریکه پایداری در چشم انداز خود انعکاسی از وجود نوعی تعادل بین فرم و فرایند تلقی شده است (رامشت، توانگر، ۱۳۷۱)

۱Process

۲Stability

۳- Stability

۱-۶- پیشینه علمی تحقیق

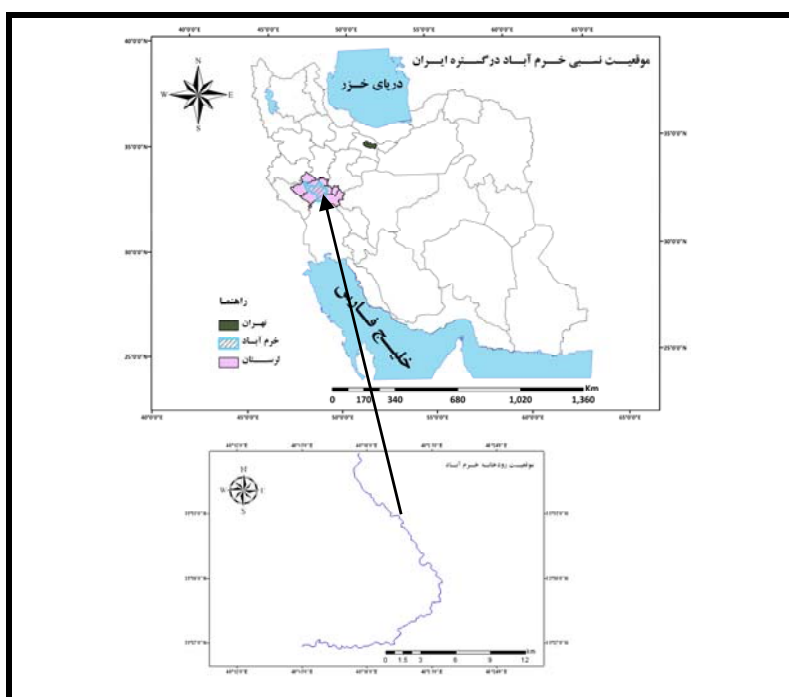
مدیریت تسلط و هدایت رودخانه ها بویژه در میان ملل شرق تاریخی دیرینه دارد و وقایع بسیاری مؤید این واقعیت اند ، اگرچه در منابع غربی به اندازه کافی به این موضوع اشاره نشده است . برای مثال برخی قدیمی ترین سند درباره توسعه یا حفاری کانال جهت کشتیرانی را به کانال سوئز نسبت می دهند . داریوش فرزند امپراطوری پارس (ایران) بعد از حمله و تصرف مصر ، فرمان حفر این کانال را در سال ۵۲۵ قبل از میلاد صادر کرد و بدین طریق دریای مدیترانه بوسیله رود نیل به دریای سرخ متصل شد. (حافظ نیا، ۱۹۹۱). در اروپا در سال ۷۹۳ بعد از میلاد مسیح امپراطور چارلز کبیر ساختمان کانالی را شروع کرد که می توانست دانوب را به راین متصل کند . تلاشی که زود متوقف شد. (توکلی ۱۳۸۰، ص ۲ و ۳). همچنین احداث نخستین کانال غیر هم سطح کشتیرانی مربوط به سال ۴۳۹ میلادی است که بر روی کانال ناوی گلیواگراند در شمال ایتالیا احداث شد. (همان منبع) آلمانها نیز در اتصال و توسعه شبکه آبی درون قاره ای جهت ناوبری نمونه ای جهانی دارند . رودخانه راین نمونه ای خوب از یک کار بزرگ در ۲۰۰ سال گذشته می باشد (حافظ نیا، ۱۹۹۱). صنعتی شدن محرک اصلی توسعه راههای آبی در قرن هجده و نوزده بود. در این میان شبکه ای از رودخانه ها و کانال های قابل کشتیرانی در انگلستان توسعه داده شد . رودخانه می سی سی پی در دهه های گذشته یک سایت تحقیقاتی مهم برای ژئومورفولوژیست ها، هیدرولوژیست ها و مهندسين رودخانه بوده است و کمتر مقاله ای می توان یافت که از این مطالعات و تجارب بهره نجوید. کانال پاناما نیز یک کار بزرگ در مقیاس بین المللی است . این کانال ساخته دست بشر حدود ۶۵ کیلومتر طول دارد . در مورد مطالعات انجام شده در ایران می توان به رساله آقای توکلی (۱۳۸۰) در مورد ساماندهی رودخانه کارون اشاره نمود . نمونه دیگری از این نوع مطالعات ، نگارش پایان نامه در مورد بررسی پایداری کرانه ها در قسمتی از رودخانه دز می باشد . طبق بررسیهای انجام شده در رابطه با مهندسی رودخانه خرم آباد از دیدگاه ژئومورفیک و بررسی پایداری کرانه های این رودخانه مآندری تا کنون مطالعات خاصی انجام پذیرفته است .

۱-۷- موقعیت منطقه مورد مطالعه

۱-۷-۱- موقعیت ریاضی

محدوده اصلی مورد مطالعه رودخانه خرم آباد از محل تنگ شیخون در شاخه رباط تا پایین دست شهر خرم آباد در چم انجیر می باشد. حدفاصل طول جغرافیایی این محدوده $۰۵^{\circ} - ۴۸^{\circ}$ تا $۴۷^{\circ} - ۴۸^{\circ}$ و عرض

آن ۱۵' - ۳۳° تا ۴۳' - ۳۴° است. رودخانه، خرم آباد از رودخانه‌های سرچشمه گرفته از سلسله جبال زاگرس می‌باشد و با رودخانه رباط - خرم آباد، کرگانه، کاکاشرف، کشکان و سرشاخه‌های فرعی دیگر به رودخانه سیمره متصل شده و رودخانه بزرگ کرخه را تشکیل می‌دهند. شهر مهم محدوده مطالعاتی خرم آباد و روستاهای حاشیه آن قلعه سنگی، پاپی خالدار علیا، دره گرم، فلک‌الدین، حاج خدیجه و روستای شهید محمدبیگی می‌باشد. مسیر عمومی رودخانه شمالی - جنوبی است و در شهر خرم آباد تغییر مسیر داده در جهت شمال شرقی - جنوب غربی ادامه مسیر می‌دهد. (نقشه ۱-۱) از نظر موقعیت نسبی نیز رودخانه خرم آباد در فاصله ۶ کیلومتری شهر خرم آباد و ۴۹۴ کیلومتری استان تهران قرار دارد.

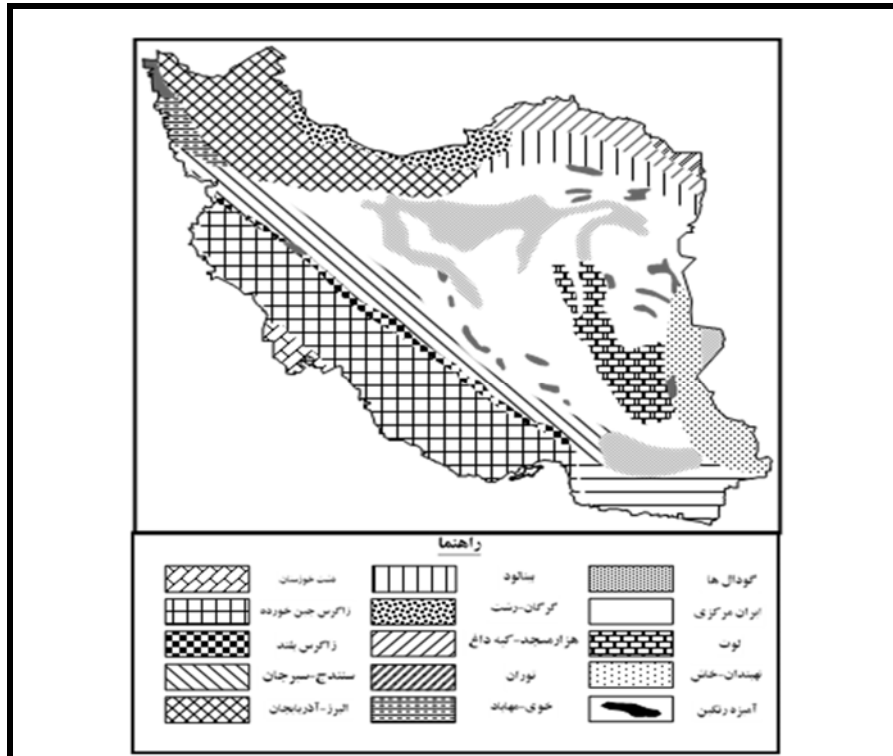


نقشه شماره (۱-۱) موقعیت ریاضی محدوده مورد مطالعه

۱-۷-۲- موقعیت زمین شناسی

حوضه مورد مطالعه در تقسیم بندی کلان سیستم های زمین ساختی ایران (اشتوکلین ۱۹۶۸) در زون زاگرس چین خورده قرار دارد که با ساخت زمین شناسی ساده و ملایم شامل مجموعه‌ای از رشته آنتی کلینالهای فشرده و نزدیک به هم با امتداد شمال غرب - جنوب شرق که از طرف پائین به دشت خوزستان از طرف بالا به زاگرس رورانده منتهی شده است. زاگرس چین خورده در جنوب غرب ایران قرار گرفته و پهنای آن در حدود ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلومتر تخمین زده می‌شود و احتمالاً در برخی نواحی به

زیر زاگرس رورانده کشیده می شود. و در آن رسوبات پالئوزوئیک ، مزوزوئیک و ترشیری به طور هم شیب روی هم قرار دارند که در پلیوسن تغییر شکل یافته و چین خورده اند. (درویش زاده، ۱۳۷۰: ۱۹۹).



مآخذ: ژئومورفولوژی ایران - جداری عیوضی

نقشه شماره (۱-۲-) موقعیت زمین شناسی رودخانه خرم آباد

رودخانه خرم آباد در تنگ شیخون، از بخشی از یال شمال شرقی تاقدیس خرم آباد شامل سازندهای کشکان، امیران و آسماری عبور کرده به شمالی ترین بخش دشت خرم آباد وارد می شود، این قسمت (قسمت اول) تا حوالی روستای بهرام جو امتداد دارد. سپس رو به جنوب شرقی و موازی با ساختار زمین شناسی منطقه در بخش آهک های مارنی کرتاسه که با ضخامتی از نهشته های ناپیوسته کوارترنر پوشیده شده است، جریان می یابد. این محدوده (قسمت دوم) از حوالی روستای بهرام جو تا دره گرم ادامه دارد. در قسمت سوم از روستای دره گرم مجدداً رودخانه به طور عرضی وارد هسته تاقدیس خرم آباد می شود که در این بین گسله پس رانده شمال خرم آباد و بخش مرکزی تاقدیس خرم آباد را قطع می کند و تا ورودی رودخانه کرگانه به خرم آباد پیش می رود.

در قسمت چهارم رودخانه خرم آباد با ویژگی های کم و بیش همانند، تا گل وران بالا، در عرض تاقدیس خرم آباد پیش می رود و قسمت پنجم از گل وران تا ورده رودخانه از عرض تاقدیس و گسله خرم آباد

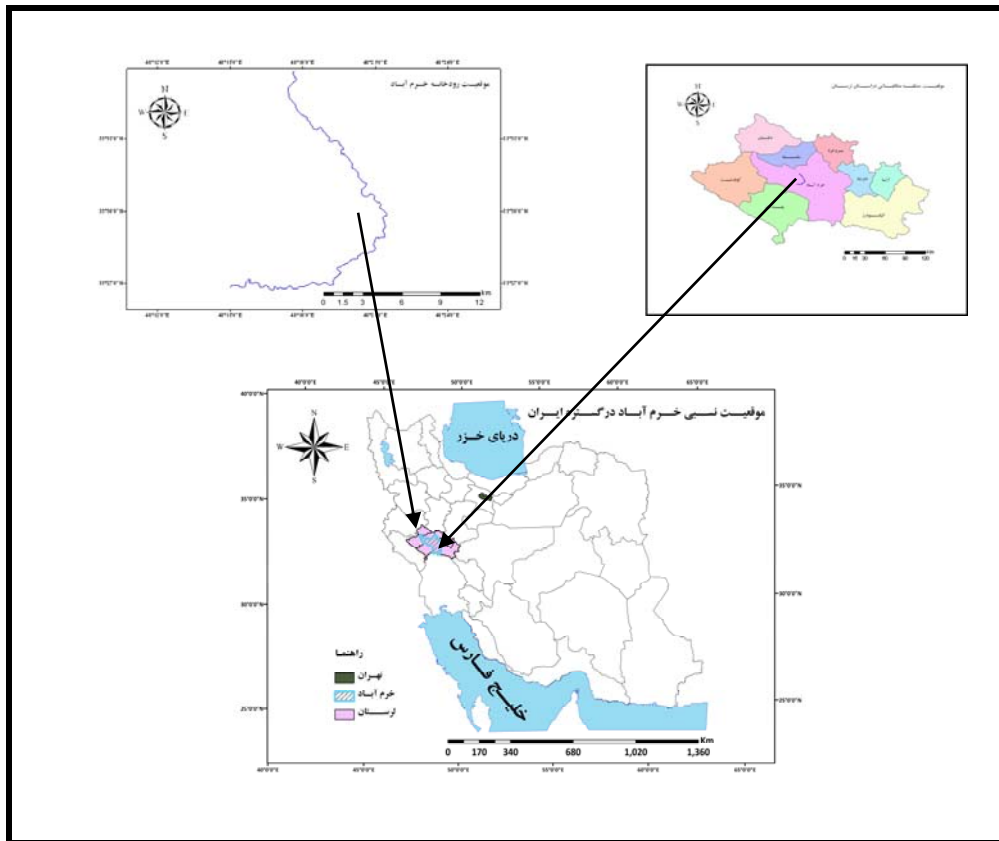
گذشته، وارد دشت جنوبی خرم‌آباد می‌گردد و در امتداد پهنه گسلی خرم‌آباد پیش می‌رود. سنگ‌های قسمت دوم از کم مقاومترین سنگ بستر در این محدوده مطالعاتی می‌باشند و در قسمت چهارم سنگ بستر از نوع شیل‌های آهکی و آهک‌های رسی است که چندان مقاوم نمی‌باشند. بخش‌های محدب مربوط به سنگ شناسی‌های مقاوم یا افزایش‌های زمین‌ساختی هستند. در مقابل، بخش‌های مقعر، سنگ شناسی نامقاوم و یا فرونشست‌های زمین‌ساختی را نشان می‌دهد. پروفیل عمومی بستر رودخانه حالت نزدیک به مقعر دارد و این حالت متعلق به سیستم‌هایی است که قدرت حفر بسیار بالایی داشته یا در نواحی فرونشینی جاری هستند و یا از ترکیب سنگ شناسی ضعیف و نامقاومی در برابر فرسایش برخوردارند در کیلومترهای ۱۸ تا ۲۹ رودخانه به حالت محدب تبدیل می‌شود که نشان از تغییر از حالت طولی به عرضی و عبور از مجموعه تاقدیس و گسله‌های خرم‌آباد دارد.

به طور کلی سه سطح زمین ریختی اصلی پادگانه‌های کهن، میانه و جدید در سراسر طول مسیر، شناسایی شده است که کم و بیش در همه درازای رود قابل تشخیص هستند. قدیمی‌ترین پادگانه آبرفتی، به طور عمومی از ذرات ریزدانه تشکیل شده است که در لابه‌لای آن قلوه‌سنگهای چند سانتی‌متری پراکنده دیده می‌شود. این بخش با سیمان آهکی کاملاً به هم چسبیده‌اند. پادگانه میانه بیشتر از ذرات دانه بوده، سیمان آهکی کمتر و نیز پایداری نسبی کمتری از پادگانه‌های کهن دارد. سطوح پادگانه جدید به نسبت کمتر بوده و در بیشترین مقدار به ۴ متر می‌رسد. از لحاظ وضعیت عمومی ضخامت آبرفت در طول مسیر و دشت رودخانه خرم‌آباد از ۴ متر تا ۱۵۰ متر متغیر است. اندازه ذرات آبرفت‌ها عموماً درشت دانه (درشت تراز ماسه - در حد شن و قلوه سنگ) بوده و از تراکم نسبتاً بالایی برخوردارند. بیش از ۷۰ درصد بخش آبرفتی از گونه درشت‌دانه و ۲۵ درصد آن دانه متوسط (ماسه و سیلت) و نزدیک به ۵ درصد آن ریزدانه است. فراوانی درشت‌دانه‌ها در بخش‌های شمالی رودخانه بیش از بخش مرکزی (دره گرم‌بالا) است و با ورود به دشت خرم‌آباد دوباره نسبت درشت‌دانه‌ها افزایش می‌یابد. در بیش از ۹۰ درصد مسیر رودخانه خرم‌آباد ضخامت آبرفت زیاد است (بیش از ۵ متر). از لحاظ مصالح تشکیل دهنده بستر، بخش رودخانه‌ای، دارای درشت‌دانه‌های قلوه سنگی است که در خمیره‌ای از ماسه و سیلت قرار گرفته‌اند.

۱-۷-۳- موقعیت استان لرستان و راههای دسترسی به منطقه

استان لرستان با مساحت حدود ۲۸۲۹۰ کیلومتر مربع بین ۳۲ درجه و ۳۹ دقیقه و ۴ ثانیه تا ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه و ۴۰ ثانیه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵۰ دقیقه و ۱۶ ثانیه تا ۵۰ درجه و ۱ دقیقه و ۱۰ ثانیه طول شرقی در غرب کشور قرار دارد. این استان از شمال با استان همدان، از شمال شرق با استان مرکزی، از

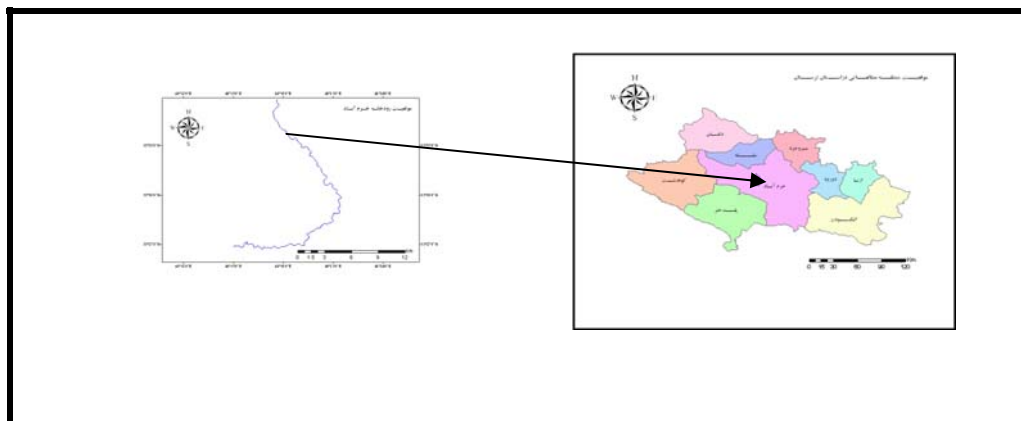
شرق با استان اصفهان، از جنوب شرق با استان چهارمحال و بختیاری، از جنوب با استان خوزستان، از غرب با استان ایلام و از شمال غرب با استان کرمانشاه مجاور است نقشه (۱-۳).



نقشه شماره (۱-۳) موقعیت راههای دسترسی به رودخانه خرم آباد

۱-۷-۵- موقعیت اداری و سیاسی منطقه

ایران بر طبق تقسیمات کشوری شامل ۳۱ استان است که استان لرستان در غرب آن قرار دارد و برپایه آخرین تقسیمات کشوری سال ۱۳۸۵ استان لرستان متشکل از ۹ شهرستان و دربرگیرنده ۲۳ شهر، ۱۸ بخش و ۸۳ دهستان بوده است. در این میان شهرستان خرم‌آباد به عنوان مرکزیت سیاسی استان متشکل از ۶ شهر، ۶ بخش و ۲۲ دهستان و ۸۰۲ آبادی بوده است (سازمان آمار ایران ۱۳۸۵). در سال ۱۳۵۵ این شهرستان دارای ۴ شهر و ۴۸ دهستان و در سال ۱۳۶۵ دارای ۵ شهر و ۴۳ دهستان بوده است. (پژوهشکده اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۴، طرح جامع توسعه استان لرستان، سازمان مدیریت برنامه ریزی استان لرستان).



نقشه شماره (۱-۴): موقعیت سیاسی رودخانه خرم آباد

۱- ۷- ۶- موقعیت هیدرولوژیکی

دقیق ترین مطالعه در مورد تقسیم حوضه های آبریز ایران متعلق به هیأتی است که سرپرستی آن را آقای ا. ج، باکر، کارشناس سازمان جهانی خوار و بار و کشاورزی بر عهده داشت و بعد از سالهای ۱۳۳۰ در ایران مشغول کار بودند. این هیأت کشور ایران را به شش حوضه منطقه ای تقسیم کرده و شماره گذاری اعشاری کلیه رودخانه های ایران را انجام داده است. براساس این تقسیم بندی کشور ایران به شش حوضه آبریز تقسیم شده است (بدیعی، ۱۳۶۲).

H1 - حوضه آبریز دریای خزر که در شمال ایران واقع است.

H2 - حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان که مناطق غربی و جنوب غربی و جنوب کشور را در بر گرفته و تا جنوب شرق کشور ادامه می یابد.

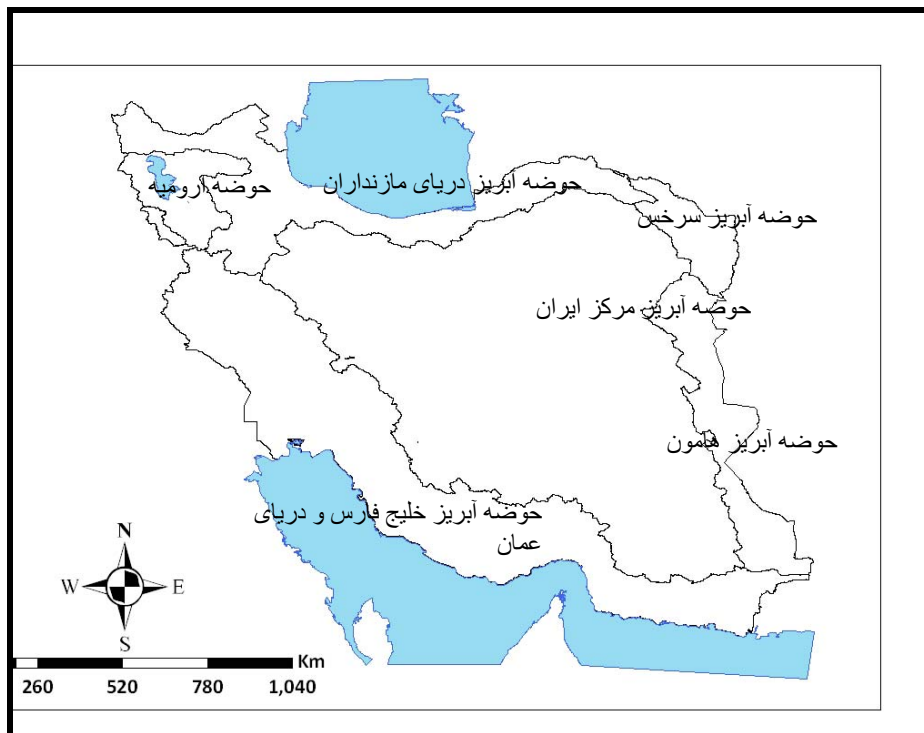
H3 - حوضه آبریز دریاچه ارومیه که مناطق شمال غرب کشور را شامل می شود.

H4 - مجموعه حوضه های بسته داخلی ایران را تشکیل می دهد و شامل ۷ زیرحوضه کوچکتر است.

H5 - حوضه دریاچه هامون که مناطق شرقی کشور را شامل می شود.

H6 - حوضه دشت قره قوم که به حوضه سرخس نیز معروف است ونواحی شمال شرق کشور را در بر می گیرد.

منطقه مورد مطالعه در حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان واقع است که یکی از، مجموعه حوضه های H2 محسوب می شود. حوضه آبریز خرم آباد خود مشتمل بر ۲ زیر حوضه کرگانه و کاکاشرف میباشد و مساحت کل حوضه برابر ۱۳۰۵ کیلومتر مربع میباشد. نقشه (۱-۸-۸-) موقعیت حوضه های شش گانه ایران را نشان میدهد.



نقشه ۵-۱: موقعیت حوضه های شش گانه ایران

مأخذ: بولتن وضعیت منابع آب، وزارت نیرو، ۱۳۷۰

۷-۲-۱- پایگاه اطلاعات جغرافیایی منطقه

این پایگاه مشتمل بر نقشه های توپوگرافی و عکسهای هوایی منطقه مورد مطالعه بشرح ذیل می باشد:

۱-۷-۲-۱- نقشه های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰

منطقه مورد مطالعه در برگ شماره ۹-۳۹ N سری K۵۵۱ نقشه توپوگرافی به مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ به نام خرم آباد، که از سوی سازمان نقشه برداری کشور به چاپ رسیده، واقع گردیده است.

۱-۷-۲-۲- نقشه توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰

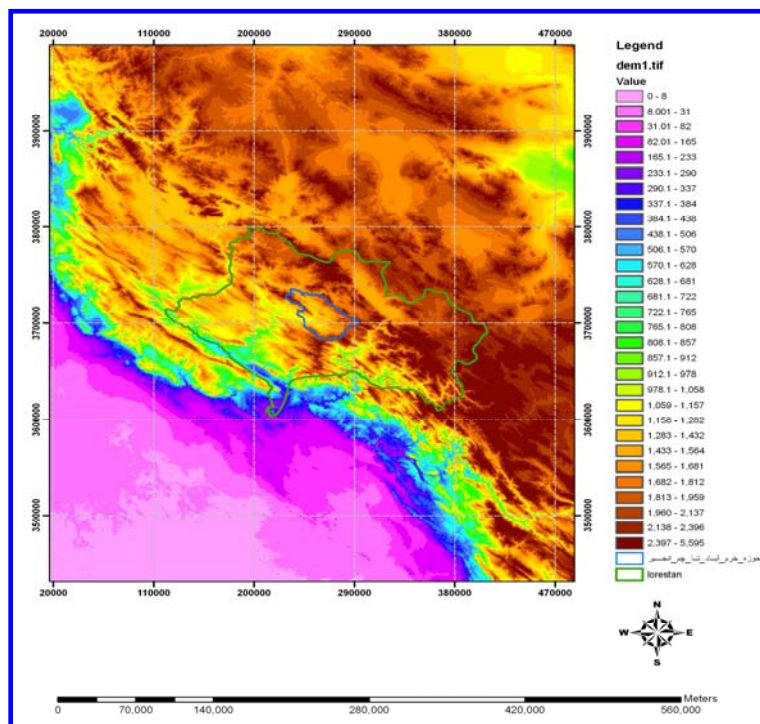
همچنین "دو برگ از نقشه های توپوگرافی به مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ به شماره 5657II خرم آباد قطعه ۲ و 5656I خرم آباد از سوی سازمان جغرافیائی نیروهای مسلح فضای منطقه مورد مطالعه را پوشش می دهند.

۱-۷-۳- عکس های هوایی منطقه

عکس های هوایی منطقه مورد نظر (به مقیاس ۱/۲۰۰۰۰) که توسط سازمان نقشه برداری کشور در سال ۱۳۴۷ تهیه گردیده و مسیر مورد مطالعه بر روی آنها مورد بررسی قرار گرفت.

۱-۷-۴- DEM و وضعیت توپوگرافی محدوده طرح

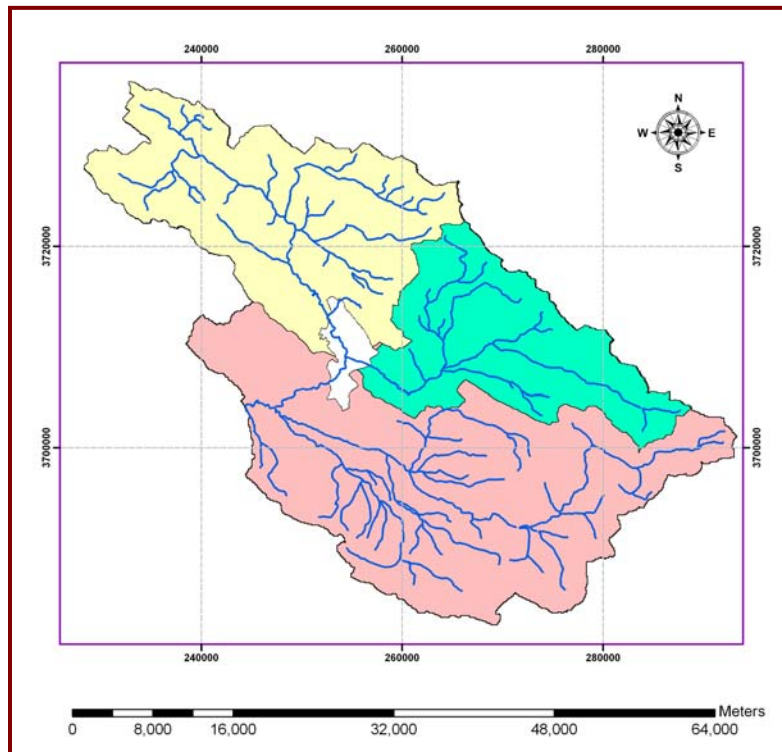
جهت شناخت بیشتر از محدوده طرح ابتدا با استفاده از نقشه های رقومی SRTM ۳ بعدی DEM محدوده طرح تهیه گردید. DEM مربوطه در نقشه شماره (۱-۶) نشان داده شده است. در این نقشه حوضه رودخانه خرم آباد تا محل چم انجیر به رنگ آبی و محدوده استان لرستان به رنگ سبز نشان داده



نقشه شماره (۱-۶): DEM محدوده طرح

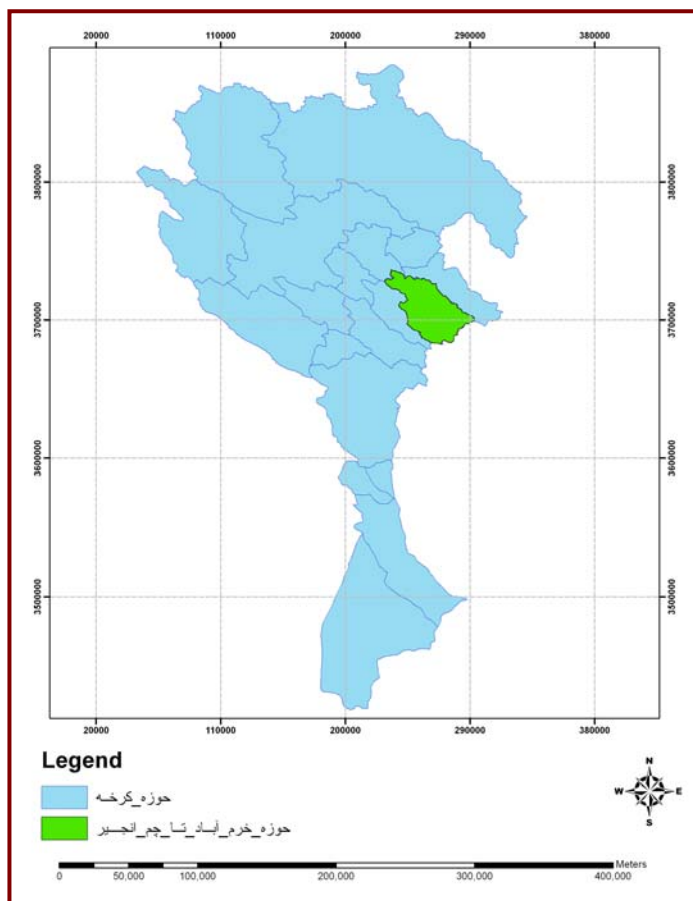
شده است. مشخص نمودن شاخه های فرعی و هم چنین آبراهه های یک حوضه آبخیز و تعیین حد و مرز بین حوضه ها را تقسیم بندی حوضه به واحدهای هیدرولوژیکی می نامند. تقسیم بندی یک حوضه به واحدهای هیدرولوژیکی به عوامل متعددی بستگی دارد که می توان مساحت حوضه آبخیز، وضعیت شبکه آبراهه های اصلی و فرعی، تراکم آبراهه در حوضه، اهداف مطالعه و نحوه الحاق شبکه آبراهه ها به رودخانه اصلی را نام برد.

نقشه شماره (۷-۱) نقشه محدوده شهر و زیرحوضه‌های آبخیز محدوده طرح و نقشه شماره (۸-۱) نقشه موقعیت حوضه رودخانه خرم آباد از محل تنگ شیخون تا محل ایستگاه هیدرومتری چم انجیر نسبت به حوضه رودخانه کرخه را نشان می‌دهد.



نقشه شماره (۷-۱) نقشه محدوده شهر و زیرحوضه‌های آبخیز محدوده طرح

نقشه شماره (۷-۱): در این نقشه حوضه‌های محدوده شهر به رنگ سفید و مرز حوضه‌ها به رنگ مشکی نشان داده شده است. همانطور که در شکل نیز دیده میشود رودخانه خرم آباد از سمت شمال غربی شهر وارد شهر خرم آباد شده و سپس مابین پل شهدا و پل صفوی در شهر خرم آباد رودخانه کرگانه که از سمت جنوب شرقی وارد شهر شده را دریافت نموده و سپس از سمت جنوب غربی شهر از شهر خارج می‌شود.



نقشه شماره (۸-۱): نقشه موقعیت حوضه رودخانه خرم آباد

در این نقشه حوضه رودخانه خرم آباد از محل تنگ شیبخون تا محل ایستگاه چم انجیر نسبت به حوضه رودخانه کرخه نشان داده شده است.

فصل دوم

ژئومورفولوژی منطقه مطالعاتی

۲-۱ مقدمه

واژه ژئومورفولوژی^۱ را که اولین بار کیت^۲ در سال ۱۸۹۴ به کاربرد موضوعی دانشی بود که در مورد تعلق آن به رشته جغرافیا یا زمین شناسی نظریات متعددی مطرح شد. بیشتر این تفاوت‌های نظری از آنجا ناشی میشود که در این واژه لغت زمین^۳ بکار رفته و بسیاری تصور کرده اند که مفهوم شناخت^۴ به زمین معطوف است و بنابراین گاهی از این واژه زمین شناسی سطحی به جای ژئومورفولوژی استفاده کرده اند. (رامشت، محمد حسین، ۱۳۸۵)

اصول موضوعه این علم که به شناخت فرم ارضی^۵ معطوف است، شامل عناصر شکل شناسی و عوامل موثر در آن ایجاد میشود و در طول چند دهه اخیر با طرح دیدگاه اکولوژیک، نئوکاتاکلیسم، منطق فازی، دیدگاه سیستمی و کیاس در جغرافیا که همواره به طرح نظریات جدید و بحث انگیز در حوضه جغرافیا انجامیده بیشتر مدیون تلاش ژئومورفولوژیستها بوده است. این پویایی سبب شده که نحوه تحلیل فرمهای ارضی نیز دستخوش تغییر و تحول گردد. به نحوی که تحلیل فرم و فرآیند در عصر کنونی جایگزین تحلیل فرم در عصر دیویس و فرآیند در عصر حاکمیت دیدگاه کاتاکلیسم شود. (رامشت، محمد حسین، ۱۳۸۵)

^۱ geomorphology

^۲ keith

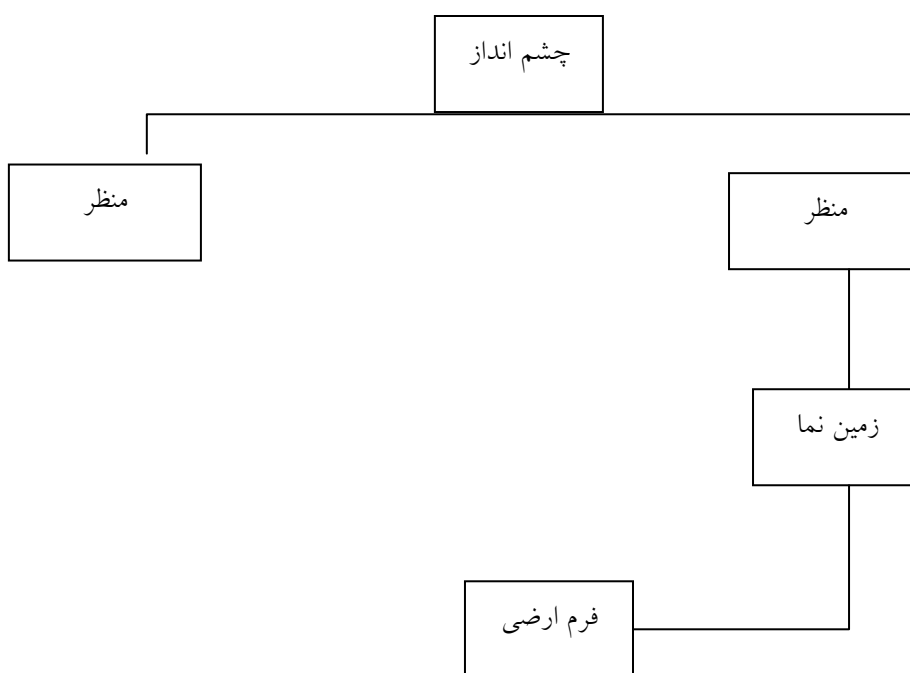
^۳ geo

^۴ logy

^۵ Landform morphology

۲-۲- واحد فرمی در ژئومورفولوژی

مبنای طبقه بندی واحدهای فرمیک در ژئومورفولوژی نظریه سلسله مراتبی^۱ است. در این شیوه هر واحد تقسیمی مرکب از چند واحد کوچکتر است و در زمره اجزاء آن تلقی میشود. به عبارت دیگر این نوع طبقه بندی از نظر ساختاری با طبقه بندی هایی که در گیاه شناسی، جانور شناسی و خاک شناسی جدید بکار میرود مشابه است. در ژئومورفولوژی بزرگترین واحد فرمی چشم انداز^۲ است و هر چشم اندازی شامل چند منظر^۳ میشود. مناظر ژئومرفیک شامل سطوح ارضی است. واحد سوم در طبقه بندی فرمیک، زمین نما^۴ است. این واحد تاثیر پذیری فرمها از بافت و جنس اراضی را بر مبنای مقاومت آنها در برابر فرسایندها بیان میدارد و در نقشه های ژئومورفولوژی با عنوان مواد مادری روی نقشه ها منعکس میشود. در واقع این واحد رابطه بین مواد مادری و فرمهای اراضی^۵ را مشخص میکند. کوچکترین و آخرین واحد تقسیمی در ژئومورفولوژی فرم ارضی است. در این واحد پدیده های ژئومورفولوژی شناسایی و بر حسب فرآیند نمادین میشوند (رامشت، محمد حسین، ۱۳۸۵). شکل (۱-۲).

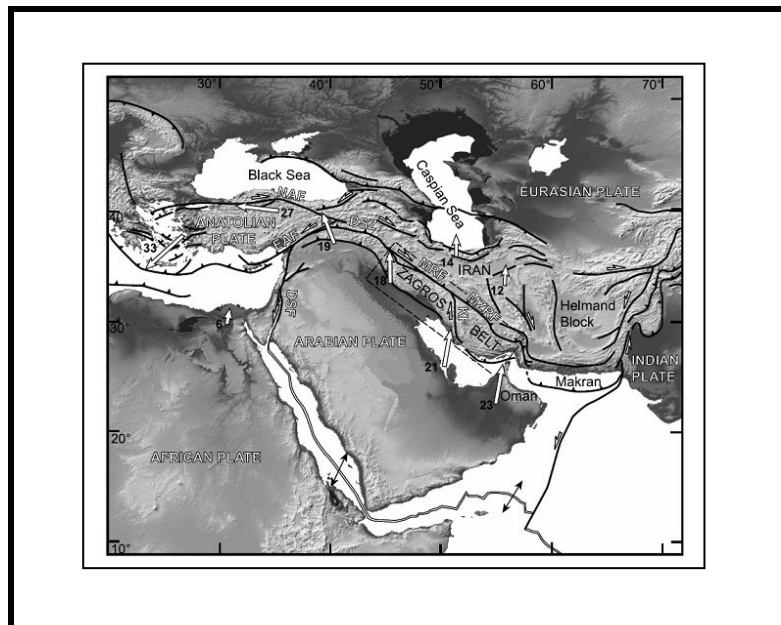


شکل (۱-۲) واحدهای فرمی در ژئومورفولوژی (رامشت، محمد حسین، ۱۳۸۵)

^۱ Hierarchy theory
^۲ landscape
^۳ Land view
^۴ Land feature
^۵ Land form

۳-۲- زاگرس چین خورده

رشته کوههای زاگرس با طولی در حدود ۲۰۰۰ کیلومتر و عرضی بین ۲۵۰ الی ۳۵۰ کیلومتر و امتداد شمالغرب، جنوب شرق قسمتی از کمربند چین خورده سراسری آلپ هیمالیا بوده و فلات ایران مرکزی را از قسمت جنوب جدا نموده است. رشته کوه مذکور جزء کمربندهای سنوزوئیک می باشد (اونز، ۲۰۰۴). این رشته کوه بلند نتیجه همگرایی صفحه عربی و خرده صفحه ایران مرکزی در نتیجه گسترش بستر دریای سرخ است. باز شدن دریای سرخ باعث شده تا صفحه عربستان در جهت $E 13^\circ$ به سمت شمال شرق حرکت کرده و باعث ایجاد کوههای زاگرس شود. عددهای کنار فلش های سفید سرعت حرکت لیتوسفر را به میلی متر در سال نشان میدهد. (خسروی، قاسم، ۱۳۸۸)



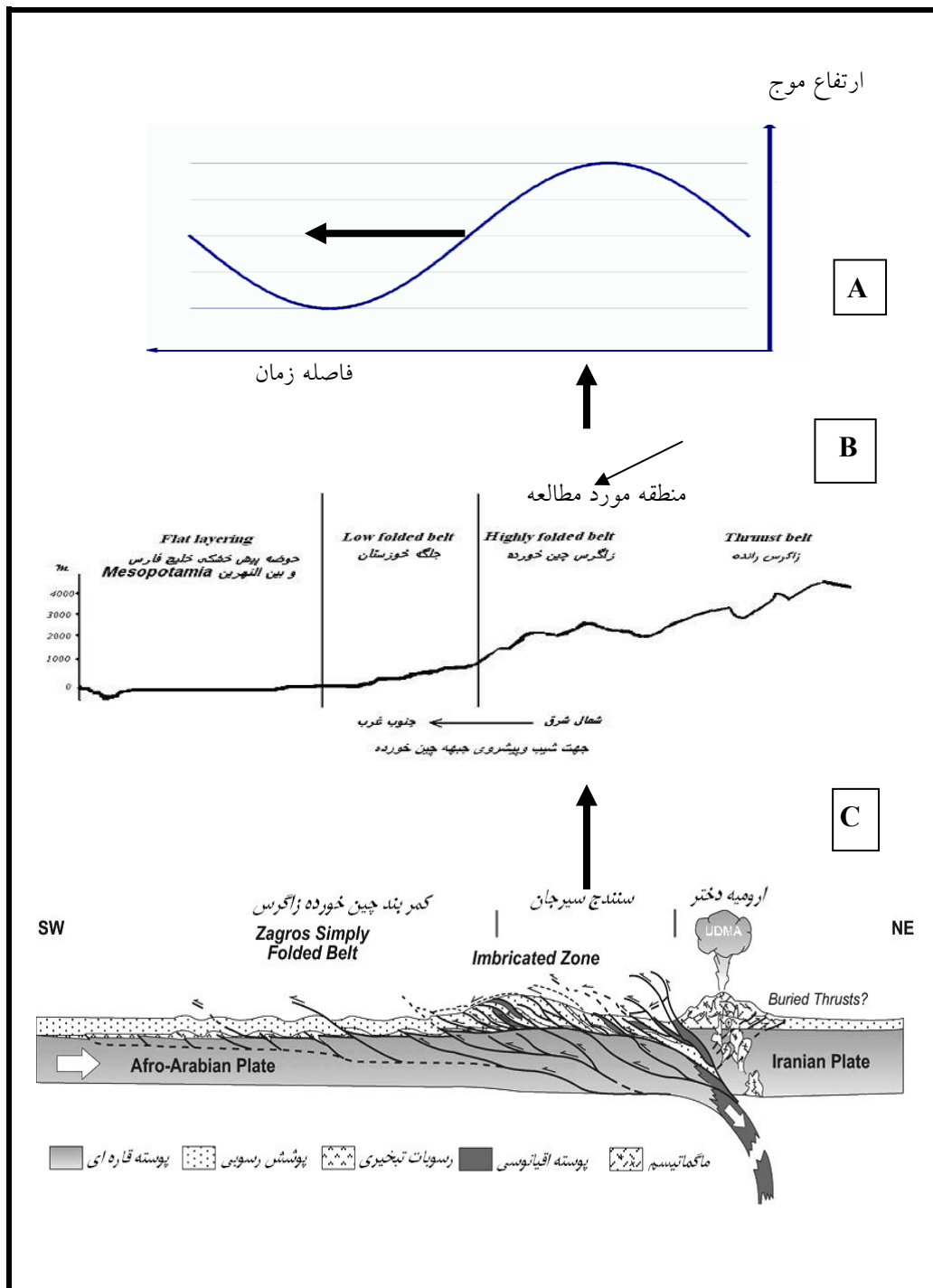
شکل (۲-۲) نقشه خاورمیانه و کمربند سراسری آلپ هیمالیا (خسروی، قاسم، ۱۳۸۵)

تداوم حرکت صفحه عربی به سمت خرده صفحه ایران مرکزی منجر به برخورد و در بعضی از نقاط به خصوص در قسمت جنوب شرق به فرورانش پوسته اقیانوسی دریای عمان به زیر زون مکران شده است. نرخ حرکت لیتوسفر در حدود ۲۴ تا ۲۸ میلیمتر در سال و جهت آن $E 13^\circ$ می باشد. این در حالی است که حرکت لیتوسفر در قالب دو حرکت امتداد لغز راست گرد و عمود بر جهت فشارش صورت می گیرد (ورنات، ۲۰۰۴). ناحیه جنوب غرب کمربند چین خورده زاگرس (نام قدیمی تاق و پاتاق) (رامشت، ۱۳۸۷) به عنوان جبهه تغییر شکل امروزی در نظر گرفته می شود. در این قسمت تغییر شکل ها هنوز کاملاً توسعه نیافته و هم اکنون نیز در حال تکوین می باشد. این جبهه در حاشیه شمال شرق حوضه پیش خشکی خلیج فارس قرار گرفته و به سمت جنوب غرب در حال حرکت می باشد (علوی، ۲۰۰۴) به

عبارت دیگر برخورد دو صفحه قاره ای به یکدیگر در حاشیه صفحه عربی به ترتیب باعث ایجاد زون های رورانده، چین خورده و فورلند^۱ شده است .

(شکل ۲-۳ A-B-C) در کمر بند چین خورده زاگرس حرکت صفحه عربی به سمت ایران مرکزی باعث ایجاد و گسترش چین خوردگی بروی رسوبات پوششی این صفحه می شود (علوی، ۱۹۹۴) (شکل B-) مقطع عرضی کوهستان زاگرس که به ترتیب شامل زون های چین خورده و چین نخورده و جلگه بین النهرین خلیج که با نام اختصاصی مزوپوتامیای خلیج فارس شناخته میشود . مزوپوتامیای خلیج فارس فورلند زاگرس به حساب می آید. (بدون مقیاس) مدل ساده شده موج روان در نتیجه گسترش جبهه چین خورده و جابجایی خط القعر منطقه. ماخذ (خسروی ، قاسم، ۱۳۸۸)

^۱ ناحیه فروافتاده در قسمت عقب منطقه برخورد دو قاره است . مزوپوتامیای خلیج فارس فورلند کوههای زاگرس بحساب می آید



شکل (۲-۳) کمر بند چین خورده زاگرس (خسروی، قاسم، ۱۳۸۸)

با حرکت بیشتر صفحه عربی تغییر شکل به سمت جنوب غرب گسترش یافته و در نتیجه حرکت جلگه بین النهرین در جهت جنوب غرب ادامه پیدا میکند. در واقع تمامی این فرایندها را می توان بصورت مدل ساده شده ای از یک ابر موج معرفی نمود که کمر بند چین خورده زاگرس قله موج و خط القعر منطقه (جلگه بین النهرین) فرود موج به حساب آمده و موج مذکور طی دوران سوم زمین شناسی حرکتی بسیار تدریجی را بسوی جنوب غرب داشته است (شکل - A). بر این اساس هر ناحیه در ابتداء در خط القعر منطقه بوده سپس به تدریج بالا آمده در حاشیه حوضه رسوبگذاری قرار گرفته و چین خورده، ارتفاع پیدا میکند. نکته قابل توجه در جابجایی موج مزبور تغییر ارتفاعی هر ناحیه در قالب حرکات تکتونیکی بوده که فرایندهای جاری در ناحیه همینطور فرم ها را تحت تاثیر خود قرار داده است. (خسروی، قاسم ۱۳۸۸،

۲-۴- اشکال ژورائی (آکار دئونی)

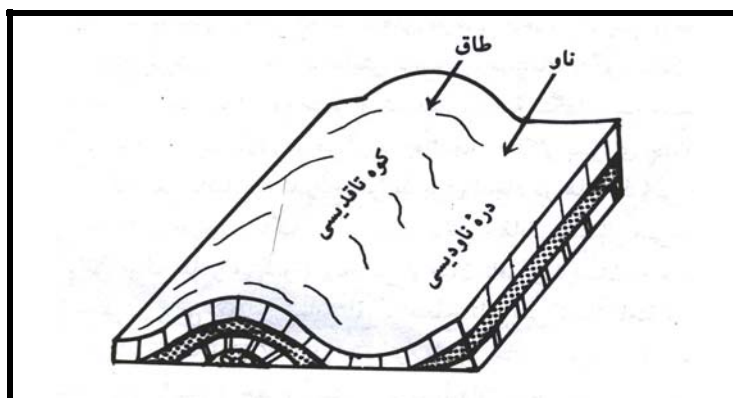
اشکال ژورائی (اولین بار در ژورای فرانسه مشاهده شدند) مخصوص چین خوردگی های محلی است. در این چین خوردگیها اصولاً کوهها منطبق بر تاقدیسهها و دره ها منطبق بر ناودیسها می باشند. چنین سیستمی را می توان ساده یا ژورائی و یا آکار دئونی نامید. با صرف نظر از اختلافات منطقه ای در الگو و انواع لندفرمها در مجموعه کوهستانی منطقه زاگرس، اشکال مشخص ژئومورفولوژی در ارتباط با سنگ شناسی آب و هوا و عوامل برهنه سازی و ناپایداری تکتونیکی جدید وجود دارد که در همه جا به چشم میخورد. از مهمترین آنها که در منطقه لرستان و منطقه مورد مطالعه وجود دارد، میتوان گردنه های متقاطع و با ریکی را نام برد که به تنگ معروف اند. بنابراین دو عارضه زمین ساختی طاق^۱ و ناو^۲ به ترتیب منطبق بر طاقدیسها و ناودیسها هستند. (شکل ۲-۴) طاق واحدی از سنگ مقاوم است که قوس آن حالت تاقدیسی دارد. شبکه آبهای جاری در سیستم زاگرسی دارای آرایش منظمی است که آنرا شبکه های نیزه ای می نامند با توجه به سبک چین خوردگی (چین های راست، مایل، افکنده، متقارن، نامتقارن، و...) خصوصیات پیکر شناسی، تاقتها و ناوها متفاوت خواهد بود. در سریهای رسوبی با تناوب سنگهای سخت و سست (آهک و مارن و...) فرسایش اشکال معکوسی به وجود می آورند که مغایر شکل اولیه ساختمانی آنها می باشند، مانند (دره تاقدیس) کمب^۳ و ناو معلق (وال پرشه^۴). (محمودی، فرج اله، ۱۳۸۳)

^۱ MONT

^۲ VAL

^۳ VAL

^۴ VAL-PERCHE



شکل (۲-۴) تاقتها و ناوها به صورت کوه ها و دره ها ظاهر می شوند.

(مآخذ محمودی، فرج اله، ۱۳۸۳)

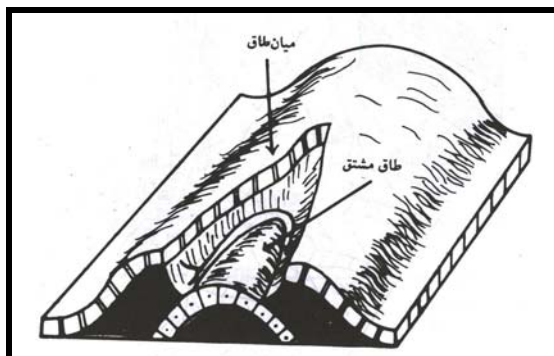
دره تاقدیسی با میان تاق ، بریدگی است که در محل لولای تاقدیس و در امتداد سطح محور بر فراز تاقدیس بر اثر فرسایش بوجود می آید. چنانچه ضخامت طبقه سست زیاد باشد جریان آبها پس از شکافتن طبقه سخت فوقانی به سرعت در طبقه سست توسعه یافته و بتدریج قسمت اعظم تاقدیس را از بین می برد و به جای آن دره های طولی درست ، در محل لولای چین تاقدیسی بوجود می آورد پیدایش این دره منشاء های متفاوتی دارد:

۱- گاهی هنگام چین خوردن سنگها قسمت فوقانی تاقدیس در امتداد سطح محور می شکنند و شکافی طولی در سقف تاقدیس به وجود می آورد. فرسایش کاوشی آبها در داخل این شکاف نهایتاً دره میان تاق را ایجاد می کند.

۲- در صورتیکه محور چین های تاقدیسی به صورت منحنی کوژی به سمت فضا باشد چین ها دارای فرود مضاعف خواهند بود. جریان آبها در امتداد فرود محوری بتدریج بستر خود را در سقف تاقدیس پایین برده و به کمک عوامل فرسایش جانبی آن را توسعه می دهند و بدین ترتیب گسترش دره میان تاق به زیان اسکلت تاقدیس شکل میگیرد.



شکل (۲-۵) دره یالی در یک چین نامتقارن. (مآخذ محمودی، فرج اله، ۱۳۸۳)



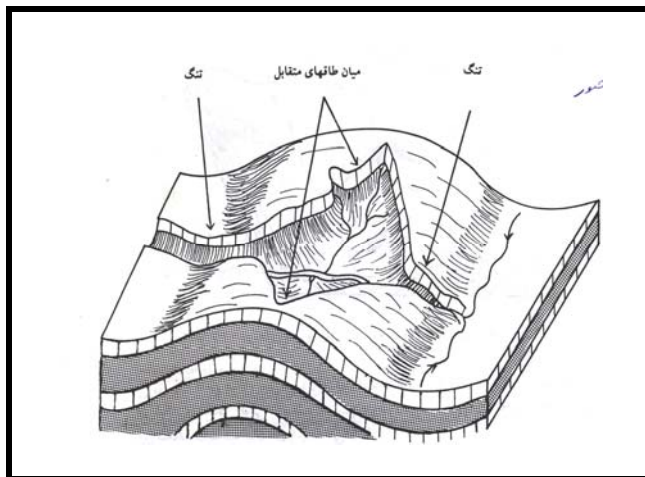
شکل (۶-۲) تاق مشتق و میان تاق قوسی. (مآخذ محمودی، فرج اله، ۱۳۸۳)

۲-۵- تنگهای زاگرس

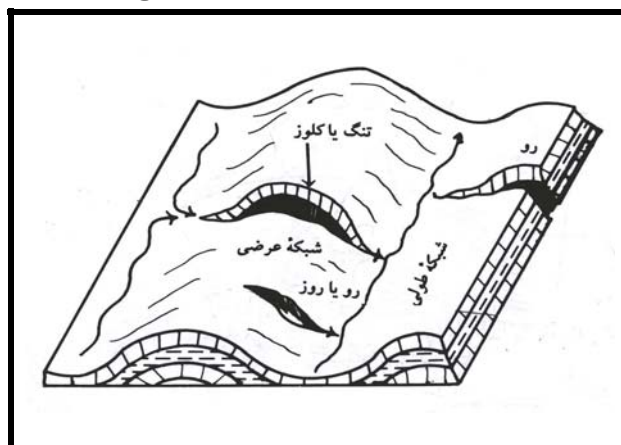
پهلوی طاقها اغلب بوسیله شبکه آبهای روان بریده شده اند که اصلاحاً رو^۱ یا روز^۲ (دره یالی) نامیده می شوند. اما ناوها منطبق بر چینهای ناودیسی می باشند. شبکه های طولی آنها از داخل آنها میگذرند. شبکه های عرضی آنها که امتداد سطوح محور طاقدیسیها را قطع میکنند، دره های عمیقی به اسم تنگ^۳ به وجود می آورند و دو ناودیس مجاور را به یکدیگر ارتباط می دهند (تنگ شیخون، تنگ چوگان، تنگ ملاوی و... در زاگرس) پدیده عدم انطباق سیستم زهکشی با ساختمان زمین شناسی در کوههای زاگرس به طور مشخص در دره های عرضی دیده می شود که نتیجه برخورد سیستم زهکشی ناموزون با هر یک از موانع موجود در عوامل ساختاری می باشد. در منطقه زاگرس هر یک از دره های باریک تنگ نامیده می شوند. تنگها از نشانه های سیستم زهکشی ناموزون در واحد زاگرس چین خورده می باشند. تنگها در این واحد، خصوصاً در محلهای بریده شدن تاقدیس توسط رودخانه، باشکوهتر از جاهای دیگر جلوه می کنند. تعداد قابل توجهی از این نوع دره های تنگ در جبهه کوهستانی وجود دارند. یعنی در مکانی که سرانجام جریان سطحی بخش داخلی از کوهستان عبور کرده و وارد بخشهای جلویی^۴ کوهستان (متشکل از مواد آواری) می شود. تنگهای زاگرس از نظر گسیختگی در راههای ارتباطی اصلی دارای اهمیت خاصی هستند، زیرا به علت وجود رودخانه ها عبور از آنها به دشواری صورت میگیرد. (ابرلندر، تئودور، ۱۳۷۸) پس از ایجاد تنگها یعنی زمانی که شبکه های عرضی محور تاقدیس را قطع کردند، دره به تدریج عمیق و پهن می شود. عوامل فرسایش دامنه ای، همزمان با گود شدن دره بر اثر فرسایش آب،

RU¹
RUZ²
CLUSE³
foreland⁴

تدریجاً به صورت ریزش و لغزش و شستشو، دامنه تنگها را به سمت عقب گسترش داده و به صورت دره نسبتاً بازی در می آورد. چنانچه حداکثر پسروری جدار تنگها در حوالی لولای چینهای تاقدیسی باشد، به تدریج شرایط برای ایجاد دره در امتداد محور فراهم می شود. نهایتاً در طرفین تنگ دو دره میان تاقی تشکیل می شوند و به صورت شاخه های فرعی تنگ ظاهر می شوند (بخشی از میان تاقهای لرستان در مسیر جاده خرم آباد- ملاوی) (شکل ۲-۷) اگر این میان تاق بر سطح تاقدیس کاملاً نامتقارنی تشکیل شود دره یالی نامیده می شود. (شکل ۲-۸) در صورتیکه سری های رسوبی از تناوب طبقات سخت و سست تشکیل شده باشند و حفر و گسترش دره، طبقات سخت و سست فوقانی را از بین برده و سبب رخنمون طبقه سخت زیرین شود، قوس این طبقه تاق مشتق نامیده میشود. و بنابراین میان تاق قوسی شکل خواهد بود. در صورتیکه چنین شکل مشابهی در تاقدیس نسبتاً کوچک منفردی به وجود آید، دره تاقدیسی (میان تاق) در مجموع به صورت بیضی کشیده ای ظاهر میشود. اما اگر طول این درزها به چندین کیلومتر یا بیشتر برسد، در رابطه با ویژگی های ساختمان چین، مناظر متغییری به وجود می آورند.



شکل (۲-۷) دره های میان تاقی متقابل. (مآخذ محمودی، فرج اله، ۱۳۸۳)



شکل (۲-۸) دره های یالی و تنگ ها بوسیله شبکه عرضی ایجاد میشوند. (مآخذ محمودی، فرج اله، ۱۳۸۳)

۲-۶- تراسها

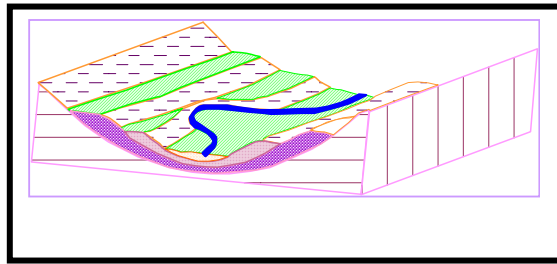
از جمله اشکال ژئومورفولوژیک که در نتیجه عملکرد آبها به وجود می آیند تراسها هستند که نشانه های تحولات دوران چهارم هستند. از دیدگاه ژئومورفولوژی تراسها عبارتند از: بریدگی رسوبات مربوط به دوره های مختلف رودخانه ها، که یکی بر روی دیگری به صورت پلکانهای کم و بیش منظم در دو ساحل رودخانه قابل مشاهده است (شمیرانی، ۱۳۷۲). از سوی دیگر کلمه تراس در زمین شناسی به قطعه زمین مسطح و یا تقریباً مسطحی اطلاق می شود که دارای لبه های شیبدار است و در طول حاشیه دریاها، دریاچه ها و رودخانه ها بوجود می آید (سیاهپوش، ۱۳۵۲). تراسها نتیجه شایع دوره های رسوبگذاری و فرسایش یک رودخانه می باشند، بدین مفهوم که در واقع وجود تراسها، ناشی از تناوب دوره های فرسایش و رسوبگذاری جریانهای آبی است و اگر چنین تناوبی تکرار شود این سطوح مختلف السطح ایجاد می شوند. از طریق مطالعه تراسهای آبرفتی می توان به تحولاتی که یک رودخانه یا جریان آبی پشت سر گذاشته، پی برد. و نیز تراسها، اطلاعات ذیقیمتی در مورد اوضاع اقلیمی و یا تکتونیک یک منطقه و پایین و بالارفتن سطح اساس آبها در اختیار ما می گذارند، لذا مطالعات تراسها در رودخانه از اهمیت بالایی برخوردار است. تراسها را بر حسب ژنز و منشأ آنها و اینکه تحت تأثیر چه عواملی تشکیل شده باشند به سه گروه ذیل تقسیم می نمایند:

الف - تراسهای کلیماتیک^۱ (آب و هوایی) که تشکیل آنها ناشی از کم و زیاد شدن آب رودخانه ها و یا پایین و بالا رفتن سطح اساس ناشی از عوامل اقلیمی در داخل قاره ها می باشند. که تراسهای موجود در منطقه مورد مطالعه از این نوع میباشند و از نظر شکل نیز پلکانی هستند.

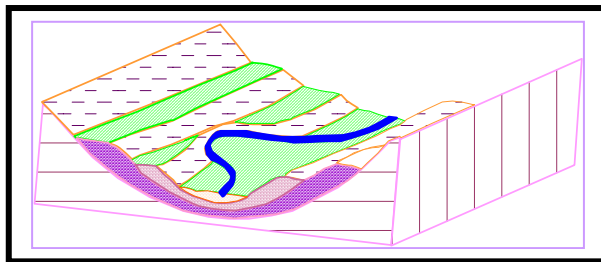
ب - تراسهای ائوستاتیک^۲: تشکیل این پادگانه ها نیز مانند تراسهای کلیماتیک منشأ اقلیمی دارد. با این تفاوت که تغییرات سطح اساس ناشی از عوامل اقلیمی در سواحل دریاها، موجب تشکیل آنها می گردد.

ج - تراسهای تکتونیک: این تراسها تحت تأثیر عوامل تکتونیک دورانی چهارم (نئوتکتونیک) تشکیل می گردند. تراسها از نظر شکل به انواع «تو در تو»، «پلکانی (مطبق)» و ... تقسیم می شوند.

Climatic Terraces^۱
Eostatic Terraces^۲



شکل شماره (۲-۹): نمایش شماتیک یک تراس کلیماتیک تو در تو (مأخذ: سیف، ۱۳۶۹)



شکل شماره (۲-۱۰): نمایش شماتیک یک تراس پلکانی یا مطبق (مأخذ: سیف، ۱۳۶۹)

۲-۷- مخروط افکنه

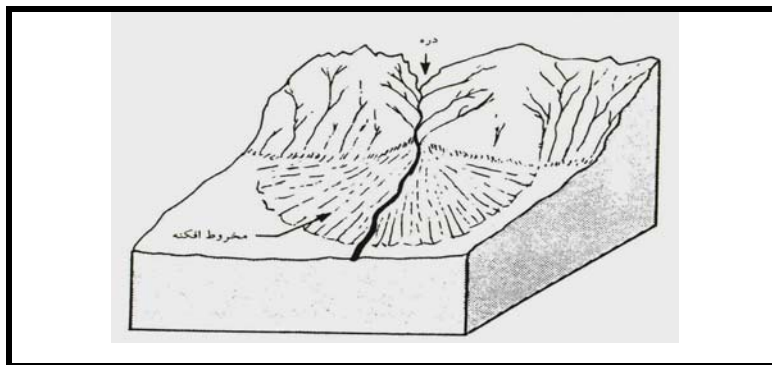
مخروط افکنه ها از جمله دیگر پدیده های تراکمی (انباشتی) آبرفتها هستند. مخروط افکنه بارزترین پدیده ژئومورفولوژی جریانی هستند. ^۱توان زمین ریختی ایجاد مخروط افکنه در حوضه های داخلی ایران بیشتر است، مخروط افکنه های ایران از نظر وسعت در بازه ای بین چند متر مربع تا چند هزار کیلومتر مربع را در بر میگیرند (مخروط افکنه نائین بزرگترین مخروط افکنه ایران است) (رامشت، عباسی، ۱۳۸۸). نام این عارضه از شکل تقریباً مخروطی آن در اثنای تراکم رسوب گرفته شده است. اصولاً در مسیر شبکه آبها در داخل حوضه آبریز هر جا توپوگرافی به صورت هموار یا نسبتاً هموار با شیب ملایم ظاهر شود، امکان تشکیل مخروطهای افکنه وجود دارد. این شرایط در داخل دشت های کوهستانی و در محل اتصال شاخه های فرعی به رودهای اصلی وجود دارد. مناسب ترین محل تشکیل مخروط افکنه ها در خروج کوهستانها و ورود شبکه آب به جلگه ها یا دشتهای وسیع قرار دارند. شبکه آبها را بر حسب اینکه حوضه انتهایی آنها به آبهای آزاد (رودهایی که به خلیج فارس میریزند) یا دریاچه های دائمی (رودهایی که به دریای خزر یا دریاچه اورومیه میریزند) ختم میشوند و یا به چاله های بسته داخلی بریزند (زاینده رود در گاوخونی، حبله رود در دشت کویر و...) به دو گروه تقسیم میکنند. در مورد اول جریانها را خارجی ^۲ و در مورد دوم جریانها را داخلی ^۳ میگویند. در شبکه های داخلی عارضه

^۱ Fluvial geomorphology

^۲ EXOREIQUE

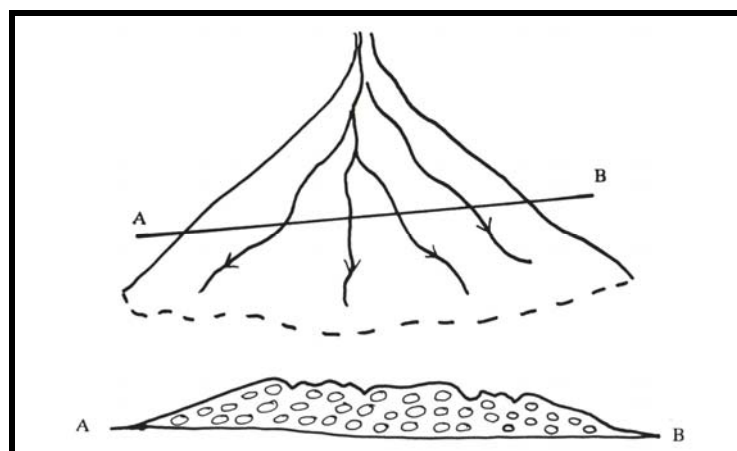
^۳ ENDOREIQUE

فوق را مخروط افکنه و در جریانهای خارجی آن را دلتا می نامند. جریان آبها در داخل کوهستان به علت شیب زیاد بستر و مقاومت سنگها ، عملا در بستر تنگ و گود جریان دارند. بنابراین شرایط مناسب ته نشینی آبرفتها به ندرت فراهم میشود. اما به محض ورود شبکه آب دشت به علت افزایش عرض بستر و کاهش شیب رودخانه ، نیروی اولیه آب به سرعت کاهش می یابد و جریان آب برای ادامه مسیر ناچار است بخشی از بار جامد خود را بر زمین نهد. از لحظه ورود به دشت نیروی آب به صورت واگرا، سبب پخش آبرفتها به سطح دشت میشود. هر اندازه از کوهستان دور شویم ، با افزایش واگرایی جریان بر گسترش رسوبها افزوده میشود و نهایتا تراکم آبرفتها شکل مخروطی به خود میگیرد. راس مخروط در دهانه خروجی کوهستان و قاعده آن به سمت دشت است. درشت ترین قطعات آبرفتها در حوالی دهانه مخروط و ریزترین دانه ها در قاعده آن ته نشین میشوند. علت این امر کاهش تدریجی نیروی آب در حال دور شدن از کوهستان می باشد. کاهش اندازه دانه ها نیز تدریجی است. به این ترتیب عارضه برجسته مثلی شکلی بوجود می آید که مخروط افکنه نامیده میشود. (شکل ۲-۱۱)



شکل (۲-۱۱) مخروط افکنه

مآخذ: فرآیندهای بیرونی ، محمود صداقت)

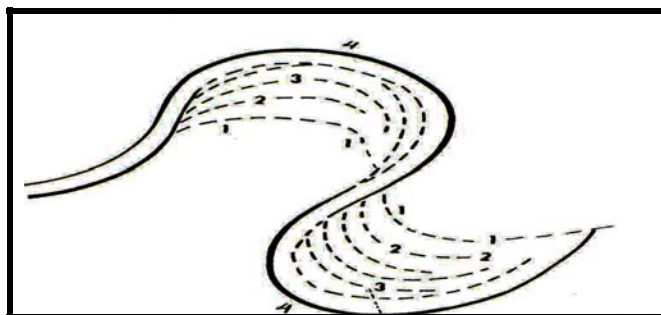


شکل شماره (۲-۱۲): برش عرضی مخروط. (مآخذ محمودی، فرج اله، ۱۳۸۳)

۲-۸- پیچانرودها

پیچانرودها^۱ مشخص ترین چهره از چگونگی عمل برداشت را در جریانهای متمرکز نشان میدهد (محمودی، فرج اله ۱۳۸۳). خط السیر این جریانها قوسی شکل است. پیچهای آرام با شعاع انحنا زیاد بتدریج بر اثر حفر جدار کاو (مقعر) بصورت عرضی گسترش یافته و بتدریج قوس پیچها بصورت حلقه های مشخصی ظاهر میشوند (محمودی، فرج اله ۱۳۸۳) (۲-۱۳) حداکثر انحنا قوس در قله پیچانرود شکل میگیرد. در واقع کوژی (تحدب) و کاوی (تقعر) پیچ در طول یک ساحل بدنبال هم ظاهر میشود. نسبت طول بستر دو حد انتهایی یک پیچ به فاصله همان بستر در خط مستقیم را ضریب خمیدگی^۲ مینامند.

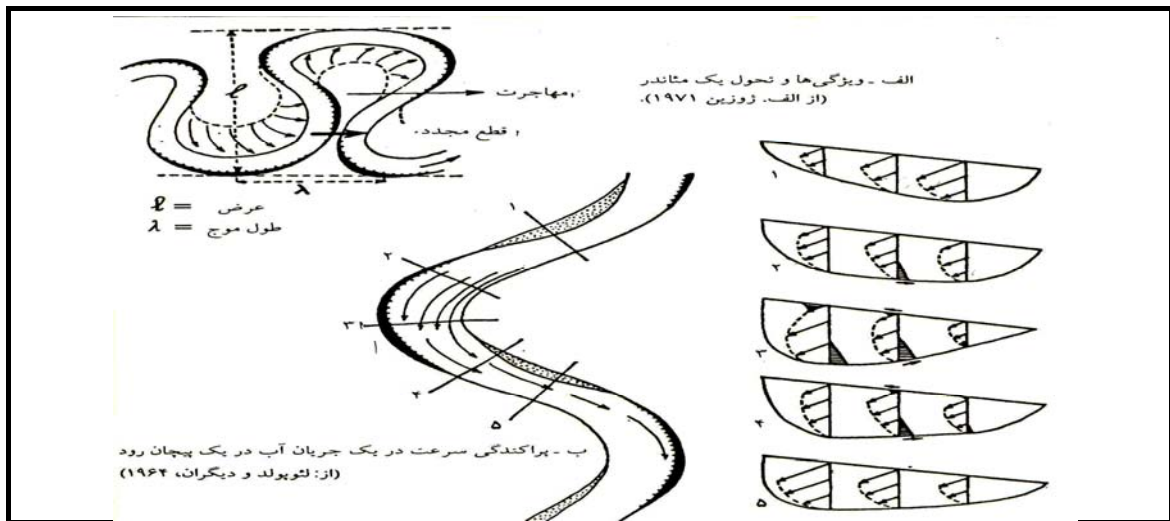
پیچانرود بر دو نوع است، یکی منظم و سطحی که دشت آبرفتی را به زحمت بریده و پیچانرود آزاد نام دارد. (می سی سی پی، پو، دانوب و کارون در خوزستان) و دومی که بطور مشخص و غالباً عمیق در سنگ پایین رفته و پیچانرود محاط یا دره ای نامیده میشود. (محمودی، فرج اله ۱۳۸۳). (پایین رود سن، کشکان رود در جنوب خرم آباد) در پیچانرودهای دره ای، دامنه های کاو دارای شیب زیاد و ساحل کوژ بصورت یک پیشرفتگی در داخل پیچ مئاندر با شیب ملایم به بستر جریان ختم میشود. (محمودی، فرج اله، ۱۳۸۳)



شکل شماره (۲-۱۳) حلقه های مئاندر- (اقتباس از ژ. تریکا، ۱۹۷۷)

^۱ MEANDER

^۲ COEFICIENT DE SINUOSITE

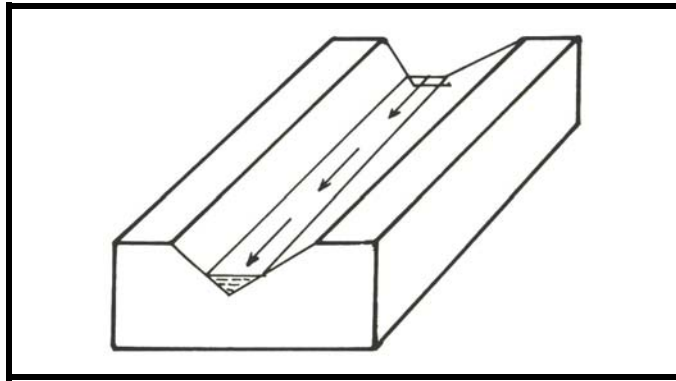


شکل شماره (۲-۱۴) دینامیک پیچانرودها (اقتباس محمودی، فرج الله، ۱۳۸۳)

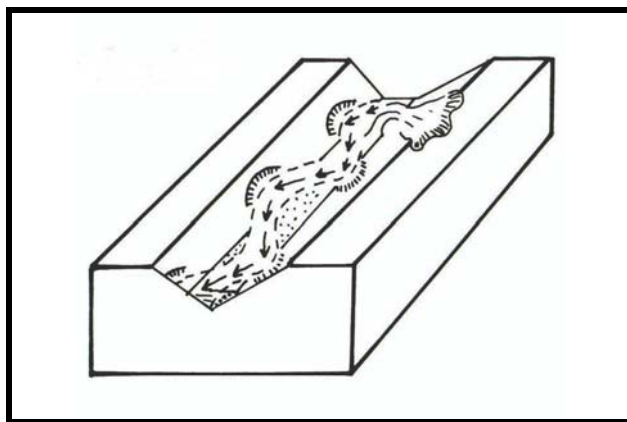
تشکیل و تحول پیچانرودهای آزاد، نتیجه نابرابری سرعت جریان در دو ساحل روبروی یک رود می باشد، به نحوی که بتواند انحنايي در بستر بوجود بیاورد محمودی، فرج اله (۱۳۸۳). در این صورت نیروی گریز از مرکز، خط حداکثر سرعت را به سمت ساحل کاو می کشاند. میدانیم که پس از عمیق شدن بستر بر اثر برداشت، فرآیندهای اولیه مهمی مانند ریزش، خزش، و لغزش، بر روی دامنه ها فعال میشوند. حال اگر به هر دلیل در یک بستر گود و مستقیم و متقارن، یکی از پدیدهای فوق بر روی یک دامنه فعال شود بخش قابل توجهی از رسوبهای سطحی و یا اصلی دامنه را در ارتباط با نیروی جاذبه به داخل بستر میکشاند. (محمودی، فرج الله، ۱۳۸۳ ص ۹۷)

قبل از وقوع پدیده مناندري شدن، خط حداکثر سرعت جریان در وسط بستر یعنی جایی است که حداکثر عمق وجود دارد (۲-۱۵). پس از عملکرد پدیده و تراکم رسوبهای قابل توجه در مجاور ساحل و داخل آب تقارن بستر بهم خورده و عملاً خط حداکثر سرعت متوجه ساحل مقابل میگردد. (۲-۱۶) در تداوم این حادثه، ساحل مقابل به تدریج تحت تاثیر نیروی بیشتر سائیده شده و کم کم انحنا مشخصی در بستر جریان بوجود می آید و مقدمه پیدایش یک پیچ آغاز میشود. با توجه به شرایط بوجود آمده، برگشت خط حداکثر نیرو در ساحل مقابل، پیچ بعدی را بوجود می آورد و تحول به همین شکل به سمت پایین رود ادامه می یابد و سرانجام پیچان رود شکل میگیرد. در چنین شرایطی عمق آب در سواحل کاو به تدریج افزایش می یابد و حجم بیشتری از آب متوجه آن ساحل میشود. این شرایط سبب میشود که پای جدار بستر بیشتر کنده شده و در طول زمان ساحل مرتفعی بوجود می آید و حداکثر برداشت دقیقاً در قله پیچ انجام نمیشود، بلکه کمی به سمت پایین نقطه انحناء یعنی جایی که آب بیشتر و بستر عمیق تر است، برداشت نیز صورت میگیرد. به دلیل خیس شدن پای ساحل پرشیب و شستشوی آن بوسیله آب، قسمتهای

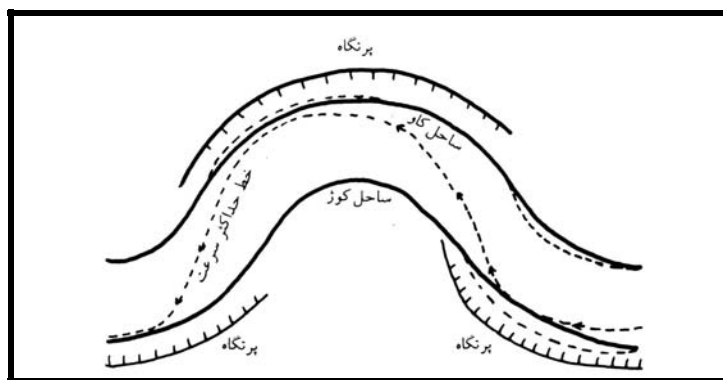
فوقانی ریزش نموده که علاوه بر ایجاد قوسی کاو حالت پرتگاهی آنرا نیز حفظ میکند. این رسوبهای کنده شده کمی پایین تر در حاشیه ساحل کوژ ته نشین میشود. (۱۷-۲). و شکل ملایم ساحل کوژ را توجیه میکند.



شکل (۱۵-۲) بستر مستقیم و دره متقارن است و خط حداکثر نیرو در مرکز جریان قرار دارد.
(اقتباس: محمودی فرج اله، ۱۳۸۳)



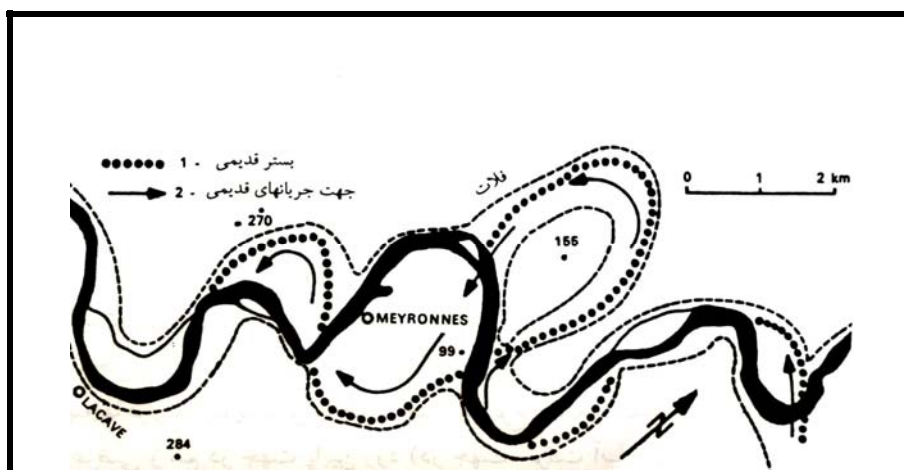
شکل (۱۶-۲) ریزش دیواره دره
(اقتباس: محمودی فرج اله، ۱۳۸۳)



شکل شماره (۲-۱۷-) تحول یک مئاندر (اقتباس از م. دروئو ۱۹۶۷)

مآخذ: محمودی فرج اله، ۱۳۸۳

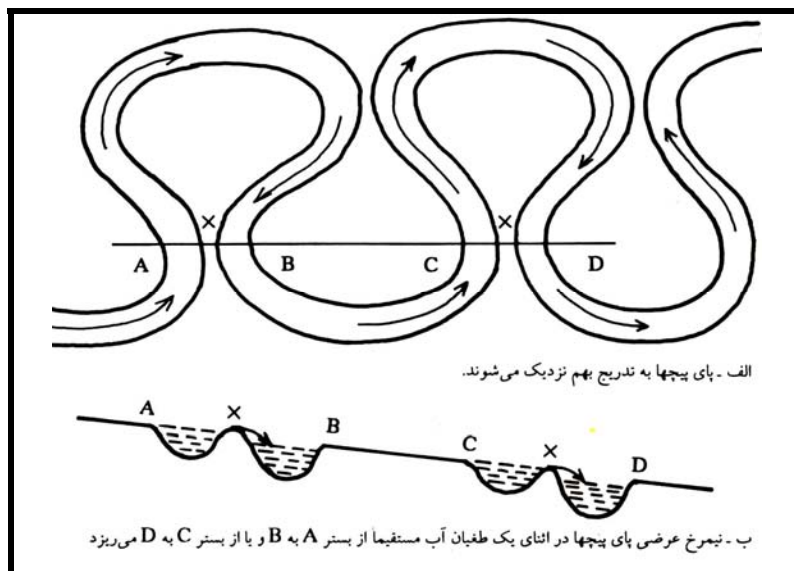
پیچانرودهایی که در سنگهای سخت و یکپارچه جایی میگیرند، یا از ویژگی های ساختمانی طبقات تشکیل دهنده سنگهای بستر تبعیت نموده و یا از تثبیت پیچانرودهای آزاد مشتق میشوند. چون حداکثر برداشت همیشه در ساحل کاه انجام میشود و محل برداشت رسوبها در همین ساحل درست در قله پیچانها قرار ندارد، بنابراین در طول تحول این نوع شبکه ها، بستر جریان هم در امتداد عرضی و هم در جهت پایین رود (در جهت حرکت آب) جابجا میشود. (۲-۱۷). به هر جهت تحول پیچانرودها، در ارتباط مستقیم با میزان نیروی آب و ساختمان زمین شناسی بستر و ویژگی های فیزیکی آنها مانند درزها و ترکها می باشد.



شکل شماره (۲-۱۸-) تحول مئاندر و حرکت بستر در جهت پایین رود (اقتباس از ژ. ویرس ۱۹۶۷)

مآخذ: محمودی فرج اله، ۱۳۸۳

هنگامیکه تحول پیچانرودها، پیچها را بصورت حلقه های برجسته شکل داد، عملاً پایه پیچها بسیار به هم نزدیک میشوند. (۲-۱۸ الف) بطوریکه در حد فاصل ابتدا و انتهای پیچ جز نوار نازک تیغه ماندی با ارتفاع بسیار کم بجای نمی ماند. در چنین شرایطی در انشای یک طغیان شدید، امکان دارد، به علت بالا آمدن سطح آب، جریان از این ساحل کم ارتفاع و باریک گذشته و بجای جریان در طول تمام پیچ، مستقیماً از ابتدا به انتهای آن سرازیر شود (۲-۲۲ ب). به دلیل پایین تر بودن عمق بستر در انتهای پیچ، سرزیر آب بتدریج این دیواره نازک را از بین برده و افزایش شیب بستر (از ابتدا به انتهای پیچ) قدرت فرسایشی آب را نیز بالا می برد. گود شدن بستر در محل این پدیده، مانع ادامه جریان به داخل قوس میثاندر میشود و آنرا به صورت بستر متروکی بجای می نهد. این بستر متروک که کف آن بالاتر از بستر مستقیم و فعال کنونی قرار دارد، در صورتی که اقلیم مناسب باشد بصورت یک دریاچه هلالی شکل ظاهر میشود. در غیر اینصورت اغلب به علت مجاورت با رودخانه به زیر کشت می رود. (زاینده رود در مغرب نجف آباد اصفهان). همانطور که قبلاً نیز اشاره شد بسته به اختلاف ارتفاع دو نقطه بستر در ابتدا و انتهای پیچ میثاندر، چنانچه سنگ بستر مقاوم باشد، تند آب یا آبشاری در محل مسیر قطع شده تشکیل میشود. نمونه این قوسهای متروک چه در دشتهای آبرفتی (در خوزستان رودهای کارون و کرخه و در لوت شمالی، رود شور بیرجند در مغرب گندم بریان) و چه در نواحی کوهستانی (زاگرس و اغلب نواحی کوهستانی ایران) به فراوانی وجود دارند.

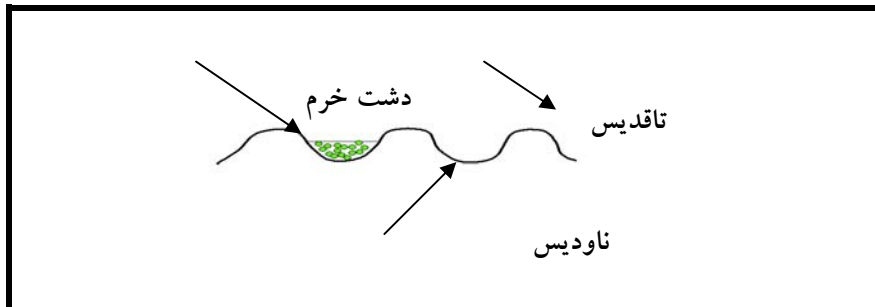


شکل شماره (۲-۱۹) تحول پیچان رودها (اقتباس از محمودی، فرج الله، ۱۳۸۳)

اقتباس: محمودی فرج اله، ۱۳۸۳،

۹-۲- ویژگی های ژئومورفولوژی دشت خرم آباد

دشت خرم آباد در یک ناودیس (شکل ۲-۹) و در مغرب ایران واقع شده است.

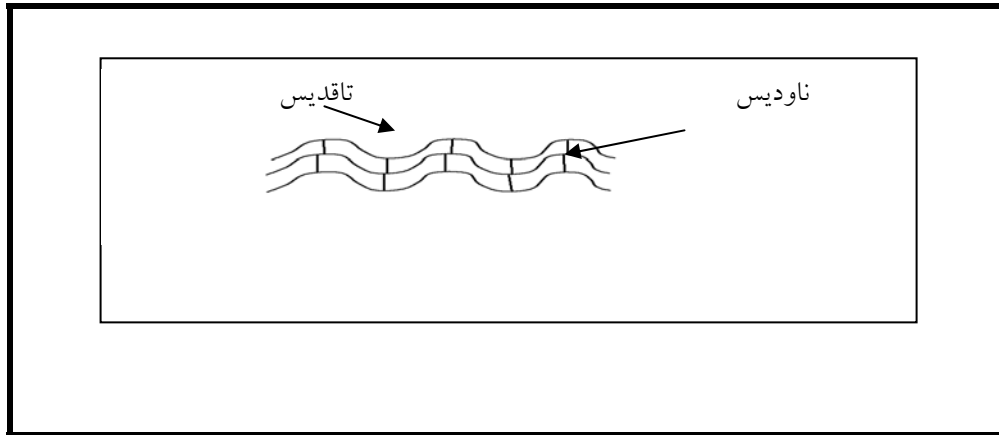


شکل شماره (۲-۲۰-) واقع شدن دشت خرم آباد در یک ناودیس

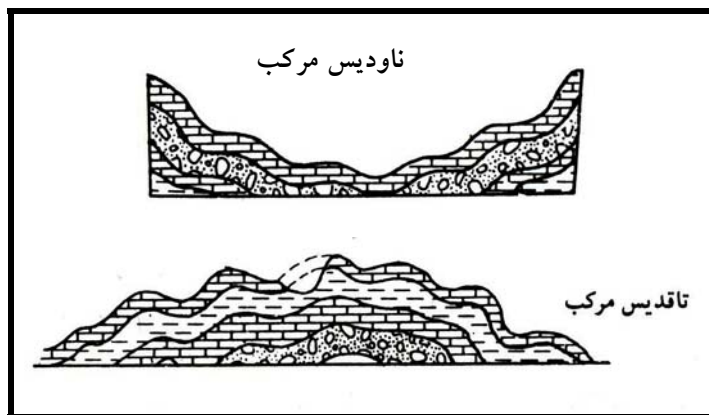
یکی از مهمترین ویژگیهای این واحد تعلق آن به سیستم کوهزایی آلپی است. بنابراین شاخص ترین ویژگی این ناهمواریها جوان بودن آنها است بنحوی که ناهمواریهای این منطقه هنوز فرصت کافی برای فرسایش را نیافته اند. در بیشتر موارد فرآیندها و عوامل فرسایش تابع روندهای ساختمانی منطقه هستند. ساخت جوان ناهمواریها به عنوان یکی از مهمترین خصیصه های این منطقه تحول اشکال ژئومورفولوژی را تحت تأثیر مستقیم خود قرار داده است بنحوی که روند تکاملی ناهمواریهای منطقه منطبق بر مرحله جوانی بوده و وجود شیبهای تند، سنگهای برهنه عاری از خاک، واریزه های ثقلی، تطابق شبکه آبها با روند ساختمانی و غیره همگنی نمودهایی از ساخت جوان منطقه می باشند. (مطیعی، ۱۳۷۲) در سیستم چین خوردگی ژورائی (آکاردثونی) که معرف نوع خاصی از ناهمواری است. و در این سیستم که تقریباً کل زاگرس از آن تبعیت می کند، طاق و ناو منطبق بر چینها هستند. به عبارت دیگر روند شیب ساختمانی هماهنگی نزدیکی را با شیب توپوگرافی در خود نشان می دهد. تطابق شکل ناهمواریها ساختمان زمین شناسی ویژگی رشته رشته بودن زاگرس را ایجاد نموده است. روند کلی ناهمواریهای این واحد به صورت منظم و موازی تجلی می یابد که با نظمی خاص در کنار هم واقع شده اند.

یکی دیگر از اصلی ترین عناصر ساختمانی شکل زا در منطقه چینها هستند. چین تغییر شکل قوسی شکلی است که تحت تاثیر نیروهای فشاری در لایه رسوبی بوجود می آید. این تغییر شکل منطبق بر موجی از چینها می باشد که قسمت برجسته آن را تاقدیس و بخش فرو رفته را ناودیس می نامند (شکل ۲-۹-۲) و شامل چینهای ساده و مرکب می باشند. چنانچه مجموعه ای از چینهای مجاور دچار فرو افتادگی یا برافراشتگی شوند، به ترتیب ناودیس مرکب و تاقدیس مرکب را بوجود می آورند.

که نمونه آن در لرستان (در ۵۵ کیلومتری جاده خرم آباد - اهواز ، شهر معمولان) ، ایلام ، کرمانشاه مشاهده شده است . (شکل ۲-۲۱-)



شکل (۲-۲۱-) نحوه بوجود آمدن تاقدیس و ناودیس



شکل شماره (۲-۲۲-): تاقدیس مرکب ، ناودیس مرکب اقتباس :محمودی فرج اله ، ۱۳۸۳)

به نظر می رسد در این مناطق زمینه لازم برای پیدایش تنگها توسط عنصر ساختمانی چین فراهم آمده است. بدین ترتیب که بیشتر تنگها در محل فرود محوری چینها که مکان مناسبی برای برهم زدن روند ساختمانی توسط آبهای جاری است، ایجاد شده اند. چینهای منطقه در شکل گیری سیستم زهکشی حوضه نقش اصلی را بر عهده دارند ، بگونه ای که مسیر قسمت عمده ای از روان آب متأثر از روندهای ساختمانی چین های منطقه است. چین خوردگیهای منطقه جزء سیستم آلیپی بوده ، این سیستم معرف جوان ترین مجموعه ساختمانی پوسته زمین است. جوان بودن چین خوردگیهای منطقه در اشکال

ناهمواریهای منطقه نمودی مشخص دارد ، بطوریکه این اشکال کمتر دچار تغییر و تصرف سایر عوامل شکل زا بوده و چارچوب اولیه خود را به صورت کامل حفظ نموده اند.

از دیگر ویژگی های دشت درزها میباشند که بدلیل شدت نیروهای تکتونیکی ایجاد شده اند، کمتر نقطه ای را در منطقه می توان یافت که سنگها به صورت یکپارچه و بدون شکستگی مشاهده شوند. این درزها و شکستگی در تمام ارتفاعات منطقه یافت می شود. این درزها ارتباط و همبستگی نزدیکی با محور چینهای منطقه نشان می دهند بنحوی که به صورت متقاطع در جهات شمال شرق- جنوب غربی و شمال غربی - جنوب شرقی گسترش پیدا نموده اند.

نقش مورفولوژیک این درزها در توسعه و گسترش سیستم زهکشی و آبراهه های حوضه کاملاً مشخص است. بنابراین مسیرهای آبراهه و نخ آبهای حوضه در امتداد این درزها گسترش یافته اند. در بسیاری از موارد بخصوص در سنگهای آهکی منطقه بدلیل ارتباط این درزها با آبهای زیرزمینی سبب نفوذ آبهای سطحی به داخل زمین می شوند. علاوه بر این وجود درزها مکان مناسبی برای تکرار عمل فرسایش در این نقاط خاص می باشد. بنابراین درزها را می توان نقاط ضعف سنگها به حساب آورد ، بطوریکه در منطقه مورد مطالعه در ارتفاعات، درزهای بسیار متعدد و متراکم ایجاد شده که در ابعاد و جهات مختلف گسترش یافته اند. حاصل عملکرد این درزها در تخریب و فرسایش توده های آهکی و مارنی کاملاً قابل مشاهده است (شبانیان، ا، توکلی، ب (۱۳۷۹) . واریزه ها و مخروط افکنه های منطقه خرم آباد غالباً ذخایر قابل ملاحظه ای را دارا هستند. رسوبات واریزه ها و مخروط افکنه ها بدلیل درشت دانه بودن و عدم تراکم بالا هم بعنوان منبع مفید تغذیه سفره آبرفتی دشت و هم بعنوان اولین منقطه برداشت آب زیرزمینی بخصوص بصورت قنات (چنانکه چند رشته قنات در این تشکیلات حفر شده که بعضی از آنها دارای آبدهی نسبتاً زیادی می باشند) و چاههای کوهپایه ای، در مرز بین آبرفت دشت و پرتگاههای کوهستانی قرار داشته و بخصوص در مناطقی چون حاشیه دشت هایی که تغذیه آبرفت از آهکها بدلیل حضور سازندهای ناتراوا قطع شده است نقش مفیدی در بهره برداری از منابع آب زیرزمینی منطقه دارند. در این مناطق تغذیه آبرفت بیشتر از طریق نزولات جوی و همچنین جریانات سطحی در شکستگی های فرسایشی و یا گسلی در آهک هاست ، که ارتباط محدودی بین آهک و آبرفت ایجاد می نماید. این مخروط افکنه ها در قسمت های مختلف از جمله در جنوب دشت خرم آباد در جنوب دهکده های دیناروند و سرخ در و در مسیر جاده خرم آباد- کوهدشت در شمال روستاهای باباعباس و تیر بازار مشاهده می شوند (کاشفی ، ۱۳۸۴) . تراسها و آبرفتهای رودخانه ای اطراف رودخانه های خرم آباد، آبستان، کاکاشرف، تلوری و کشکان از قلوه سنگ، شن و ماسه که اکثراً در اثر فرسایش زوایای خود را از دست داده و کروی شده اند تشکیل گردیده است. ضخامت این آبرفت ها در قسمتی از رودخانه در

حدود ۴ تا ۵ متر می باشد و در جنوب خرم آباد بستر رودخانه عریض شده و رسوبات به عرض ۲۰۰ متر دیده می شوند که شامل بستر بزرگ و بستر کوچک رودخانه اند و در کشاورزی حاشیه رودخانه نقش محدودی دارند.

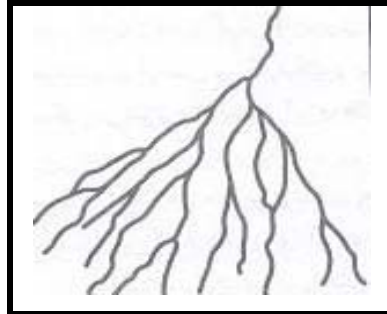
آبرفت های جدید و دامنه ای در منطقه مورد مطالعه خرم آباد گسترش زیادی داشته و بصورت مخلوطی از قلوه سنگ، قطعات آهک، ماسه، رس و مواد رادیولاریتی تشکیل شده است. ضخامت این آبرفتها زیاد نبوده و حداکثر ضخامت آن را در جاده خرم آباد - بروجرد، قبل از رسیدن به تنگ زاهد شیر و در شمال رودخانه آبستان می توان دید. آبرفت های جدید در شمال خرم آباد اکثراً سازندهای گروه فارس را پوشانیده است و از این رو دارای عناصر تبخیری نسبتاً زیادی می باشد. همچنین در جنوب دامنه رشته کوه سفید در غرب خرم آباد نیز گسترش داشته و در این نواحی، آبرفت ها اکثراً از اجزاء آهکی بوجود آمده و بر اثر نفوذ آب و همچنین رسوب مواد ثانوی حالت کنگلومرایی پیدا کرده اند. آبرفت های جدید و دامنه ای به اندازه کافی دارای خاصیت نفوذپذیری بوده و از این رو می توانند آبدهی قابل ملاحظه ای داشته باشند.

۲-۱۰ - ویژگی های مرفولوژی رودخانه خرم آباد

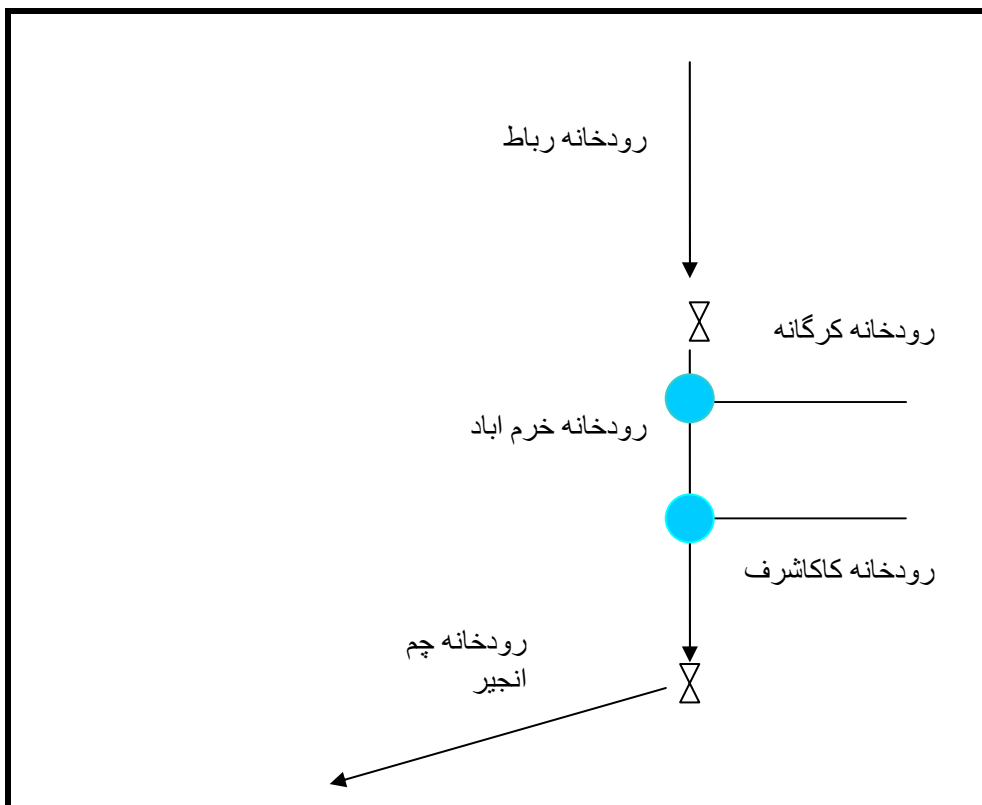
رودخانه خرم آباد به عنوان یکی از سرشاخه های کشکان رود می باشد که از مرکز شهر خرم آباد عبور می کند رودخانه ای آبرفتی، جوان و کوهستانی در بستری تقریباً V شکل است که پدیده پیچان رود هم بر مسیر آن تاثیر گذاشته است. از اصلی ترین کوههای منطقه می توان به کوه کمرسیاه با بیشینه ارتفاع ۲۰۰۰ متر و سفیدکوه (۲۴۰۰ متر) اشاره کرد. این کوهها از نوع کوههای حاصل از چین خوردگی بوده، با دره های باریک و موازی از یکدیگر جدا می شوند. (جعفری و همکاران، ۱۳۷۸). جهت جریان آب زیرزمینی از سوی دامنه ها به نواحی مرکزی دشت و کانال های رودخانه ای بوده، رودخانه های مزبور نقش زهکش کننده منطقه را در بیشتر مواقع سال به عهده دارند. بیشینه ارتفاع کف بستر رودخانه خرم آباد در بالادست آن (تنگ شیخون) ۱۳۲۰ متر و در پایین دست رودخانه ۱۱۳۰ متر است. به این ترتیب در طول مسیر نزدیک به ۳۱ کیلومتر ۱۹۰ متر اختلاف ارتفاع وجود دارد. رودخانه خرم آباد با شیب میانگین ۰/۶۱٪ درصد در جریان است.

سیستم زهکش رودخانه خرم آباد از نوع واگرای نقطه ای میباشد (شکل ۲-۲۲). میتوان در محل اتصال رودخانه سیلابی (رودخانه کرگانه) به طغیانی (رودخانه خرم آباد) سایت های تفریحی را طراحی کرد که میتواند در برنامه ریزی شهری بسار موثر باشد. (شکل ۲-۲۳) و بر اساس سیستم زهکش اصلی،

سیستم دفع فاضلاب را در زیر رودخانه طراحی کرد بگونه ای که جریان اصلی در رو قرار گیرد و فاضلاب شهری در زیر حرکت کند این امر میتواند آلودگی را در سطح شهر کم کند.



شکل (۲-۲۳) الگوهای آبراهه ای واگرای نقطه ای
(رامشت ، محمد حسین ، ۱۳۸۵)



شکل شماره (۲-۲۴) محل احداث سایت تفریحی

۲-۱۱- تحولات مورفولوژی رودخانه خرم آباد در دوران چهارم

محدوده مطالعاتی از تنگ شیخون تا چم انجیر شامل ۳ سیستم سیلابی با آبرفت‌های ریز و درشت و سیستم طغیانی در قسمت میانی و رسوبات ریز و سیستم دریاچه ای در پایین دست (واقع در دشت کرگاه) می باشد. و در هر سه مقطع تراس های موجود حاکی از تغییرات اقلیمی می باشد. با توجه به مطالعات انجام شده در دشت کرگاه وجود یک دریاچه در پایین دست رودخانه اثبات میگردد.

بررسی نقشه‌های توپوگرافی قدیمی منطقه مطالعاتی و مقایسه آنها با نقشه‌های توپوگرافی جدید نشان می‌دهد که تغییرات عمده‌ای در بلند مدت در وضعیت مسیر و راستای رودخانه حادث نشده است. به عبارت دیگر تغییرات تدریجی و فرسایش و رسوبگذاری در پیچ‌ها و مئاندرها صورت می‌پذیرد اما در طول دوره زمانی حدود ۱۰ تا ۱۵ سال تغییر پذیری کمتر می‌باشد.

بازه ای از رودخانه خرم‌آباد (حدفاصل سد انحرافی تا حوالی پل روستای محمدیگی) از این مسئله مستثنی می‌باشد. از محدوده مخزن سد تا حدوداً انتهای این بازه در مقایسه‌های نقشه‌های قدیم و جدید (و عکس‌های هوایی محدوده شهر خرم‌آباد) تغییرات ایجاد شده در مسیر رودخانه را آشکارا نشان می‌دهد. علاوه بر نتایج حاصل از بازدید صحرایی و اظهارات کارفرما و اهالی نتایج هیدرولیکی و بررسی‌های مورفولوژیکی نیز مؤید این مدعا می‌باشد. تغییر ایجاد شده در رژیم دبی - رسوب پایین دست سد انحرافی، بعد از احداث آن، موجب افزایش پتانسیل حمل و انتقال رسوب در این بازه گشته و رودخانه در سال‌های اخیر عمل فرسایش سواحل خود را سرعت بخشیده است. لذا به این جهت این بازه از جمله بازه‌های دارای بحران می‌باشد.

محدوده شهر خرم‌آباد در رودخانه خرم‌آباد دارای تغییر نمی‌باشند. همانگونه که گفته شد با دیوارسازی‌های انجام یافته رودخانه از حالت تغییرات تدریجی خود خارج گشته و تنها نکته قابل بررسی می‌تواند بروز فرسایش در پای دیوارهای سنگی ساحلی باشد.

۲-۱۱-۱ دشت کرگاه

محدوده مطالعاتی با مساحت ۷۸۶ کیلومتر مربع دربرگیرنده بخشی از قلمرو حوضه رودخانه خرم‌آباد میباشد. کر به ضم (ک) و به کسر (ر) به معنای کره اسب، گاه به معنای جا، و محل و مکان (معین محمد، ۱۳۸۲) کرگاه براساس روایت به معنای محل پرورش اسب می‌باشد. که وجود شرایط طبیعی مساعد، پوشش گیاهی، اعتدال دما، منابع آب و هموار بودن و... از جمله ویژگیهای منطقه بوده که شرایط لازم برای هدف فوق را مهیا کرده است. دشت کرگاه بزرگترین و مهمترین دشت منطقه با مساحت بیش از ۲۰ هزار هکتار، بعنوان یکی از قطب‌های کشاورزی منطقه به شمار میرود. (پروانه، بهروز، ۱۳۸۵)

مرفولوژی رسوبات دوران چهارم در این منطقه طوری است که اکثرا در اثر فرسایش ارتفاعات در پای دامنه ها بصورت واریزه دیده میشود علاوه بر آن میتوان از مخروط افکنه ها و رسوباتی که توسط رودخانه و سیلاب ها منتقل و در محل ورود به دشت بر روی هم انباشته شده اند نام برد. هم چنین ناهمواریها و تپه های کنار بستررودخانه ها بصورت تراس یا پادگانه های آبرفتی در این واحد مشاهده میشود. (بازگیر، فضل اله، ۱۳۸۷)

۲-۱۱-۲- دلایل فرم شناسی

عوامل فرم شناسی متعددی در منطقه قابل ردیابی هستند بطوریکه دقت در نقشه توپوگرافی ۱/۵۰۰۰ منطقه بخوبی نحوه تکوین دامنه ها را توجیه میکند و چگونگی تغییر سطح اساس آب محلی و تجدید سیکل فرسایش را در حاشیه ساحل قدیمی نشان میدهد با توجه به نقشه توپوگرافی میتوان دامنه های مختوم به دریاچه را به دو قسمت تقسیم نمود. قسمت هایی که از ارتفاع تقریبی ۱۲۰۰ متر به بالا قرار گرفته اند و قسمت هایی که ارتفاعشان از این نقطه کمتر است. منحنی میزان این دو بخش دارای فرم و نظم متباینی هستند به طوری که در قسمت فوقانی خطوط تراز دارای نظم خاص بوده و یک دامنه مقعر را برای ما تعریف میکنند. اما همین که از تراز ۱۲۰۰ متر گذشته به سمت خط القعر منطقه پیش می رویم نوعی بی نظمی و تضاریسی در این خطوط پدید می آید. این تغییر فرم حاصل تجدید سیکل فرسایش در این قسمت است. علت این امر آن است که ارتفاع ۱۲۰۰ متر سطح تعادل آب دریاچه با خشکی بوده است. یعنی کلیه آبراهه ها وقتی به این ارتفاع میرسیده اند به سطح اساس محلی رسیده و کلیه فعالیت های تخریبی آنها متوقف و عملیات رسوبگذاری در محیط آبی دریاچه ای آغاز می شده است. بعد از پارگی دریاچه و تخلیه آب آن سطح اساس محلی تغییر یافته و به خط تالوگ منطقه تبدیل شده است.

بنابراین حد فاصل خط تالوگ تا ارتفاع ۱۲۰۰ متری که سطح قبلی دریاچه بوده است جولانگاه جدیدی برای فعالیت های تخریبی آبراهه ها و هرز آبهای منطقه شده است. لذا سیکل فرسایش در این منطقه احیا و فرسایش جریانهای آبی در بستر کم شیب دریاچه قبلی آغاز و این صحنه در طی فرآیندها تخریبی جریانهای آبی بریده شده است. از طرفی دیگر با توجه به نقشه گسلها در محدوده مطالعاتی وجود یک خط گسل در محدوده outlet رودخانه های خرم اباد و کاکاکشرف (چم انجیر و چم قرق) از یک سو و فراوانی تپه های شاهد ناشی از فعالیت های تکتونیک و چین خوردگی نشان میدهد که بنا به دلایلی در بخش غربی دریاچه فروافتادگی و در نهایت پاره گی ایجاد شده و بعد از تخلیه دریاچه منطقه سیمای فعلی را به خود گرفته است. همچنین مطالعات بیلان آبی نشان میدهد که چنانچه محل پاره گی دریاچه دوباره بازسازی شود حتی با میزان بارش فعلی میتوان انتظار داشت که سطح تعادل آب و خشکی تا ارتفاع

۱۲۰۰ متر به بالا بیاید بنابراین وجود چنین دریاچه ای از نظر پارامترهای اقلیمی و بیلان آبی منطقه نیز مورد تایید است.

۲-۱۱-۳- دلایل رسوب شناسی

با توجه به مقاطع رسوبی، دریاچه را می توان از نوع دریاچه سیلابی - هلالی یا تناوبی از رسوبات کنگلومرایی، قلوه سنگی، رسوبات سیلتی-رسی که بیانگر رسوبگذاری در شرایط ساکن و آرام ترسیب شده اند دانست. حجم رسوبات به صورت ۱۰۰ درصد متعلق به دو لایه سیلتی و رسی است. همچنین وجود رسوبات تیره رنگ در حوالی دریاچه ها در مرحله توالی دیستروف که دریاچه در حال خشکیدن است باعث میشود در وضعیت نیمه آبی -نیمه خشکی مواد اکسیده پوسیده شده و به آب حاوی رسوب افزوده و در نهایت باعث ایجاد یک لایه تیره رنگ در حوالی دریاچه میگردد. لوگ چاههای حفاری شده در منطقه موید این ادعاست.

۲-۱۱-۴- زمین شناسی باستانشناسی

وجود تمدن های باستانی در اطراف دریاچه با دوره های فرهنگی متفاوت (تمدن پیش از تاریخ تا عصر حاضر) که نشان دهنده وابستگی انسانها به منبع عظیم آب و رسوبات با توجه به صنعت رایج این تمدن که سفالگری و ساخت سفالینه های گلی در مقیاس وسیع به منظور مبادله و صادرات صورت گرفته بوده است. با توجه به اینکه هیچ منبع آبی در اطراف این تپه های باستانی ردیابی نشده وجود دریاچه در منطقه مورد نظر منطقی بنظر میرسد.

۲-۱۱-۵- ژئومورفولوژی رودخانه ای

وجود نقطه عطف شیب و بریدگی دریاچه که باعث ایجاد تراس های عظیم در سطح اساس رودخانه می شود این مورد بخوبی در قسمت خروجی رودخانه یعنی منطقه پاره گی دریاچه بخوبی نمایان است. نقاط عطف شیب از بزرگترین دلایل گسله ها، تغییرات سطح اساس و تخلیه آب در شرایط کاتاستروف در مورد دریاچه های داخلی زاگرس می باشد (محمودی، فرج اله، ۱۳۶۸) اندازه گیری های ارتفاعی با GPS در چندین مقطع طولی رودخانه نشان میدهد که شیب طولی رودخانه از روستای پل باباحسین (مقطع خروجی پایکوه به دشت) متعادل و از روستای ماسور تا سطح اساس محلی رودخانه شیب به طور ناگهانی در نگاه اول بنظر میرسد ناشی از پل ماسور و سازه های مهندسی باشد که از فرسایش هدکت به سمت بالا رود ممانعت بعمل آورده است پس از اندازه گیری نقاط ارتفاعی پایین تر از سازه ها وجود یک عطف

شیب از روستای ماسور تا سطح اساس را به اثبات میرساند. این ادعا با چین خوردگی شدید سازندهای کشکان در محل فرودگاه چم انجیر به صورت تپه های مدور ارتفاع یافته که حاکی از برافراشتگی تکتونیکی (uplift) که در فاز پاسادین و پایین رفتن سطح اساس بدلیل تغییرات اقلیمی است. نتیجه این امر پایین افتادن سطح اساس در حدود بیش از ۲۰ متر و ایجاد یک بستر طغیانی در حدود ۱ کیلومتر در منطقه است. ترسیب رسوبات سیلتی و رسی در محل خروج که حجم و گستره آن بسیار بیشتر از مقاطع دشت است حاکی از انتقال مواد رسی پس از پارگی دشت توسط دبی ها بسیار زیاد بوده است. نتیجه اینکه هیچ یک از دبی های جاری شده فعلی و وورم اخیر نمی تواند چنین بستری را ایجاد نماید. ضمناً در محل خروجی رودخانه از پای کوه به دشت در روستای پل بابا حسین دلتائی در حجم چندین کیلومتر مکعب ایجاد شده است کدام عامل بجز وجود یک دریاچه با انرژی بالاتر از دبی آن زمان توانسته است سرعت آب را کاهش داده تا مقدار نیروی خالص رودخانه نسبت به نیروی خام منفی گردد و کلیه مواد درشت دانه ترسیب گردند وجود مخروط افکنه های عظیم دیناروند- ده باقر که قاعده آنها به خط منحنی میزان ۱۲۰۰ ختم میشود گویای این مدعاست.

۲-۱۱-۶- تغییرات اقلیمی

آنچه مسلم است تغییرات رطوبتی حرارتی در طول دوران چهارم در دنیا به اشکال مختلف وجود داشته است صرف نظر از دلایل ایجاد این تغییرات آنها را به دو دوره پاراگلیشیال و آناگلیشیال (دوره های یخچالی و بین یخچالی) تقسیم نموده اند. سیستم های شکل زا در این دوران در مناطق مختلف زمین به صور مختلف عمل کرده اند. بطوریکه در عرض های بالا بصورت سیستم های گلاسیر در عرض های متوسط بصورت پریگلاسر عمل کرده اند (جنب یخچالی) و در عرض های پایین بصورت دوره های بارانی گرم و مرطوب سرد و خشک عمل کرده اند. مسلم است عملکرد این سیستم ها در ایران در طول این دوران با آنچه که در اروپا و آمریکا اتفاق افتاده منطبق نیست. موقعیت خاص ایران و فلاتی بودن این سرزمین باعث اظهار نظرهای متفاوت از سوی محققان شده است. حاصل این مطالعات نشان میدهد که ایران در بخش های شمالی تحت تاثیر سیستم های یخچالی ولی در عرض های میانه و پایین تحت سیطره سیستم های جنب یخچالی بوده است. حاصل این حاکمیت تغییرات رطوبتی و حرارتی در ایران و منطقه مورد مطالعه را سبب شده است. تغییرات این دو عنصر مهم اقلیمی بر روی سیستم های شکل زا (فرسایش) در منطقه عمل کرده است. بطوریکه برودت هوا و افزایش رطوبت در گذشته تدارکات لازم را برای شکل گیری دریاچه مقروض در منطقه فراهم آورده بدین ترتیب که حاکمیت دوره سرد و مرطوب سبب شده که با توجه به ارتفاعات متعدد در منطقه میزان نزولات جامد زیاد باشد بطوریکه در بیشتر ایام سال

ارتفاعات پوشیده از برف و یخ باشند. تداوم این روند باعث میشود که فرآیندها یخ ها هوازگی شیمایی و فیزیکی در ارتفاعات و در زیر لایه های یخی بصورت درجا عمل کنند و قشر عظیمی از مواد تجزیه شده در بالای ارتفاعات شکل گیرد، در مرحله بین یخچالی یا حاکمیت دوره های گرم و افزایش دما با ذوب شدن یخها سیستم های فرسایش بصورت رواناب زمینه حمل رسوبات در مقیاس وسیع را فراهم نموده و حجم وسیعی از رسوبات را در مناطق پست تر ترسیب نموده اند. بالاخره تداوم این روند همراه با تغییرات شدید اقلیمی سبب شد که از وسعت دریاچه کرگه در اثر تراکم و انباشته شدن مواد رسوبی کاسته شود و جریان شبکه آبی به صورتی درآمده اند که امروزه در منطقه جریان دارند.

۲-۱۱-۷-دلایل هیدرولوژیکی

بر اساس آمار ایستگاه سینوپتیک خرم آباد میزان متوسط بارش و دما در طی یک دوره ۵۴ ساله به ترتیب برابر ۵۱۶ میلیمتر و ۱۷/۵ درجه سانتی گراد است. با بازسازی شرایط رطوبتی گذشته متوسط بارش منطقه ۹۲۵ میلی متر یعنی چیزی نزدیک به دو برابر مقدار فعلی در منطقه بارش صورت گرفته است که با توجه اطلاعات مربوط به ارتفاع ، وسعت حوضه آبخیز و میزان بارندگی منطقه نشان میدهد که شرایط لازم برای تشکیل دریاچه از نظر تامین آب وجود داشته است. علاوه بر این به لحاظ برودت هوا در گذشته میزان نزولات جامد و ذخیره سازی آب بنحوی که بتواند در فصول گرم آب دریاچه تامین شود نیز در منطقه مهیا بوده است.

فصل سوم

بنیان های نظری :

مرفولوژی رودخانه ها و تغییر و تحول آنها در بستر زمان

۳-۱- طبقه بندی و مطالعه رودخانه ها

تلاش برای طبقه بندی رودخانه ها سابقه طولانی دارد ، بطور کلی طبقه بندی می تواند بر مبنای مجموعه شباهت ها و یا روابط و همبستگی های خاص انجام شود . طبقه بندی می تواند ادراک ویژه و فهم بیشتری از خصوصیات و ویژگی های مربوط به هر گروه را به ما ارائه دهد . اما مفیدترین و مؤثرترین سیستم طبقه بندی آن است که بر مبنای آن دسته ملاکهای کمی و کیفی صورت گیرد که بتواند مقصود محقق از این گروه بندی را تأمین کند . اولین طبقه بندی توسط دیویس در سال ۱۸۹۹ انجام گرفت ، که بر طبق آن رودخانه ها بر مبنای نحوه تکوین به سه گروه رودخانه های جوان^(۱) ، رودخانه های در حال بلوغ^(۲) ، و رودخانه های پیر^(۳) تقسیم شده اند (رامشت ، ۱۳۷۵) .

- در سال ۱۹۶۳ ، شوم رودخانه ها را بر مبنای یک سری ویژگیهای توصیفی و تفسیری مانند میزان پایداری آبراهه ها (آبراهه های پایدار ، فرسایش پذیر و رسوب گذار) و نوع باررسوبی (بار محلول ، بار معلق و بار بستر) دسته بندی نمود (رامشت ، ۱۳۷۵) .

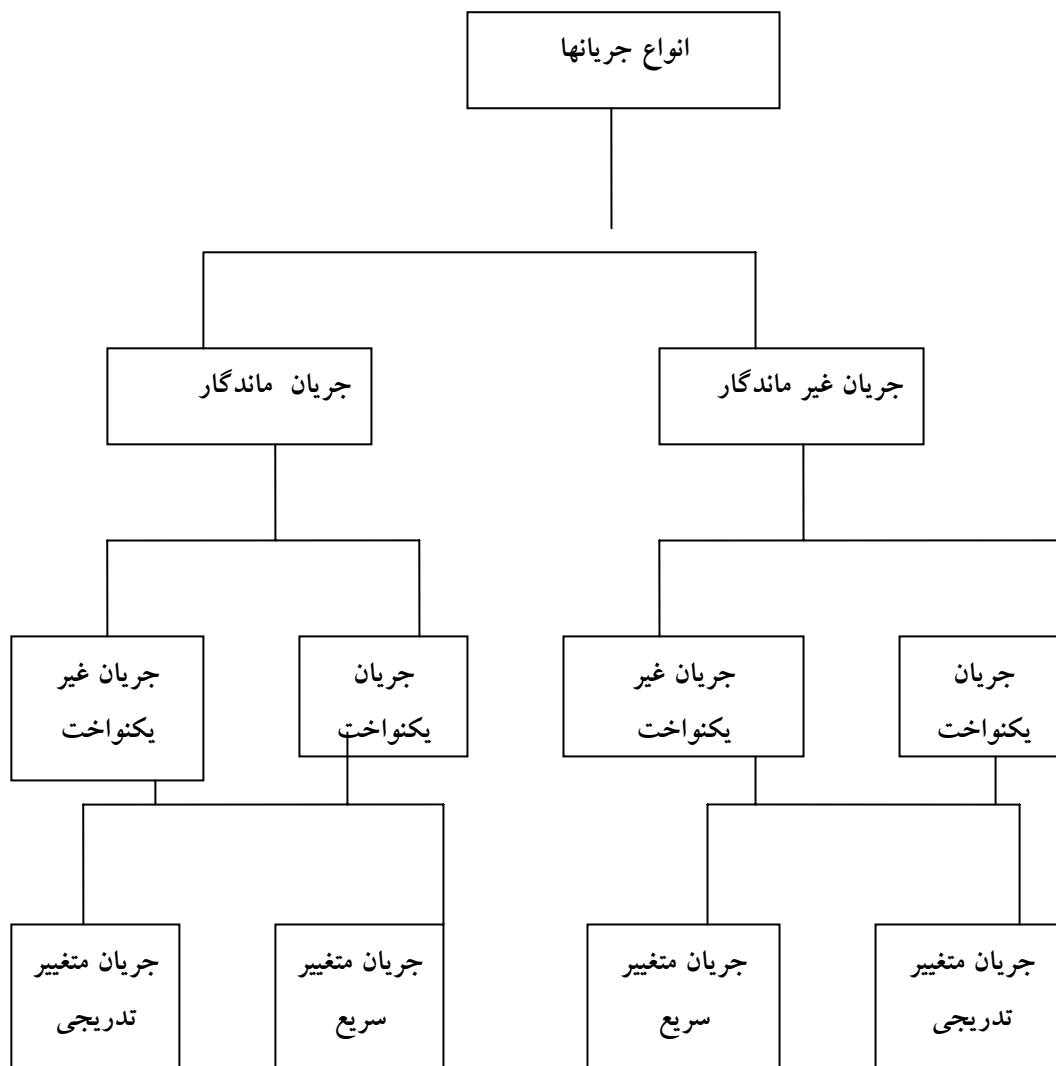
- در سال ۱۹۷۵ ، لوپود و ولمن رودخانه ها را از نظر شکل ظاهری به سه گروه : رودخانه های مستقیم^(۴) ، پیچان رود^(۵) ، و شریانی^(۶) تقسیم بندی کردند (هوک ، ۱۹۸۳) .

-
- 1- Youth ful
 - 2- Mature
 - 3- old
 - 4- Straight

- تاونبری رودخانه هارا براساس تیپ دره های آنها به چهار گروه زیر تقسیم بندی می کند:
الف- آنتیسیدانس (Antecedent): نوعی سیستم رودخانه ای است که در آن مسیر حرکت رود ،
عرض چین خوردگی را قطع می کند ، به عبارت دیگر آبهای جاری منطقه از ناهمواریها تبعیت نمی کنند

ب- کانسکانت (Consequent): رودی که در جهت شیب اولیه یک ناهمواری حرکت می کند .
ج - سوبسکانت (Subsequent) : رود فرعی یا شاخه رودی است که به رود اصلی متصل شده و یا
از آن جدا می شود ، این نوع رودها معمولاً از ناهمواریهای منطقه پیروی نمی کنند .
د- سا پریم پوزد (Superimposed): نوعی زهکشی است که سنگ بستر آن تخریب شده
وزهکشی اولیه منطقه به هم خورده و زهکشی جدید از الگوی تازه ای پیروی می کند - مهندسین
هیدرولیک نیز تقسیم بندی خاصی در مورد جریانهای روباز دارند ، در این رابطه معمولی ترین و شاید
ساده ترین طبقه بندی انواع جریان را «چوو» ارئه داده است (چوو ، ۱۹۵۰) .

این طبقه بندی براساس تغییرات عمق جریان ^(۱) نسبت به زمان و یا محل وقوع در طول مسیر جریان ، بنا شده است . از این رو انواع جریان ^(۲) را می توان به شرح (شکل ۱-۳) خلاصه کرد (نجمایی، ۱۳۷۳).



شکل ۱-۳ : تقسیم بندی جریانها (نجمایی، ۱۳۷۳)

- 1- Depth of flow
2- Types of low

توضیح اینکه جریان ماندگار^(۱)، جریانی است که سرعت آن در هر منطقه نسبت به زمان تغییر می کند، اما در جریان های غیر ماندگار^(۲)، سرعت در هر منطقه نسبت به زمان تغییر کرده و حرکت اواج ناگهانی است. هنگام عبور سیل، رودخانه دارای نمونه ای از حرکت غیر ماندگار می باشد. و نیز جریان یکنواخت^(۳) جریانی است که شتاب آن صفر باشد، یعنی مقدار و یا جهت سرعت نسبت به فاصله تغییر نمی کند و در جریان غیر یکنواخت^(۴)، مقدار سرعت و جهت آن نسبت به فاصله ثابت نمی باشد (شفاعی، ۱۳۷۳).

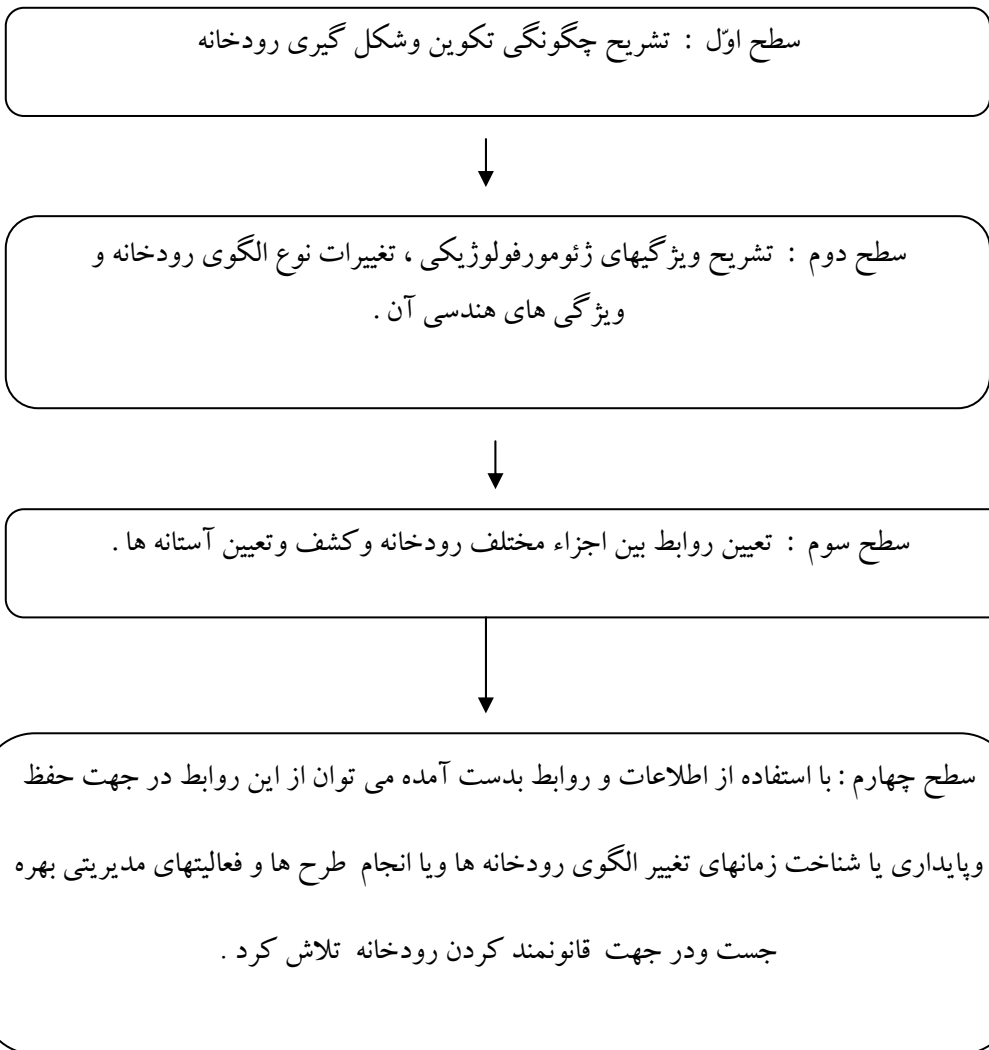
۳-۱-۱- طبقه بندی و مطالعه رودخانه ها از دیدگاه روسگن

یکی دیگر از محققینی که نسبت به مطالعه و طبقه بندی رودخانه ها اقدام کرده است، دیوید روسگن (۱۹۹۵) است در این طبقه بندی دو مطلب بسیار مهم یعنی «تپولوژی و تغییر مقیاس کار در رودخانه ها» لحاظ شده است. در طبقه بندی مذکور رودخانه ها به هفت تیپ A، B، C، D، E، F، G تقسیم شده و هر کدام از آنها نیز به نوبه خود به زیر مجموعه هایی تحت عنوان A_1 ، A_2 ، B_1 ، B_2 و تقسیم می شوند. (توکلی، ۱۳۸۰).

نکته بسیار مهم در این طبقه بندی استفاده از شاخص های رقومی مورفیک است که از آن جمله می توان به شیب، نسبت عرض به عمق، سینوزیتی و ... اشاره نمود. این شاخه هادر تقسیم بندی رده ها و زیر رده ها تفاوت داشته و از قبل تعریف شده اند. (توکلی، ۱۳۸۰)

از سوی دیگر نامبرده برای پژوهش های میدانی چهار سطح مطالعاتی را مشخص می دارد که برای هر سطح به مطالعه موارد خاصی مبادرت می شود. لذا محققین حسب آنکه چه ویژگی رودخانه را بخواهند مطالعه نمایند و یا در چه سطحی به تحقیق پردازند، حوضه و قلمرو کاری خود را به خوبی از قبل تعیین می کنند (توکلی، ۱۳۸۰). سطوح مطالعاتی در این روش عبارتند از: Rosgen, David.

-
- 1- Steady Flow
 - 2- UnSteady Flow
 - 3- Uniform Flow
 - 4- NonUniform Flow



شکل ۳-۲- سطوح مطالعاتی دیود روسگن (توکلی، ۱۳۸۰)

با بررسی طبقه بندی موصوف می توان گفت ، سطوح مطالعاتی در این پژوهش بر روی رودخانه خرم آباد با سطوح مطالعاتی دیوید روسگن مطابقت دارد ، به نحوی که بدو در مورد تکوین و شکل گیری رودخانه مطالبی ارائه شده (سطح اول) و سپس با توجه به ویژگی مهم مورفولوژیکی رودخانه خرم آباد (ممانداری بودن) و با بهره جویی از مورفولوژی مماندرها و قوانین حاکم بر آن ، نسبت به اندازه گیری و محاسبه شاخص های مورفیک اقدام گردیده و پس از تفکیک کرانه های ناپایدار از پایدار ، برنامه اصلاحی مماندرها ارائه گردیده که می تواند در اجرای طرحها و اعمال مدیریت بر رودخانه مورد استفاده قرار گیرد (سطح چهارم) .

ذکر این نکته ضروری است ، با توجه به آنکه حوضه رشته تخصصی این رساله به ژئومورفولوژی مربوط است ، لذا شاخص های فرم ، رکن اصلی تحلیل ها در این پژوهش محسوب می گردند .

۳-۲- مهندسی رودخانه و روشهای مطالعه رودخانه های ماندری

مهندسی رودخانه عبارت از کلیه اقداماتی است که باعث تسهیل در بهره برداری و نگهداری از رودخانه می شود. از دیدگاه مهندسین هیدرولیک مهندسی رودخانه در واقع مهار، کنترل و هدایت جریانهای مؤثر در رودخانه یعنی جریان تالوگ^(۱) و جریان حلزونی (چرخشی)^(۲) و قرار دادن آنها در مسیر دلخواه است به نحوی که بهره برداری و نگهداری از رود را تسهیل نماید. دو جریان عمده باعث فرسایش بستر و کناره ها و انحراف مسیر رودخانه ها می گردند (جریانهای تالوگ و حلزونی). (مقصودی، ۱۳۷۵)

- جریان تالوگ در طول رود از عمیق ترین خط بستر حرکت می کند که به آن جریان متمرکز یا سریع نیز می گویند. این جریان که در بخش ابتدایی و میانی رودخانه ها مؤثر است در مسیرهای مستقیم، در وسط رودخانه عمل می کند و در محل قوس ها به بخش مقعر، نزدیک می شود (مقصودی، ۱۳۷۵)

- جریان حلزونی تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز و نیروی جاذبه عرضی در سر قوس ها و مئاندرها ایجاد می شود و باعث تخریب کناره و قسمتی از بستر رود می گردد. این جریان باعث تخریب در قوس های خارجی و رسوب گذاری در قوس های داخلی می شود (مقصودی، ۱۳۷۵).

با این وضعیت روشهای متعددی جهت مطالعات مربوط به مهندسی رودخانه توسط مهندسین علم هیدرولیک، ژئومورفولوژیست ها، هیدرولوژیست ها و ارائه شده است و با توجه به اینکه رودخانه خرم آباد در مقطع مورد مطالعه یک رودخانه ماندری است لذا در این مبحث به روشهای مطالعه رودخانه های ماندری می پردازیم.

مطالعه این رودخانه ها را می توان بر مبنای داده های اولیه، شکل معادلات و روش کار به دو گروه روشهای مورفیک و روشهای غیر مورفیک تقسیم بندی نمود. ذیلاً به تشریح هر یک از این روشها می پردازیم.

۳-۲-۱- مطالعه رودخانه های ماندری به روش مورفیک

در این روش از شاخص های مورفیک مئاندرها از قبیل: طول موج، طول کمان، شعاع انحناء، عرض رودخانه، دامنه نوسان، ضریب پیچش و زاویه مرکزی کمان، برای برقراری و پیدا کردن روابطی بین این متغیرها استفاده می شود. (توکلی، ۱۳۸۰)

1- Talwege Flow
2- Helical Flow

درپیشبرد و استفاده از این روش لوپولد و ولمن که بر روی رودخانه های مئاندري بریتانیا تحقیق می‌کردند ، به موفقیت های قابل توجهی دست یافتند و معادلات و روابط متعددی را بین شاخص های مختلف بدست آوردند که در زیر به برخی از آنها اشاره می شود. (توکللی ، ۱۳۸۰)

رابطه میان عرض متوسط رود (w) با طول موج (λ)

$$3-1) \lambda = 10.9w^{1.01} ft$$

رابطه میان عرض متوسط رود (W) با دامنه نوسان (α)

$$3-2) \alpha = 2.7w^{1.1} ft$$

رابطه میان طول موج (λ) با شعاع انحناء (γ) (توکللی ، ۱۳۸۰)

$$3-3) 4.7\gamma^{0.98} ft$$

که با تلفیق روابط ۱ و ۳ می توان بین شعاع انحناء و عرض رودخانه یک رابطه جدید نوشت :
(توکللی ، ۱۳۸۰)

$$3-4) \lambda = 4.7\gamma^{0.98} ft$$

البته ضرایب معادلات مذکور می تواند از محلی به محل دیگر متفاوت باشد و تغییر کند . واحد مورد استفاده در این معادلات بر حسب فوت می باشد ، اما شکل کلی معادلات تفاوتی نداشته و ضرایب به دست آمده نباید تفاوت فاحشی با این ضرایب داشته باشند . از مهمترین مزایای این روش این است که اطلاعات و داده های اولیه برای استفاده در این معادلات به راحتی از روی نقشه های توپوگرافی (به ویژه نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰) بوسیله ابزار ساده مثل کرویمتر^(۱) و خط کش قابل اندازه گیری است .

اما از جمله محدودیت های این روش قابلیت کاربرد آن برای رودخانه های مئاندري منظم است و بکارگیری آن برای رودخانه های مئاندري نامنظم دارای ضریب اطمینان کمتری است. (توکللی ، ۱۳۸۰)
از جمله روابط دیگری که در این روش کاربرد دارد بدین شرح می باشند (ریچارد ، ۱۹۸۳) .

$$3-5) \lambda = K_1 Q^{0.5}$$

$$3-6) \alpha = K_2 Q^{0.5}$$

$$3-7) W = K_3 Q^{0.5}$$

$$3-8) \gamma / h = 3,2$$

$$3-9) \lambda / w = 11,7$$

از دیگر معادلات مورد نظر معادله شوم (۱۹۶۸) است .

رابطه ۳-۱۰ : معادله شوم

$$10-3) Q_s = W \lambda^s / dp$$

در معادله مزبور :

$$Q_s = \text{بار مواد بستر} \quad \lambda = \text{طول موج مئاندر} \quad d = \text{حداکثر عمق مجرا}$$

$$W = \text{عرض رودخانه} \quad s = \text{شیب} \quad p = \text{ضریب پیچش}$$

آنچه که در روشهای مرفیک حائز اهمیت می باشد و محققان مربوط به آن اعتقاد دارند این است که « فرم ها برآیند نیروهای متعددی است که ما آن را می بینیم . بنابراین فرم و شکل نمایانگر چگونگی عملکرد نیروهاست . بر همین اساس فرم مئاندرهای یک رودخانه نیز نشان دهنده برآیند و چگونگی عملکرد نیروهایی از قبیل : سرعت ، دبی ، شیب ، جنس زمین و میزان رسوب می باشد .

۳-۲-۲- مطالعه رودخانه های مئاندری به روشهای غیر مرفیک

در این روش که عموماً مورد توجه مهندسان علم هیدرولیک است ، با استفاده از فاکتورهایی مانند : شیب ، میزان دبی ، رسوب ، جنس بستر رودخانه ، قدرت آب ، سرعت آب ، سطح مقطع رود و سعی در برقراری روابطی برای به دست آوردن معادلات تجربی دارند تا با کنترل و یا تغییر هر یک از متغیرها ، تغییرات مورد تقاضای برنامه ریزان را در رودخانه ها بعمل آورند . در پیشبرد و توسعه این روش محققانی چون : شزی ، فرود ، مانینگ ، لیسی ، شیلدر و انیشتن تلاشهای زیادی نموده و روابط و معادلاتی را ارائه داده اند . (توکلی ، ۱۳۸۰)

۳-۲-۳- مقایسه روش ها و انتخاب روش مطالعه در این پژوهش

کلیاتی در مورد روش های مرفیک و غیرمرفیک در مطالعات مربوط به رودخانه های مئاندری ارائه شد . اکنون به مقایسه اجمالی این روشها و مزایا و نواقص احتمالی آنها می پردازیم . در مبحث روشهای مرفیک گفته شد با توجه به اینکه فرمها برآیند نیروهای متعددی هستند و لذا فرمهای مئاندری در یک رودخانه بیانگر برآیند و چگونگی عملکرد نیروهایی از قبیل سرعت ، دبی ، شیب و خواهند بود و این موضوع از جمله نکات مهم و مزایای این روشها می باشد . از سوی دیگر از ویژگی های مهم روشهای غیر مرفیک ، میزان دقت و کارایی بالا در شناخت بین روابط فاکتورهای مختلف یک رودخانه است که این امر می تواند کمک شایانی در جهت کنترل و مدیریت رودخانه برای اهداف گوناگون به مدیران بنماید .

اما مهمترین محدودیتی که دراستفاده از روشهای غیر مرفیک وجود دارد ، نبود داده های اولیه و مبنای برای کاربرد این معادلات است . به طوریکه جمع آوری داده های اولیه بسیار مشکل و وقت گیر است و بعضاً بدست آوردن برخی فاکتورها (نظیر میزان بار بستر) بطور دقیق با وسایل موجود امکان پذیر نمی باشد و غالباً این داده ها توسط فرمول های تجربی ارائه شده قابل اندازه گیری است که این موضوع در درستی نتایج حاصل از تحقیقات بسیار تأثیر گذار است . (توکلی ، ۱۳۸۰)

از جمله محدودیت های دیگر هر دو روش کاربرد آنها در انواع خاصی از رودخانه ها و جریانها است ، بدین معنی که استفاده از روشهای مرفیک فقط در مورد رودخانه های مئاندری با الگوی منظم قابل اجرا است و روابط به دست آمده رضایت بخش است و این روش در مورد رودخانه های مئاندری نامنظم بسیار مشکل و بعضاً اندازه گیری برخی پارامترها عملاً غیر ممکن است . همچنین روشهای غیر مرفیک نیز برای جریان های یکنواخت دارای نتایج مطلوب و قابل اطمینانی است و در مورد جریانهای غیر یکنواخت و متلاطم ، کار بسیار مشکل و پیچیده خواهد شد . از تفاوت های این دو روش اینکه روشهای مرفیک سریع و دارای محدوده عملکرد وسیعتری است ، یعنی طیف وسیعی از رودخانه و یا رودخانه های یک منطقه را در بر می گیرد و مبنای تحقیق در این روش بر اصول ژئومورفولوژی استوار است . اما روش های غیر مرفیک و مهندسی در محدوده بسیار کوچکتري از طول رودخانه کاربرد دارد (رامشت ، ۱۳۷۹) .

با شرح فوق و با توجه به اینکه در این پژوهش که بخشی از مسیر رودخانه خرم آباد (از محل تنگ شیخون تا چم انجیر) به طول ۳۶ کیلومتر را در بر می گیرد و مسیر و محدوده نسبتاً وسیعی محسوب می شود و از سوی دیگر در این مقطع ، رودخانه خرم آباد یک رود مئاندری با مئاندرهایی است که تا حد زیادی از الگوی منظم پیروی می کنند و نیز با توجه به حوضه تخصصی این رساله که به ژئومورفولوژی مربوط است لذا در این تحقیق از روشهای مرفیک استفاده خواهد شد و از میان این روشها ، روشی را که

به متد لوند موسوم است برگزیده ایم ، این روش که یک روش مقایسه ای و فضایی است در فصل چهارم این رساله تشریح خواهد شد. (رامشت ، ۱۳۷۹)

با توضیحات ارائه شده ، در این پژوهش ، مرفولوژی مئاندرهای رودخانه ای اساس و مبنای کار ما را تشکیل می دهد . بنابراین در ادامه این تحقیق به ارائه تعاریف مربوط به مئاندرها و طبقه بندی آن ، عوامل مئاندری شدن یک رودخانه ، مفهوم تعادل و پایداری و می پردازیم . در پایان نتایج حاصل از این پژوهش و پیشنهادات مربوطه ارائه خواهد شد.

۳-۳- مئاندر و انواع آن در طبقه بندی شوم

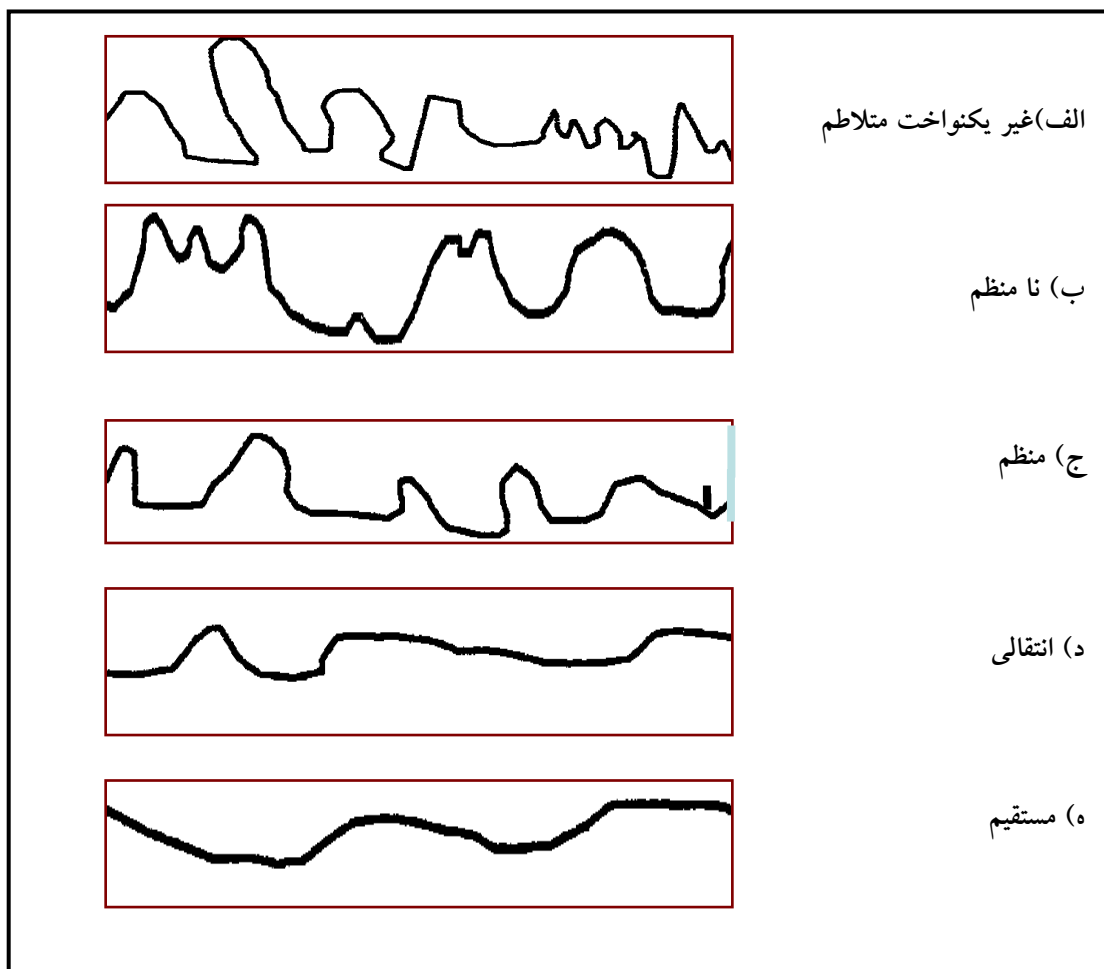
از نقطه نظر فرم شناسی به خمیدگی های هلالی شکل کم و بیش منظم که در مسیر رودخانه ها پدید می آید ، مئاندر اطلاق می گردد . نظریات مختلفی در مورد تشکیل مئاندرها ارائه شده است که در جای خود به آن خواهیم پرداخت . مع هذا می توان گفت مئاندرها در مسیر کم شیب رودخانه ها و بر روی رسوبات آبرفتی دانه ریز نظیر ماسه های ریز و سیلت بوجود می آیند . سرعت جریان در قسمت مقعر مئاندرها بیشتر است و موجب تخریب دیواره می شود ، در حالی که در طرف محدب خمیدگی ، سرعت جریان کمتر و عمل رسوب گذاری بیشتر می باشد (ولایتی ؛ ۱۳۷۰).

لئوپولد و همکاران (۱۹۵۷، ۱۹۶۰) تعریف دیگری از مئاندرها ارائه داده اند و آن عبارت از جریان های رودخانه ای در دشت های آبرفتی ، بسترهای سنگی و حتی روی یخ ها ، بندرت بصورت مسیره های مستقیم و یا به اصطلاح از نوع آبراهه های مستقیم هستند ، بلکه در طول مسیر خود دارای پیچ و خم های فراوانی می باشند و اگر چه این پیچ و خم ها منظم نیستند ولی ممکن است حالت نسبتاً قرینه ای در آنها دیده شود .

جانسون (۱۹۷۹) منشأ کلمه مئاندر را برگرفته از نام رودخانه پرپیچ و خمی در جنوب ترکیه می داند . کیتوری و همکارانش (۱۹۸۴) آن را منتسب به نام رودخانه پرپیچ و خمی در سرزمین باستانی فراعنه می دانند .

نگلسدورف و همکاران (۱۹۸۹) اشاره به این دارند که کلمه مئاندر از نام رودخانه ای موسوم به مئاندرس واقع در آناتولی گرفته شده است که ریشه آن از کلمه قدیم یونانی مین آندروس یعنی پرپیچ و خم گرفته شده است .

شوم در سال ۱۹۶۳ رودخانه ها را به دو گروه شریانی و مئاندری تقسیم بندی نمود در این طبقه بندی رودخانه های مئاندری نیز دارای الگوهای متفاوتی می باشند (شکل ۳-۳) .



شکل (۳-۳) انواع رودخانه های مئاندری (شوم، ۱۹۶۳)

در اکثر مجاری غیر یکنواخت، خم های پیچان رود تغییر شکل می دهند و یکنواختی خاصی که معرف انحناى ایده آل باشد، وجود ندارد. پیچان رودهای نامنظم تنها در مقایسه با الگوی منحنی پیچان رودهای منظم، نامنظم محسوب می شوند و به نظر می آید که الگوی پیچ و خم آنها دارای دامنه طول موج کوتاه است که بر الگوی بزرگتری منطبق گردیده است. هیول استروم (۱۹۴۹) مدعی است در چنین مواردی ممکن است پیچان رودهای کوچکتر به ادوار جریان دائمی کوچکتری مربوط شوند، در حالیکه مئاندرهای بزرگتر در واکنش به جریان بیشتر، احتمالاً به میانگین سیلاب سالانه مربوط می شوند.

الگوی منظم، مطمئن ترین نمونه برای تحلیل کمی است زیرا شکل موج آن در سطح تقریباً منظم قرار دارند، الگوی انتقالی با پیچ های بسیار بزرگ و هموار از سایر الگوها متمایز می گردد و امکان دارد به نوسان موج مانند منظم در سطح نیز نزدیک شود. الگوی مستقیم تقریباً ناشناخته است، اما در این طبقه بندی به مجرای گفته می شود که با داشتن پیچ و خم های جزئی، نظم خاصی دارد (رامشت، ۱۳۷۵).

شوم (۱۹۹۳) عوامل مؤثر در تغییرات شیب طولی رودخانه ها را به سه گروه بشرح ذیل طبقه بندی نموده است .

- ۱- عوامل مربوط به تغییرات سطح اساس شامل : جهت ، بزرگی ، شدت و تداوم آنها .
- ۲- عوامل مربوط به زمین شناسی نظیر سنگ شناسی و سایر ویژگی های زمین شناسی .
- ۳- عوامل مربوط به ژئومورفولوژی شامل شیب رخنمونها ، مرفولوژی دره ها و رودخانه ها و قابلیت تعدیل و تنظیم عوارض سطح زمین .

۳-۴- بررسی پیچان رودهای رودخانه آبرفتی خرم آباد

۳-۴-۱ بازه های رودخانه طرح

به منظور شناسایی دقیق تری از مشخصات رودخانه از جمله ابعاد، شیب طولی، بازه بندی رودخانه بهترین روش برای دسته بندی و کسب این شناخت می باشد. به همین منظور با توجه به مشاهدات صحرائی و بررسی های بعمل آمده به شرح زیر تقسیم بندی شده است:

الف - بازه اول (بالادست شهر خرم آباد)

این بازه به طول تقریبی ۱۴/۶ کیلومتر از تنگ شیبخون تا اوایل شهر خرم آباد ادامه دارد. شیب طولی این بازه حدود $S=0/0058$ و عرض متوسط آن حدود ۱۰۰ متر و ارتفاع مقطع بین ۳ تا ۷ متر متغیر می باشد. کارگاه های برداشت شن و ماسه در این بازه قرار دارند. روستای قلعه سنگی و ملک الدین در ساحل چپ و روستای جهادگران در ساحل راست در این بازه واقع شده اند. شاخه گرم دره در این بازه از ساحل چپ به رودخانه خرم آباد می پیوندد. مقاطع از عرض و عمق خوبی برخوردارند و خصوصیات ماندیری رودخانه در این بازه کمتر از بازه بعدی است.

ب - بازه دوم (شهر خرم آباد)

این بازه از حوالی دریاچه کیو تا حوالی پل طاق شکسته و سد انحرافی امتداد دارد، طول تقریبی آن ۶ کیلومتر با شیب طولی حدود $S=0/004$ ، عرض متوسط حدود ۸۵ متر و ارتفاع مقطع بین ۲/۵ تا ۹ متر می باشد. این بازه از لحاظ عمق و ظرفیت ایمن به دو زیربازه تقسیم می گردد. قسمت اول از ابتدای بازه تا حوالی پل انتلاب با ارتفاع مقاطع حدود ۵ تا ۹ متر و ظرفیت ایمن ۶۰۰ تا ۷۰۰ متر مکعب برثانیه و قسمت

دوم از پل انقلاب تا انتهای بازه با ارتفاع مقاطع حدود ۲/۵ تا ۵ متر و ظرفیت ایمن ۲۵۰ تا ۴۵۰ مترمکعب برثانیه می‌باشند. اما به طور کلی با توجه به محدود شدن رودخانه به دیوارهای سنگی ساحلی و ساخت و ساز در حاشیه رودخانه و کنترل تغییرات طبیعی رودخانه به طور مصنوعی و همچنین عرض و زبری بستر مشابه، این محدوده به صورت یک بازه دیده شده است.

ج - بازه سوم (سد انحرافی تا پل روستای قلعه‌سنگی)

طول این بازه حدود ۴ کیلومتر با شیب طولی تقریباً $S = 0/005$ ، عرض متوسط ۱۶۳ متر (متوسط مقطع بزرگ و کوچک) و ارتفاع مقطع ۲-۱/۵ متر مقطع اصلی و ۳ تا ۸ متر مقطع دوم می‌باشد. در این بازه فرسایش سواحل گسترده‌تری و سرعت توسعه زیادی دارد، پوشش گیاهی در سواحل رودخانه انبوه می‌گردد و از این جهت این بازه را از دیگر بازه‌ها کاملاً متمایز می‌گرداند. رودخانه در این محدوده تقریباً تا نزدیکی روستای محمدیگی حدوداً دو مقطعی می‌باشد، یک مقطع اصلی با عرض نسبتاً زیاد و عمق کم و مقطع دوم که در هر دو ساحل گسترده است، نیز عریض و از لحاظ ارتفاعی از مقطع اول کمی مرتفع‌تر است. در عرض مقطع دوم به دلیل دسترسی آسان به آب و خاک حاصلخیز زراعت صورت می‌پذیرد و با توجه به دبی طراحی مفروض و ظرفیت ایمن، این اراضی سیل‌گیر می‌باشند. پل روستای قلعه سنگی در این بازه قرار دارد.

د - بازه چهارم (پل روستای قلعه سنگی تا پل کوه‌دشت - اندیشک)

طول بازه چهارم تقریباً ۶ کیلومتر است و داری شیب طولی حدود $S = 0/0034$ ، عرض متوسط ۶۲ متر و ارتفاع مقطع ۵ تا ۹ متر می‌باشد. شکل مقطع در این بازه با دیگر بازه‌ها که دارای مقاطع عریض یا U شکل عریض بوده‌اند، متفاوت است.

مقاطع در این بازه تقریباً V شکل و یا U شکل با عرض کمتر از سایر بازه‌ها، می‌باشد. از پوشش گیاهی سواحل کاسته می‌شود، دانه‌بندی‌ها مصالح سواحل نیز به سمت ریزدانه‌تر شدن پیش می‌رود. در این بازه همچنین رودخانه مسیر پرپیچ و خمی را طی می‌کند. طول کلی رودخانه خرم‌آباد در محدوده مطالعاتی حدود ۳۱ کیلومتر است و شیب طولی عمومی آن حدود $S = 0/0049$ می‌باشد.

۳-۵- تقسیم‌بندی مورفولوژیکی بازه‌های محدوده طرح

- با توجه به موارد ذکر شده در رودخانه خرم‌آباد، در اوایل بازه اول تا حدی خصوصیات رودخانه شریانی مشاهده می‌گردد و جزایر رسوبی محدودی در این محدوده مشاهده می‌گردد، در بقیه بازه‌ها رودخانه از لحاظ شکل ظاهری خصوصیات رودخانه مارپیچی را از خود نشان می‌دهد، در بازه دوم (شهر خرم‌آباد) اگرچه سواحل با دیوارهای سنگی ساحلی محدود شده‌اند، اما مسیر مارپیچی از قدیم در این محدوده باقی مانده و تثبیت شده است.
- همچنین براساس مطالعات زمین‌شناسی انجام یافته این دو رودخانه از جمله رودخانه‌های آبرفتی می‌باشند.
- برحسب سن رودخانه خرم‌آباد در بازه‌های اول می‌تواند یک رودخانه بالغ محسوب گردد، در مورد بازه دوم (شهر خرم‌آباد) به دلیل دخالت بشر و کنترل (نسبی) تغییرات طبیعی رودخانه نمی‌توان به صراحت اظهار نظر نمود.
- بازه سوم رودخانه خرم‌آباد نیز به دلیل احداث سد انحرافی و وقوع فرسایش شدید در سواحل در چند سال اخیر، از این جنبه دسته‌بندی نمی‌گردد و در نهایت بازه چهارم تاحدی خصوصیات رودخانه‌های جوان را از خود نشان می‌دهد.
- به لحاظ هیدرولیکی با در نظر گرفتن زبری بستر و وجود مصالح درشت دانه در این دو رودخانه، به غیر از بازه انتهایی رودخانه خرم‌آباد، سایر محدوده‌ها در رده "رودخانه‌های کوهستانی" قرار می‌گیرند. بازه چهارم رودخانه خرم‌آباد تقریباً در رده "رودخانه‌های دشتی" قرار می‌گیرد.

۳-۶- تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌های طرح

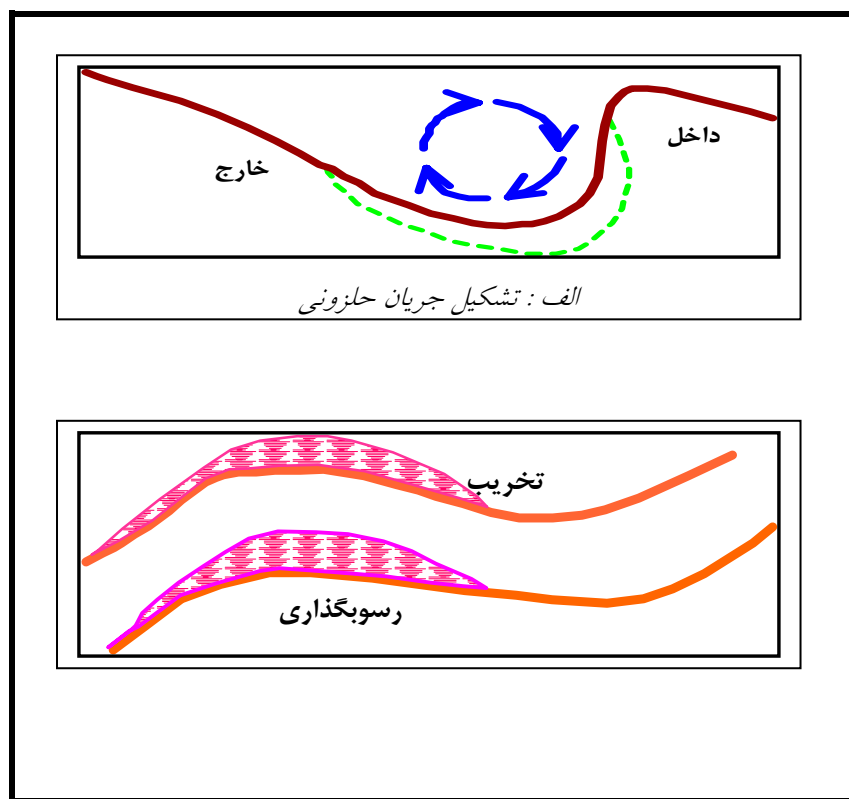
- بررسی نقشه‌های توپوگرافی قدیمی منطقه مطالعاتی و مقایسه آنها با نقشه‌های توپوگرافی جدید نشان می‌دهد که تغییرات عمده‌ای در بلند مدت در وضعیت مسیر و راستای رودخانه حادث نشده است. به عبارت دیگر تغییرات تدریجی و فرسایش و رسوبگذاری در پیچ‌ها و منادرها صورت می‌پذیرد اما در طول دوره زمانی حدود ۱۰ تا ۱۵ سال تغییر پذیری کمتر می‌باشد.
- بازه سوم رودخانه خرم‌آباد (حدفاصل سد انحرافی تا حوالی پل روستای محمدیگی) از این مسئله مستثنی می‌باشد. از محدوده مخزن سد تا حدوداً انتهای این بازه در مقایسه‌های نقشه‌های قدیم و جدید (و عکس‌های هوایی محدوده شهر خرم‌آباد) تغییرات ایجاد شده در مسیر رودخانه را آشکارا نشان می‌دهد. علاوه بر نتایج حاصل از بازدید صحرایی و اظهارات کارفرما و اهالی نتایج هیدرولیکی و بررسی‌های مورفولوژیکی نیز مؤید این مدعا می‌باشد. تغییر ایجاد شده در رژیم دبی - رسوب

پایین دست سد انحرافی، بعد از احداث آن، موجب افزایش پتانسیل حمل و انتقال رسوب در این بازه گشته و رودخانه در سال‌های اخیر عمل فرسایش سواحل خود را سرعت بخشیده است. لذا به این جهت این بازه از جمله بازه‌های دارای بحران می‌باشد.

- محدوده شهر خرم‌آباد دارای تغییر نمی‌باشند. همانگونه که گفته شد با دیوارسازی‌های انجام یافته رودخانه از حالت تغییرات تدریجی خود خارج گشته و تنها نکته قابل بررسی می‌تواند بروز فرسایش در پای دیوارهای سنگی ساحلی باشد.

۳-۷- عوامل مؤثر در ماندری شدن رودخانه ها

در مورد مکانیزم فرسایش کناری و پیچان رودی شدن رودخانه ها، بررسی های فراوانی انجام گرفته و نتایج گوناگونی در کتب و مقالات متعدد ارائه گردیده است، ولی هنوز عوامل این پدیده کاملاً روشن نیست توکلی (۱۳۸۰) به نقل از (شن، ۱۹۸۴). لیلیاوسکی (۱۹۵۵)، جریان چرخشی یا حلزونی در آبراهه را عامل اصلی ماندری شدن یک آبراهه ذکر نموده و آن را چنین توصیف کرده است که وقتی به دلایل مختلف یک فرسایش کوچکی در کناره یک مجرای مستقیمی ایجاد می کند، ذرات متحرک در آب، در طول دیوار فرسایش یافته و در یک وضعیت انحنایی قرار گرفته و ادامه حرکت آنها منجر به تشکیل نیروی گریز از مرکز خواهد شد. این نیرو یک حرکت مارپیچی (حلزونی) در قسمت کناره فرسایش یافته ایجاد می کند. حرکت حلزونی خود موجب بروز نیروی بالابرنده ذرات واکنش اولیه می گردد که به تدریج قسمت فرسایش یافته عمیق تر شده و مواد فرسایش یافته از این دیواره به دیواره مقابل انتقال و ترسیب می نماید. (شکل ۳-۴).



شکل (۳-۴) نحوه عمل جریان حلزونی (محسنی ساروی، ۱۳۸۴)

توکلی به نقل از چکین کیپورز (۱۹۵۴) نیز جریان مارپیچی را عامل اصلی مماندری شدن و حتی پدیده ته نشینی ذرات بصورت رسوبگذاری نقطه ای و تشکیل بارنقطه ای^(۱) دانسته است و آن را ناشی از بروز یک حرکت ثانوی در ابتدای اولین پیچ می داند. توکلی به نقل از ونت (۱۹۶۲، ۱۹۴۹، ۱۹۴۱) نیز علت اصلی تشکیل پیچان رودها را مانند سایر تغییرات مورفولوژیکی رودخانه به رقابت بین فرسایش و رسوبگذاری در جریان رسیدن به تعادل نسبت می دهد. قریشی (به نقل از لوپولد و همکاران، ۱۹۶۰) در یک بررسی آزمایشگاهی دریافت که یک آبراهه مستقیم که ذرات کف بستر آن از جنس ماسه بوده است، پس از مدتی بصورت یک آبراهه پیچان در آمده است، در این آزمایش، تپه های کوچک با فواصل نسبتاً منظم در کف آبراهه تشکیل که برخورد آب به این موانع خود موجب حرکت حلزونی در بستر شده و نهایتاً منجر به تشکیل پیچ و خم در آبراهه گردیده است. لوپولد و همکاران (۱۹۶۰) همچنین مماندری شدن را به تغییرات بده جریان و اثرات متقابل عمق، سرعت، تلاطم جریان و ضریب اصطکاک تلاطمی می داند. توکلی به نقل از موریسوا (۱۹۶۸)، شیب را عامل پیچان رودی شدن می داند و چون شیب را نیز تابعی از اندازه ذرات مواد بستری فرض می کند. لذا وقتی شیب از حدی که برای انتقال ذرات لازم است، تجاوز کند، مکانیزمی رخ می دهد که مسیر رودخانه را بصورت پیچان در آورده و با

افزایش طول، شیب آن نیز کاهش می یابد ورن (۱۹۵۱)، شروع پیچان رودی را ناشی از حرکات موجی رودخانه دانسته و طول موج پیچان رود را تابعی از عرض، زبری، شیب، عمق و ضریب بار رسوبی رودخانه دانسته است. شوم (۱۹۸۰) وجود بار معلق زیاد در یک رودخانه را عامل پیچ و خم دارشدن آن می داند. رویی (۱۹۵۲) تغییرات در شرایط رودخانه را عامل اصلی کند شدن و پر شدن کف بستر می داند. این عامل منجر به تشکیل چاله^(۱) و ناهمواریهای تپه مانند^(۲)، در بستر گردیده و تغییرات بعدی را در سرعت آب و شیب سطح مقطع جریان بوجود می آورد که پدیده پیچان رود را بدنبال خواهد داشت.

توکللی به نقل از اینگلیس (۱۹۴۹) پیچان رودی شدن را به راه حل طبیعی رودخانه جهت صرف انرژی مازاد جریان در هنگام تغییرات زیاد بده جریان در شرایط مختلف، نسبت می دهد. در مجموع محققانی مثل کینوشیتا (۱۹۶۱) و سیمونس (۱۹۷۱) و بسیاری دیگر، عوامل پیچان رودی را به تشکیل موانع در کف آبراهه و یا تغییرات بده و رسوب نسبت می دهند. در حالیکه افراد دیگر چون موریسووا (۱۹۶۸) و تأثیر نیروی گریز از مرکز در افزایش ارتفاع سطح آب در کناره خارجی رودخانه را عامل گسترش پیچان رود می دانند. از عوامل دیگر مؤثر در پیچان رود شدن رودخانه هایی با شیب طولی بسیار کم، ممکن است، تأثیر نیروی کوریولیس در رابطه با نیروی ثقل باشد. نیروی کوریولیس که ناشی از گردش دورانی زمین است، معادل دو برابر حاصل ضرب بردارهای سرعت زاویه ای و سرعت مرکز زمین مطابق با رابطه زیر می باشد:

$$\delta_c = 2(O.V)$$

رابطه ۳-۱۱

$$\delta_s = \text{نیروی کوریولیس} = \text{سرعت زاویه زمین} = O = \text{سرعت نسبی حرکت زمین}$$

در نیمکره شمالی این نیرو معمولاً سبب جابجایی یا مهاجرت مئاندرها به سمت راست رودخانه ها می گردد. شایان ذکر است که اثر نیروی کوریولیس در پدیده مئاندری شدن در همه نقاط تأیید نشده است. لوپولد و لانگین (۱۹۶۶) تشکیل مئاندرها را یک مسئله احتمالی می دانند و معتقدند شکل پیچان رودی برآیند فرآیندهای فرسایشی و رسوب گذاری در جهت حصول پایداری می باشد. به طوری که با صرف انرژی مازاد رودخانه تغییر پذیری عوامل هندسی - هیدرولیکی جریان به حداقل رسیده و شکل مارپیچی بتدریج منظم تر می شود و تقریباً از یک تابع سینوسی پیروی خواهد نمود. محققان دیگر معتقدند، ازدیاد تنش برشی در بستر توأم با افزایش بارکف و کنش در کناره ها، موجب فرسایش و تخریب دیواره ها می گردد. عوامل مهمی که بر توزیع تنش در پیچها مؤثر می باشند عبارتند از:

- انحناء نسبی پی (I/W) یعنی نسبت شعاع انحناء به عرض رودخانه.

1-Pool

2- Dune - Shoal

- نحوه توزیع سرعت در مقطع ورودی به پیچ .
- زاویه پیچ (α) .
- نسبت عرض به عمق (w/d) .
- نحوه تغییر مقطع جریان در قسمت ورودی ، میانی و خروجی پیچ .

در پایان این مبحث و در یک جمع بندی کلی عوامل مماندری شدن رودها را می توان بشرح ذیل خلاصه نمود :

- ۱- تخریب موضعی دیواره ها که خود ممکن است بدلیل حرکت چرخشی ، تنش برشی جریان ، عدم کفایت مقاومت برشی دیواره ها ، اشباع شدن خاک دیواره ها ، جریان آب اشباعی دیواره ها به سمت رودخانه ، ایجاد حفره و لغزش دیواره ها ، پدید آید .
- ۲- اثر حرکت دورانی زمین در تمایل به فرسایش جانبی دیواره در جهت شرقی - غربی و یا بالعکس در برخی از رودخانه های با شیب طولانی و بسیار ملایم .
- ۳- اتلاف انرژی مزاد بر تداوم جریان و یا اتلاف آن در بستر رودها برای رسیدن به حالت تعادل .
- ۴- اثرات متقابل تغییر شرایط و شکل بستر رودها بر روی جریان آب و فرسایش و رسوب گذاری که خود موجبات تغییر در رودخانه را پدید می آورد .
- ۵- ایجاد نیروهای ناگهانی در اثر عوامل مختلف نظیر حرکت ایزوستازی و یا سایر نیروهای تکتونیکی نیز می توانند ، تغییرات عمده ای در رودخانه ایجاد کنند (تلوری ، ۱۳۷۴) . بنظر می رسد از بین عوامل متعددی که در این بخش بیان شد ، عامل شیب و بارسوبی (معلق - باربستر) ، در ایجاد الگوی مماندری نقش مهمی را ایفاء می نمایند .

۳-۸- تعادل از دیدگاه ژئومورفولوژی

با توجه به اینکه بهره جویی از مرفولوژی مماندرهای رودخانه ای جهت مطالعات مهندسی و بررسی پایداری کرانه ها ، اساس و مبنای کار را در این پژوهش تشکیل می دهد و از طرفی طرحهای متعددی در سواحل رودخانه خرم آباد اجرا شده اند و مراکز جمعیتی ، اراضی کشاورزی ، صنایع و مراکز تفریحی و گردشگری متعددی در حوضه نفوذ این رود قرار دارند و هرگونه دخل و تصرف در بستر و حریم رودخانه بدون در نظر گرفتن اصول تعادلی ، هزینه های بسیار سنگینی را جهت ترمیم ناپایداریها بر ما تحمیل خواهد کرد لذا بررسی پایداری کرانه ها در رودخانه خرم آباد ، اهمیت بیشتری پیدا می کند . چرا که نتیجه این بررسی و شناسایی و تفکیک کرانه های ناپایدار از پایدار می تواند در جهت مهندسی و اصلاح مسیر رودخانه بکار گرفته شود . یکی از مسایلی که پیشتر جزو آرزوهای مهندسین رودخانه بشمار می آمده است ، مستقیم کردن مسیر رودخانه ها جهت استفاده بهتر دراموری نظیر کشتیرانی بوده است . اما

آنچه که مسلم است اینگونه روشها چیزی جزء عدم تعادل محیطی را به دنبال ندارد، به نحویکه مستقیم سازی مسیر به معنی کوتاه کردن مسافت بوده و نتیجه نهایی آن افزایش شیب طولی بستر رودخانه می باشد و افزایش شیب خود به مفهوم تحول اساسی در رفتار رودخانه و محصول نهایی آن تشدید ناپایداری خواهد بود. با شرح فوق و نیز با اشاره به این موضوع که رودخانه خرم آباد یک رودخانه در ابعاد و مقیاس کشتیرانی و حمل و نقل آبی نمی باشد لذا مناسبترین شیوه در مطالعات مهندسی این رودخانه بررسی پایداری کرانه ها و اصلاح مسیر موجود بر اساس اصول تعادلی، خواهد بود. با توضیحات ارائه شده، بررسی مفهوم تعادل و پایداری از دیدگاه ژئومورفولوژی ضرورت می یابد و در این مبحث نگرشی براین موضوع خواهیم داشت. یکی از روش های معمول در مطالعات ژئومورفولوژی روش تعادلی^(۱) است. اگرچه این روش دارای مزیت های نسبی خاصی از جمله تحلیل های مقدراری و کمی، قابلیت پیش بینی و اصل تعمیم است ولی به واسطه ابهاماتی در استمرار شرایط تعادلی، چندان مورد اقبال ژئومورفولوژیست ها قرار نگرفت (رنویک، ۱۹۸۵). مفهوم تعادل در ژئومورفولوژی سابقه طولانی دارد و چنین مفهومی را می توان در کارهای (جی کی گیلبرت، ۱۹۹۱) ردیابی نمود. به زبان ساده واژه تعادل در ژئومورفولوژی بیان کننده نوعی توازن بین فرم^(۱) و فرایند^(۲) است. چشم اندازهای ژئومورفیک ترکیبی از لندفرم های گوناگون است که می تواند در حالت تعادل، ناتعادلی یا عدم تعادلی باشد. تعادل مفهومی است که با مفهوم پایداری^(۳) در چشم اندازهای ژئومورفیک بعضاً همراه و قرین بوده بطوریکه پایداری در چشم انداز خود انعکاسی از وجود نوعی تعادل بین فرم و فرایند تلقی شده است (رامشت، توانگر، ۱۳۷۱). هاگ (۱۹۷۵) مفهوم تعادل دینامیک^(۴) را در ژئومورفولوژی مطرح ساخت. اگرچه نظریه او هرگز به زبان ریاضی تبیین نشد ولی خلاصه مفهوم تعادل دینامیک او چنین است: "اگر منطقه ای با نرخ ثابت، تحت حاکمیت مستمر بالا آمدگی^(۵) قرار گیرد و فرآیندهای ژئومورفیک مانند عوامل اقلیمی هم بصورت پیوسته و ثابت عمل نمایند، ژئومتری فرم اراضی حالت پایداری از خود بروز می دهد و ما قادر به درک تغییر یا تحول فرمیک در آن منطقه نیستیم. در بسیاری از موارد تغییرات محیطی در زمان حال و یا مقاطع زمانی طولانی تر چنین وضعیتی دارند." در بسیاری موارد دیگر لندفرم های موجود با فرآیندهای امروزی در تعادل نیستند. بعبارت دیگر لندفرمهای متعادل^(۶) فرم هایی هستند که به سمت دست یابی به تعادل پیش می روند، اما زمان کافی برای نیل به چنین شرایطی در اختیار ندارند.

-
- 1- Equilibrium Approach
 - 2- Land form
 - 3- Process
 - 4- Stability
 - 5- Dynamie Equilibrium
 - 6- Up lift
 - 7- Disequilibrium

ناتعادلی وقتی رخ می دهد که بین متغیرهای وابسته فرایند و متغیرهای غیر وابسته زمانی ، تأخیر قابل ملاحظه ای وجود داشته باشد .

۳-۹- بررسی ومقایسه مفهوم تعادل درسه دیدگاه دیویسی ، تصادفی و سیستمی (رامشت ، توانگر ، ۱۳۷۸)

واژه تعادل و بکارگیری آن در ژئومورفولوژی سابقه ای نسبتاً طولانی دارد . این واژه هم در ژئومورفولوژی دیویسی و هم در دیدگاه ژئومورفولوژی تصادفی و هم در ژئومورفولوژی سیستمی بکار گرفته شده است ، اگرچه از نظر مفهومی در هر یک از دیدگاهها دارای تفاوت ماهوی است . در دیدگاه دیویسی واژه تعادل ، نیمرخ تعادل ، منحنی بی بعد و ... رکن تحلیل های ژئومورفولوژی در بعد و چارچوبه زمان است . عبارت دیگر تعادل در اینجا یک متغیر زمانی است و بعنوان یک خصیصه که بواسطه گذشت زمان بر چشم اندازهای ژئومرفیک تحمیل می شود ، طرح می گردد . طرح دور فرسایشی دیویس دقیقاً چارچوبه یک مدل زمانی را در ذهن متبادر می کند و تعادل به عنوان خصیصه ای از یک دوره خاص از زمان معنی پیدا می نماید وقتی در دیدگاه دیویسی صحبت از مراحل جوانی ، رسیدگی و پیری می شود ، در واقع تکوین یک چشم انداز ژئومرفیک در سه تابلو زمانی طرح و سپس برای هر یک از آنها ویژگی ها و روابط معینی تعریف می شود ، که از آن جمله مفهوم تعادل بعنوان خصیصه ای برجسته و بارز برای دوره رسیدگی و پیری بیان می گردد . به سخنی دیگر مفهوم تعادل در دیدگاه دیویسی حالتی از یک چشم انداز ژئومرفیک است که تنها در مرحله رسیدگی و پیری مفهوم پیدا می کند . و آن همان چیزی است که زاییده زمان تلقی می شود . همین تعبیر در مورد فرم اراضی نیز صادق است وقتی صحبت از دامنه می شود ، تعقر و یا تحدب آنها به رسیدگی و یا عدم رسیدگی آن نسبت داده می شود و تعادل در نیمرخ دامنه که در تحدب و یا تعقر شکل آن خلاصه می شود ، تابعی از زمان است . از همین رو در ترسیم منحنی بی بعد نیز ، مفهوم گذشت زمان و بستگی مفهوم تعادل به زمان کاملاً آشکار است .

برخبر و آلفرد پنگ که از معتقدان دیدگاه دیویسی و از بنیان گذاران تفکر تصادفی جدید بشمار می آیند نیز مفهوم تعادل را در تحلیل های خود بکار گرفته اند . اما بکارگرفتن این مفهوم در ادبیات کاتاستروفیسم ها نه در چارچوبه یک مدل زمانی که در چارچوبه تفاوت رخداد هایی چون تغییرات اقلیمی ، تغییر سطح اساس ، رخدادهای تکتونیک و تغییرات محیطی ناشی از دخالت های بشر در دوران چهارم بکار گرفته شده است . عبارت دیگر در این دیدگاه مفهوم تعادل بیشتر تابعی از رابطه فرایند هایی

است که بواسطه تغییرات اقلیمی و بوجود می آید لذا مفاهیم دیگری چون رگزیزتازی و بیوستازی نیز به عنوان نتیجه طبیعی تناوب و تکرار تغییرات اقلیمی تشریح و تبیین می گردد (روژه کک ، محمودی ، ۱۳۷۰). از همین رو پدیده های ژئومورفولوژیک (بوژه دوران چهارم) در این دیدگاه بعنوان موارث اقلیمی معرفی می شوند. عبارت دیگر، تغییرات اقلیمی و سطح اساس آبها و پاره ای از رخدادهای تکتونیکی و تأثیر فعالیت های بشری، رکن تحلیل های ژئومورفولوژی قرار می گیرد. حال آنکه در دیدگاه دیویس، زمان چنین نقشی را بازی می کرد.

امامفهوم تعادل در دیدگاه سیستمی از مقوله دیگری است. در این دیدگاه تعادل ژئومرفیک تبیین کننده یک رابطه معین، بین ورودی و خروجی یا فرم در یک دستگاه شکل زایی است. چورلی و کندی (۱۹۷۱)، تعادل در ژئومورفولوژی را بیان حالتی از یک سیستم می دانند که بین فرم و فرایند پسخوراند منفی وجود داشته باشد. مفهوم تعادل در این دیدگاه با تعابیر گوناگون تبیین شده است که تعادل پایدار، تعادل دینامیک، تعادل فرا پایدار و از آن جمله است. در ادامه این مبحث به تشریح اجمالی مفاهیم مزبور در دیدگاه سیستمی می پردازیم.

اگر چشم اندازه های سیستم ژئومرفیک ما با تغییرات آرام، تدریجی و پیشرونده آن هم در مقیاس زمانی بلند مدت روبرو باشد و در همان حال لند فرم های ما در مقیاس زمانی کوتاه مدت از خود حالت تعادل نشان دهند به چنین حالتی تعادل پویا یا دینامیک گفته می شود (هاک، ۱۹۶۰). برای مثال مسیر یک رودخانه که نسبتاً پایدار است و خصوصیات ژئومتری آن ثابت باقی مانده حال آنکه در مقیاس زمانی بلند مدت، چشم اندازی که این رودخانه در آن جاری است، دستخوش تغییرات آرام و تدریجی است.

در تعادل فراپایدار^۱ نیز همانند دینامیک ما شاهد تعادل در لند فرم ها هستیم ولی در اینجا سیستم ژئومرفیک دستخوش تغییر ناگهانی شده است، عبارت دیگر در اینجا اولاً سیستم ژئومرفیک دچار تغییر می شود و نه چشم انداز و ثانیاً تغییر به مانند تعادل دینامیک، آرام مستمر و پیشرونده نیست، بلکه ناگهانی است.

بطور خلاصه در این نوع تعادل، پایداری تنها برای سیستم وقتی دست یافتنی است که طول مدت پاسخ به واکنش کوچکتر از مدت استمرار آشفستگی باشد یعنی:

$$\text{مدت استمرار آشفستگی} < (\text{Reaction time}^3 + \text{Relaxation time}^4) \text{ Response time}^2$$

1- Metastable Equilibrium

۲- زمان پاسخ

۳- زمان واکنش

۴- زمان عکس العمل

نکته پایانی این مبحث اینکه ، در تفکر دیویسی ، تحلیل های ژئومرفیک براساس فرم و در چارچوبه زمان صورت می گیرد و چون اساس تحلیل ها فرمیک است لذا تعادل در قالب شکل لند فرم ها ، دامنه ها و چشم اندازها بعنوان مرحله ای از تکوین تاریخی در نظر گرفته می شود .

در دیدگاه تصادفی ، تحلیل های ژئومرفیک بر اساس فرایندهای شکل زا در قالب تکرار تناوبی تغییرات اقلیمی و سطوح اساس و پاره ای رخدادهای تکتونیکی و انسانی در دوران چهارم صورت می گیرد و لذا تعادل در این دیدگاه به مفهوم تثبیت و حاکمیت یک فرایند غالب توصیف می گردد . در دیدگاه سیستمی یا مدل جریان ماده و انرژی تحلیل های ژئومرفیک براساس رابطه بین فرم و فرایند صورت می گیرد و لذا تعادل حالت یا رابطه معینی از نحوه ارتباط فرم و فرایند تلقی می شود .

۳-۱۰ متغیرهای مرفیک یک منادر

برای بررسی و شناخت منادرها روشهای متعددی وجود دارد. یکی از این روشها استفاده از ویژگی های هندسی منادرها است. منادرها به مانند امواج هستند که روی دشتهای آبرفتی در حال حرکتند و لذا متغیرها و روابطی که بر امواج حاکم هستند در مورد منادرها نیز صدق می کنند. یک منادر دارای متغیرهایی بشرح ذیل است (شکل ۳-۶).

۱- طول موج (λ): عبارت از فاصله مستقیم بین دو برآمدگی (اوج یا قلّه) و یا دو فرورفتگی (قعر) متوالی در یک موج، می باشد.

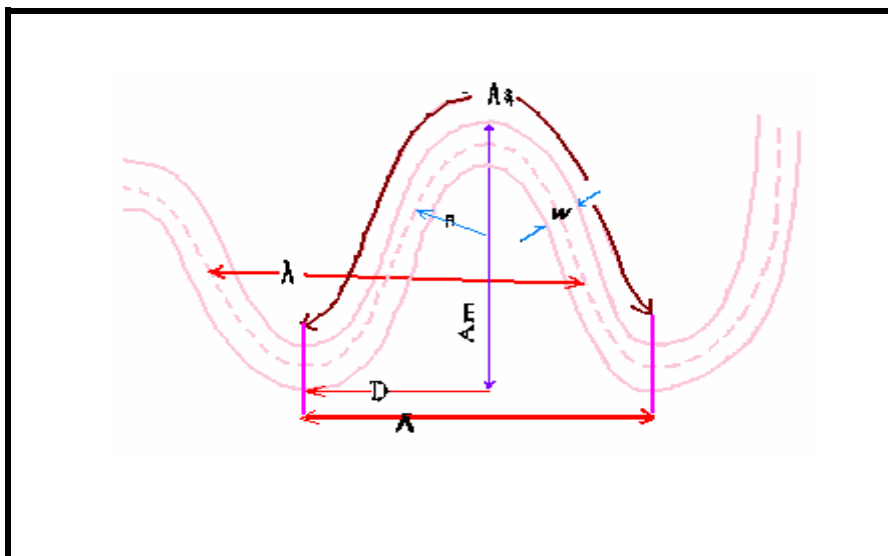
۲- دامنه موج (Am): عبارت از خطی است که از نقطه اوج یا قلّه موج بر طول موج عمود شود

۳- متغیر D : هرگاه دامنه موج را رسم نمائیم، طول موج را به دو قسمت تقسیم می کند، بخش کوچکتر طول موج از محل تلاقی آن با دامنه را D نامند.

۴- سینوزیتی (λ^*): به مسیر حقیقی رودخانه از دو اوج موج اطلاق می گردد. بعبارت دیگر طول انحای موج و یا طول موج در مسیر منحنی در حد فاصل بین دو اوج موج را سینوزیتی گویند.

۵- شعاع موج (R): خط مستقیمی است که مرکز رودخانه را به مرکز خط عمود بر طول موج وصل می کند.

۶- عرض موج (W): به فاصله بین دو طرف ساحل رودخانه در یک موج اطلاق می شود.

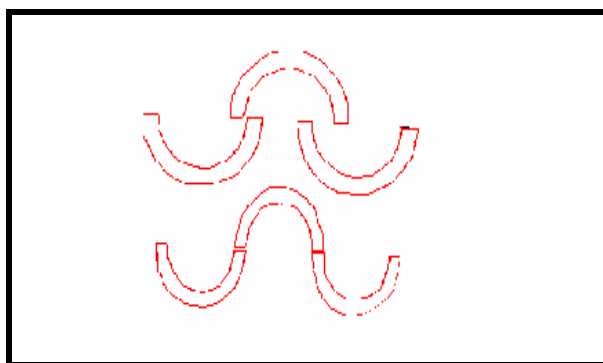


شکل ۳-۵: متغیرهای مرفیک یک منادر

۳-۱۱- مفهوم پایداری در مماندرها و قوانین فیزیکی حاکم بر آن

باتوجه به اینکه مفهوم تعادل در ژئومورفولوژی در سطوح مختلف مطرح بوده و بکار گرفته می شود. لذا در این تحقیق تعادل را به مفهوم پایداری تلقی نموده ایم، به عبارت دیگر حالتی که منجر به نوعی پایداری در فرم رودخانه می شود، مد نظر می باشد. زیرا آنچه که برای ما در این منظر حائز اهمیت است، عدم تغییر حاشیه و کرانه ها در مسیر رودخانه خرم آباد می باشد. لذا در این رساله سعی بر این است که حالت هایی از فرم مماندرها یا بعبارت دیگر متغیرهایی مورد بررسی قرار گیرند که به نوعی بر پایداری مماندرها تأثیر داشته باشند و بتوانیم با بهره گیری از آنها پایداری نسبی مماندرها را بسنجیم.

از نقطه نظر فیزیکی یک مماندر به منزله تصویر یک موج بر روی صفحه است و لذا مهندسین رودخانه کلیه قوانینی را که در مورد امواج صادق هستند، در رابطه با مماندرها نیز صادق می دانند. در حالت ایده آل مماندرها را می توان در حکم نیمدایره های متوالی و متصل به هم در نظر گرفت هر چند که فرم ایده آل در طبیعت وجود ندارد (شکل ۳-۷) (رامشت، ۱۳۸۰). همانطور که در فصل بعد توضیح خواهیم داد یک مماندر در فرم ایده آل خود، کاملاً متعادل خواهد بود و لذا می توان این فرم ایده آل را مبنایی جهت مقایسه سایر مماندرها در نظر گرفت و مماندرها را با آن مقایسه نمود.

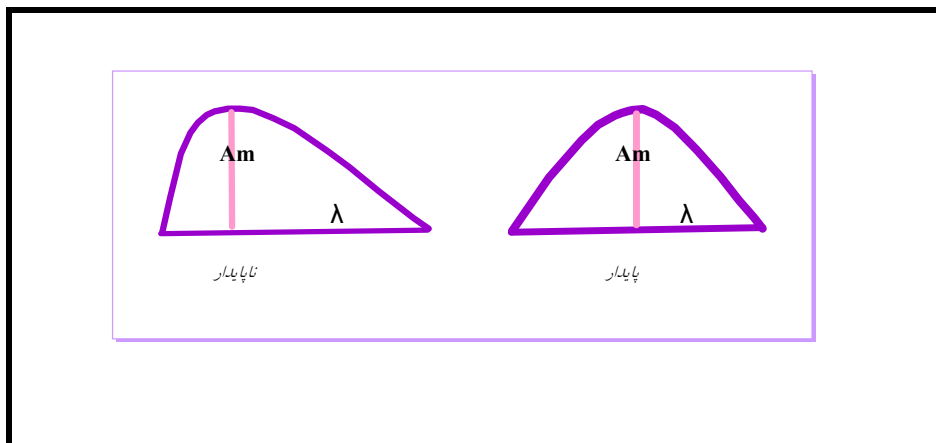


شکل ۳-۶: مماندرها به منزله نیمدایره های متوالی

اما قوانین و اصولی که بر امواج و به تبع آن بر مماندرها حاکم هستند بطور فشرده بشرح ذیل می باشند:

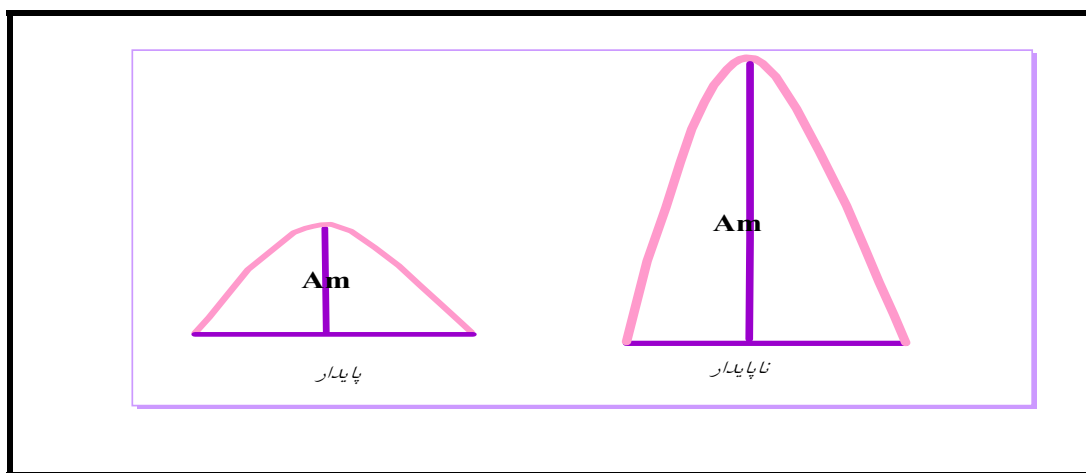
۱- اصل تقارن^(۱): چنانچه دو موج دارای ویژگیهای فرمی یکسانی باشند، موجی پایدار تر می باشد که از نقطه نظر هندسی متقارن تراست (شکل ۳-۸).

1- Symetric



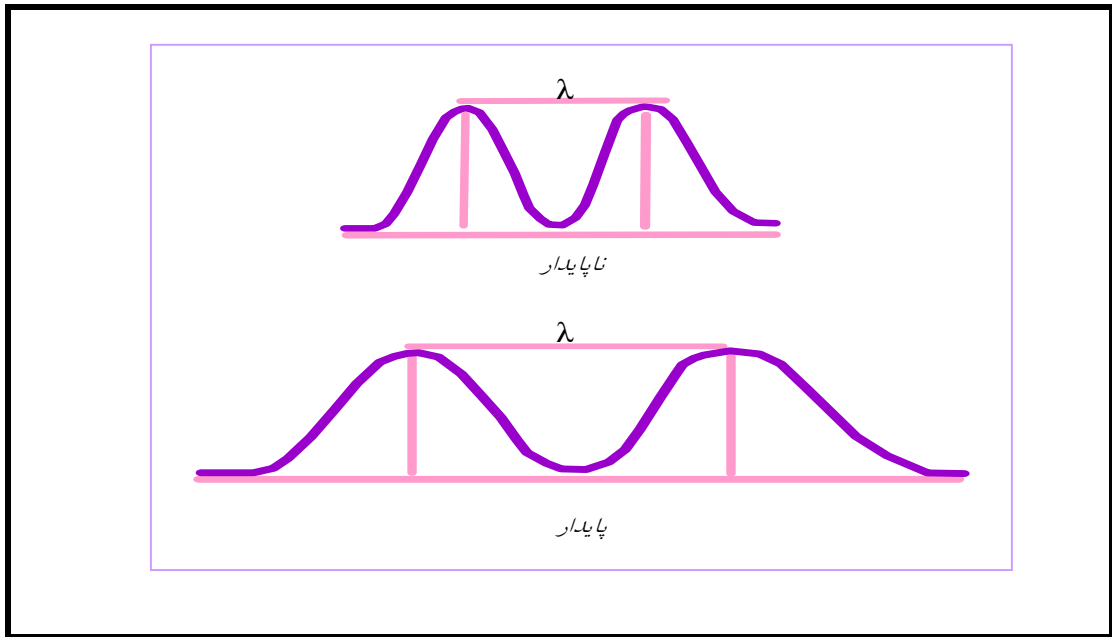
شکل ۳-۷: مقایسه متاندر پایدار و ناپایدار از نظر تقارن

۲- اصل دامنه موج : هر چه دامنه امواج کوتاه تر باشد (به شرط برابری سایر فاکتور ها) پایدارترند . علت این اصل را از نظر فیزیکی می توان چنین توضیح داد که امواجی که دارای دامنه کوتاهتری هستند در محیط بیشتر باقی می مانند و امواج با دامنه بلندتر زودتر مستهلک می شوند . بنابراین متاندرهایی که دارای دامنه کوتاهتری باشند ، پایدارترند (شکل ۳-۹) .



شکل ۳-۸: مقایسه پایداری دو متاندر از نظر دامنه موج

۳- اصل طول موج : متاندرهایی که دارای طول موج بلندتری هستند الزاماً میزان دامنه آنها کوچکتر است و چون این یک رابطه تجربی است لذا متاندرهایی که طول موج بلندتری دارند نسبت به متاندرهای مشابه که دارای طول موج کوتاهتری هستند، پایدارتر محسوب می شوند (شکل ۳-۱۰-۳) .



شکل ۳-۹: مقایسه پایداری دو مماندر با توجه به طول و دامنه موج

بدین ترتیب ، با استفاده از این اصول وبا بهره گیری از متد لوند ، نسبت به بررسی پایداری مماندرها در مقطع مورد مطالعه اقدام خواهیم نمود .

فصل چهارم

پایداری کرانه ها بر مبنای شاخص های مرفیک

۴-۱- نگرشی بر روش مطالعات مهندسی رودخانه و پایداری کرانه ها در مسیر مورد مطالعه

با توضیحات ارائه شده در فصل سوم با انواع روشهای مطالعه مهندسی رودخانه آشنا شدیم . این روشها به دو گروه مرفیک و غیر مرفیک تقسیم بندی شدند . که با توجه به ویژگی هایی نظیر طولانی بودن مسیر مورد مطالعه که بالغ بر ۳۶ کیلومتر از مسیر رودخانه خرم آباد می باشد و نیز وجود مآندرهاى نسبتاً منظم در مسیر مورد مطالعه و همچنین با ذکر این نکته که رشته تخصصی این رساله مرتبط با ژئومورفولوژی است ، روشهای مرفیک را در انجام این مطالعات انتخاب نمودیم و از میان روشهای متعدد مرفیک ، روش موسوم به « متد لوند » را که یک متد فضایی و مقایسه ای است برگزیدیم . در این روش ابتدا با محاسبه شاخص های مرفیک و شرطی نسبت به پایدار بودن و ناپایدار بودن مآندرها نسبت به یک حالت مطلوب که پایدار خواهند شد اقدام گردید. و سپس اشکال و جدول اصلاح مآندرها تهیه و ارائه خواهند شد .

۴-۲- تشریح متد لوند و اعمال آن بر مآندرهای موجود در مسیر مورد مطالعه

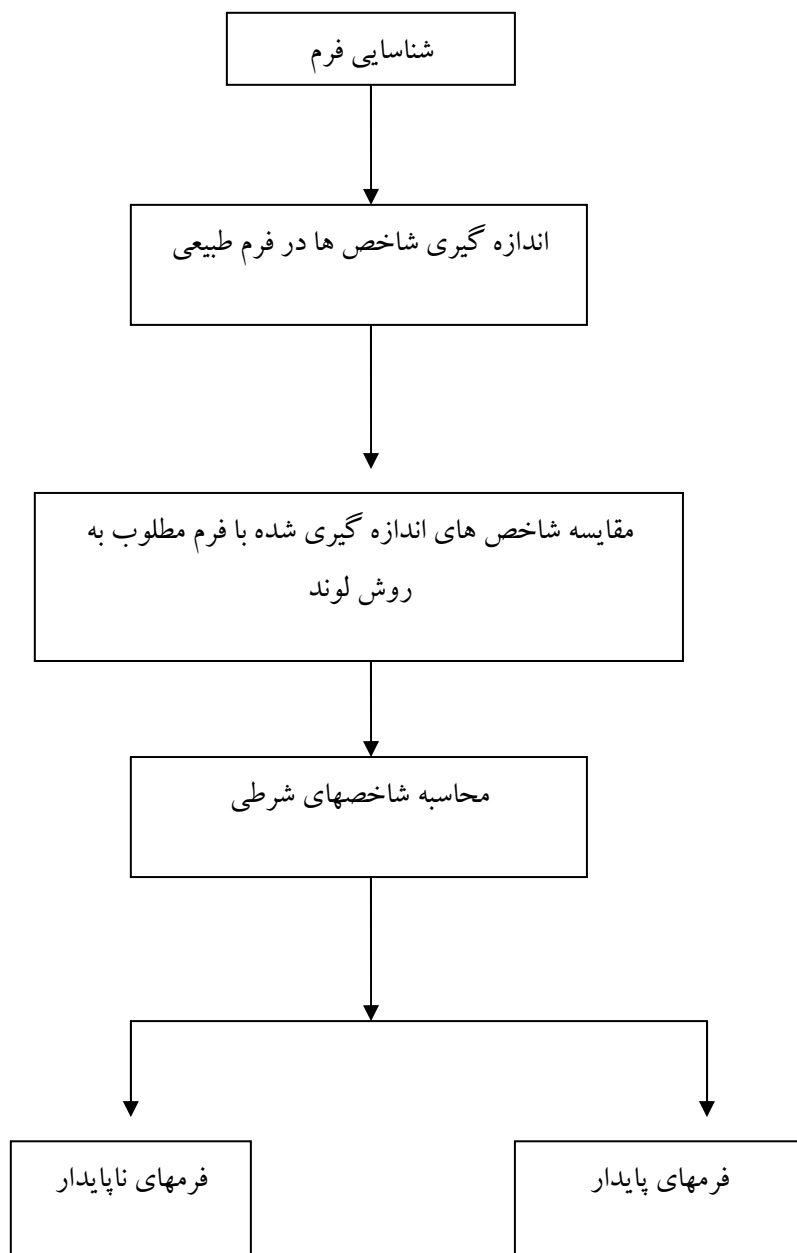
با توجه به اینکه در این تحقیق بررسی و تعیین پایداری مآندرهای رودخانه ای، مد نظر می باشد و از سوی دیگر پایداری یک امر نسبی تلقی می شود. لذا در این پژوهش به روشی نیاز داریم که بتوانیم هر مآندر را که در حکم یک ژئوform است و می توان آن را مستقلاً مورد مطالعه قرار داد، با یک مبنا و معیاری مورد مقایسه قرار دهیم و متد لوند از جمله روشهایی است که این موضوع یعنی مقایسه مآندرها از دیدگاه مرفولوژی، بخوبی در آن امکان پذیر است و عبارتی مقایسه ای و فضایی بودن این روش از جمله مزایای آن محسوب می شوند. در اینجا ما نیاز داریم تا هر مآندر را در دو حالت مورد مطالعه قرار دهیم

۱- میزان نرخ طبیعی^(۱)

۲- پایداری مطلوب^(۲)

جهت این کار در وحله اول بستر رودخانه خرم آباد در مسیر مورد مطالعه بر روی نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ مشخص شده است و سپس مآندرهای موجود شناسایی و بترتیب شماره گذاری شده اند (شکل ۴-۱) در مرحله بعدی نیاز به اندازه گیری شاخص های مرفیک در فرم طبیعی هر مآندر مبادرت گردید، اما اندازه گیری ها می بایست با اندازه های فضایی در حالت مطلوب مقایسه و میزان تفاوت آنها محاسبه گردد. جهت این مقایسه از فرمولی تحت عنوان فرمول فاصله فضایی^(۳) استفاده شد که در جای خود توضیح داده خواهد شد.

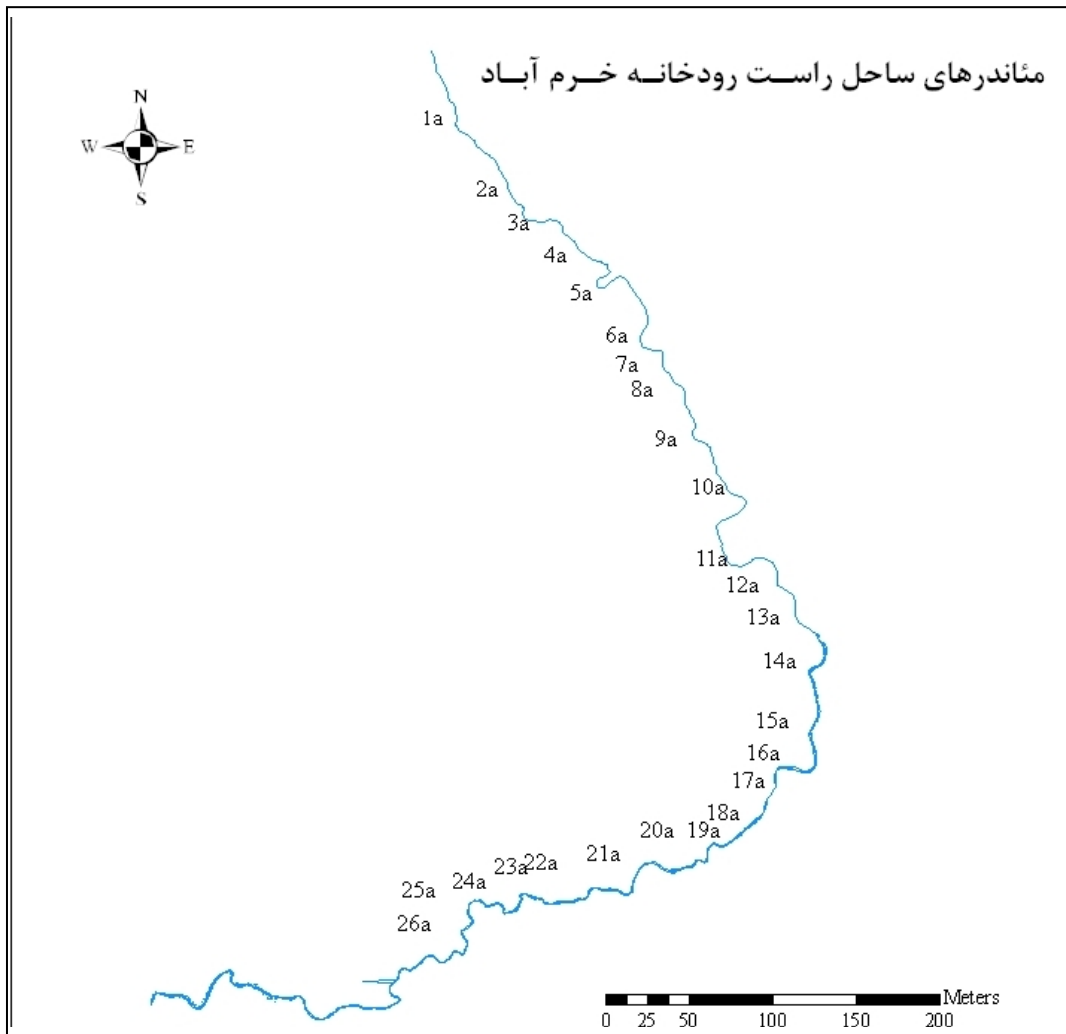
1- Optimum Stability
2- Natural Stability
3- Spatial Distance



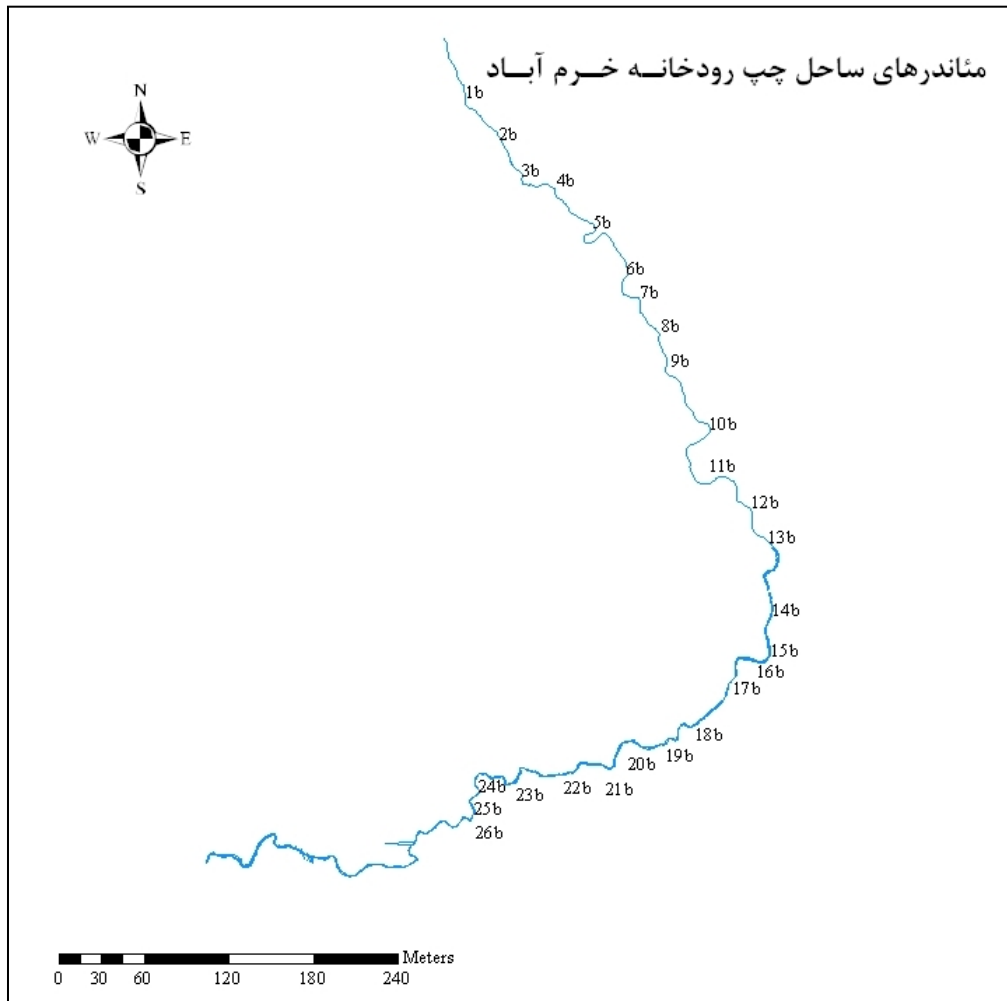
شکل ۴-۱: مراحل متد لوند

۴-۲-۱- شناسایی مآندرها در مسیر مورد مطالعه

روش کار به این صورت است که مآندرهایی که قله موج آنها در سمت راست (ساحل راست) رود قرار می گیرند، تحت عنوان « مآندره‌های گروه A » و مآندرهایی که در ساحل چپ واقع اند، بنام « مآندره‌های گروه B » شماره گذاری شده اند.



نقشه شماره (۱-۴) مآندره‌های ساحل راست (گروه A)



نقشه شماره (۲-۴) مآندرهای ساحل چپ (گروه B)

۴-۲-۲- اندازه گیری متغیرهای مرفیک^(۱)

پس از شماره گذاری مآندرها ، متغیرهای مرفیک هر مآندر به تفکیک مشتمل بر λ (طول موج) ، A_m (دامنه موج) ، متغیر D و λ^* (سینوزیته اندازه گیری شده و نتایج در جداول (۱-۴) و (۲-۴) درج شده اند (واحد اندازه گیری C_m می باشد)

جدول شماره ۴-۱: متغیرهای مرفیک رودخانه خرم آباد (گروه A از تنگ شیخون تا چم انجیر)

$N.M$	λ	AM	D	λ^*	موقعیت
۱ a	۴/۸۰	۰/۸۰	۳/۲۰	۴/۸۰	تنگ شیخون
۲a	۳/۱۰	۰/۳۰	۰/۹۰	۳/۱۰	//
۳a	۲/۸۰	۰/۷۰	۱/۸۰	۳/۰۰	//
۴ a	۲/۳۰	۰/۵۰	۱/۶۰	۳/۰۰	بهرام جو
۵ a	۱/۴۰	۱/۶۰	۰/۸۰	۴/۰۰	//
۶a	۱/۵۰	۰/۹۰	۱/۰۰	۳/۴۰	//
۷ a	۲/۷۰	۰/۴۰	۱/۷۰	۲/۷۰	دره گرم
۸a	۲/۲۰	۰/۳۰	۱/۴۰	۲/۳۰	//
۹ a	۱/۲۰	۰/۵۰	۲/۲۰	۲/۲۰	//
۱۰a	۳/۹۰	۰/۵۰	۱/۹۰	۴/۳۰	//
۱۱ a	۴/۱۰	۲/۴۰	۲/۲۰	۷/۴۰	خرم آباد
۱۲a	۲/۴۰	۰/۶۰	۱/۰۰	۳/۰۰	//
۱۳a	۳/۶۰	۰/۵۰	۲/۲۰	۴/۲۰	//
۱۴a	۴/۰۰	۰/۹۰	۲/۵۰	۴/۵۰	//
۱۵ a	۳/۵۰	۰/۵۰	۲/۲۰	۳/۷۰	//
۱۶ a	۲/۶۰	۱	۰/۹۰	۳/۲۰	//
۱۷ a	۱/۵۰	۰/۵۰	۱/۰۰	۲/۱۰	کیلوران
۱۸ a	۱/۰۰	۰/۳۰	۰/۴۰	۱/۳۰	//
۱۹a	۱/۱۰	۰/۱۰	۰/۹۰	۱/۲۰	//
۲۰ a	۳/۰۰	۱/۳۰	۱/۵۰	۴/۰۰	//
۲۱ a	۲/۷۰	۰/۷۰	۰/۵۰	۳/۲۰	//
۲۲ a	۲/۵۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۳/۳۰	//
۲۳ a	۱/۰۰	۰/۴۰	۰/۵۰	۱/۶۰	چم انجیر
۲۴ a	۱/۲۰	۰/۹۰	۰/۶۰	۲/۵۰	//
۲۵ a	۱/۶۰	۰/۶۰	۰/۷۰	۱/۹۰	//
۲۶ a	۱/۲۰	۰/۴۰	۰/۹۰	۱/۵۰	//

جدول شماره ۴-۲: متغیرهای مرفیک ماندراهی رودخانه خرم آباد (گروه B تنگ شیخون تا چم انجیر)

$N.M$	λ	AM	D	λ^*	موقعیت
۱ b	۴/۸۰	۰/۴۰	۱/۲۰	۵/۰۰	تنگ شیخون
۲ b	۵/۸۰	۰/۵۰	۲	۵/۳۰	//
۳ b	۱/۸۰	۰/۳۰	۰/۹۰	۲/۱۰	//
۴ b	۴/۵۰	۰/۵۰	۰/۶۰	۳/۰۰	بهرام جو
۵ b	۳/۸۰	۱/۱۰	۰/۹۰	۵/۱۰	//
۶ b	۴/۲۰	۱/۶۰	۳/۴۰	۶/۳۰	//
۷ b	۲/۳۰	۰/۶۰	۱/۰۰	۳/۰۰	دره گرم
۸ b	۲/۵۰	۰/۴۰	۰/۷۰	۲/۷۰	//
۹ b	۲/۲۰	۰/۳۰	۰/۹۰	۲/۵۰	//
۱۰ b	۲/۶۰	۰/۵۰	۱	۳	خرم آباد
۱۱ b	۲/۳۰	۱/۳۰	۱	۴/۳۰	//
۱۲ b	۲/۹۰	۱/۲۰	۱/۸۰	۴/۰۰	//
۱۳ b	۲/۸۰	۰/۶۰	۱/۶۰	۳/۰۰	//
۱۴ b	۳/۰۰	۱/۳۰	۱/۰۰	۴/۰۰	//
۱۵ b	۲/۹۰	۰/۶۰	۱/۲۰	۴/۰۰	//
۱۶ b	۲/۸۰	۱/۶۰	۱/۳۰	۴/۴۰	//
۱۷ b	۶/۰۰	۱	۳/۱۰	۷/۰۰	گیلوران
۱۸ b	۱/۴۰	۰/۵۰	۰/۳۰	۲/۰۰	//
۱۹ b	۰/۷۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۱/۰۰	///
۲۰ b	۲/۵۰	۰/۷۰	۱/۶۰	۱/۹۰	//
۲۱ b	۳/۵۰	۱/۳۰	۱/۹۰	۴/۵۰	//
۲۲ b	۴/۱۰	۰/۷۰	۲	۴/۱۰	//
۲۳ b	۱/۵۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰	چم انجیر
۲۴ b	۱/۲۰	۰/۲۰	۰/۵۰	۲/۰۰	//
۲۵ b	۱/۵۰	۰/۵۰	۰/۷۰	۲/۳۰	//
۲۶ b	۱/۳۰	۰/۷۰	۰/۵۰	۲/۴۰	//

۴-۲-۳- مقایسه متغیرهای مرفیک ماندرها در مقطع مورد مطالعه

در این مبحث به مقایسه مقادیر مربوط به ۳ متغیر مورد بحث یعنی λ ، Am و λ^* در ماندرهای مورد مطالعه می پردازیم. لازم به توضیح است با توجه به اینکه اندازه گیریها با نرم افزار AUTO CAD (بر حسب سانتی متر) انجام شده و درجداول درج شده اند و از طرفی مقیاس نقشه های مبنا ۱:۲۵۰۰۰ می باشد لذا هر یک سانتیمتر در جدول (در روی نقشه) معادل ۲۵۰ متر در طبیعت (مقدار واقعی) در نظر گرفته شده است.

الف - مقایسه متغیرهای مرفیک در ماندرهای گروه A

- در این گروه از ماندرها، بالاترین طول موج (λ) مربوط به شماره های ۱a و ۱۱a بترتیب برابر با ۱۲۰۰ و ۱۰۲۵ متر و پایین ترین آن متعلق به شماره های ۱۸a و ۲۳a معادل ۲۵۰ و ۱۹a معادل ۲۷۵ متر می باشد.

- بلندترین دامنه (Am) ثبت شده در این گروه را ماندرهای شماره ۱۱a و ۵a هر کدام بترتیب برابر ۶۰۰ و ۴۰۰ متر و کوتاهترین آن را ماندر شماره ۱۹a معادل ۲۵ متر و شماره های ۲a و ۸a و ۱۸a همگی معادل ۷۵ متر، دارا می باشند.

- بیشترین سینوزیته (λ^*) در گروه مزبور را ماندرهای شماره ۱۱a و ۱a معادل ۱۸۵۰ و ۱۲۰۰ متر دارا هستند و کمترین آن مربوط به شماره های ۱۸a و ۱۹a برابر با ۳۲۵ و ۳۰۰ متر می باشد.

ب - مقایسه متغیرهای مرفیک در ماندرهای گروه B

- در این گروه از ماندرها، بالاترین طول موج (λ) ثبت شده مربوط به ماندرهای شماره ۲b و ۱۷b بترتیب برابر ۱۴۵۰ و ۱۵۰۰ متر و پایین ترین آن متعلق به شماره های ۱۹b و ۲۴b و بترتیب برابر با ۱۷۵ و ۳۰۰ متر میباشند.

- بلندترین دامنه (Am) ثبت شده در این گروه را ماندرهای شماره ۶b و ۱۶b برابر با ۴۰۰ متر و ۱۱b و ۲۱b برابر با ۳۲۵ متر و کوتاهترین آن را شماره های ۱۹b، ۲۴b هر کدام بترتیب برابر با ۲۵ و ۵۰ متر میباشند.

- بیشترین سینوزیته (λ^*) در گروه مزبور را ماندرهای شماره ۶b و ۱۷b بترتیب معادل ۱۵۷۵ متر و ۱۷۵۰ متر دارا هستند و کمترین آن مربوط به شماره های ۱۹b برابر با ۲۵۰ متر و ۲۴b و ۱۸b برابر با ۵۰۰ متر می باشد.

آمار ارائه شده در مورد متغیرهای مورد بحث هر چند یک دید کلی در مورد ابعاد و اندازه مآندرها پیش روی ما می گذارد. اما نمی توانیم به تنهایی این ابعاد و اندازه ها را در بررسی پایداری مآندرها، ملاک عمل قرار دهیم، چرا که قوانین و اصول مربوط به امواج و مآندرها که در فصل قبل توضیح داده شد به شرطی صادق است و می توان دو یا چند مآندر را براساس آنها مقایسه نمود و پایداری نسبی را تعیین کرد که سایر فاکتورها و شرایط یکسان باشند و این در حالی است که با نگاهی گذرا به جداول مربوطه مشخص می شود که متغیرها از یک مآندر به مآندر دیگر تفاوت دارند و لذا می بایست از روشهایی بهره جست که بتوانند با ادغام و مقایسه این فاکتورها، تمامی آنها را مد نظر قرار داده و با فرمولهایی پایداری را مشخص نمایند. متد لوند بخوبی از عهده این امر بر می آید و لذا در قسمت های بعدی ضمن استفاده از متغیرهای مزبور با ساختن نسبتها و شاخص هایی، پایداری مآندرها را مورد بحث را بررسی و تعیین خواهیم نمود.

۴-۲-۴- محاسبه شاخص های مرفیک^(۱)

با توجه به اینکه متغیرهای مرفیک به تنهایی کاربردی نخواهند داشت لذا ضرورت دارد برای هر مآندر بطور مجزی این متغیرها به نسبت هایی تبدیل شوند که به آنها شاخص های مرفیک اطلاق می گردد. این شاخص ها عبارتند از $(A_m / \lambda - A_m / D - \lambda / \lambda^*)$.

اکنون با استفاده از متغیرهایی که قبلاً اندازه گیری و در جداول درج شده اند، برای هر مآندر شاخص های مرفیک مزبور محاسبه شده و در جداول (۴-۳) و (۴-۴) درج گردیده اند.

اما این شاخص ها که شاخص های مرفیک در فرم طبیعی یا موجود هر مآندر می باشند، و می بایست با حالت اپتیمم مقایسه تا میزان فاصله فضایی آنها از تعادل و پایداری مطلق تعیین شود و چون متد لوند که یک روش مقایسه ای است لذا جهت مقایسه نیاز به مبنا و معیاری خواهیم داشت، مبنای مقایسه در این روش مطلوبترین فرم پایدار هر مآندر می باشد. بدین ترتیب هر مآندر در مطلوبترین فرم خود دارای شاخص های ذیل خواهد بود:

$$\frac{Am}{\lambda} = G = 0.5$$

رابطه ۴-۱: نسبت دامنه به طول موج

$$\frac{Am}{D} = H = 1$$

رابطه ۴-۲: نسبت دامنه به فاکتور D

$$\frac{\lambda^*}{\lambda} = I = 1.5$$

رابطه ۴-۳: نسبت سینوزیته به طول موج

شاخص های مرفیک مزبور در مطلوبترین فرم پایدار برای کلیه مآندرهای یکسان می باشند . اکنون دو گروه از شاخص ها را در اختیار داریم ، عبارتی سه شاخص مرفیک در فرم طبیعی و همان سه شاخص در مطلوبترین فرم پایدار هر مآندر محاسبه شده اند .

در ادامه کار نیاز به روشی داریم که بتوانیم این دو گروه از شاخص ها را با هم مقایسه کنیم . لذا در اینجا از فرمولی بنام « فرمول فاصله فضایی » جهت مقایسه شاخص ها استفاده می کنیم . این فرمول بشرح ذیل است :

فرمول ۴-۴

$$S.D = \sqrt{(A-G)^2 + (B-H)^2 + (C-I)^2}$$

(فاصله فضایی یک مآندر در حالت ایتیمم)

با نگاهی به فرمول مذکور متوجه خواهیم شد ، کلیه شاخص های مرفیک در دو حالت طبیعی و مطلوبترین فرم هر مآندر در آن گنجانده شده اند . اکنون می توانیم با داشتن شاخص های مورد بحث و با استفاده از فرمول مذکور مقدار فاصله فضایی هر مآندر را محاسبه کنیم . این فاصله محاسبه و نتایج در جداول (۳-۴) و (۴-۴) درج شده اند.

جدول شماره ۴-۳: شاخص های مرفیک ماندرهای رودخانه خرم آباد (گروه B از محل تنگ شیخون تا چم انجیر)

N.M	شاخص های مرفیک در فرم طبیعی			فاصله فضایی	شاخص های مرفیک در مطلوبترین فرم پایدار			پایداری
	AM/ λ A	AM/D B	λ/λ^* C		AM/ λ (G)(S)	AM/D (H)(S)	λ/λ^* (I)(S)	
	۱a	۰/۱۶	۰/۲۵		۱	۰/۹۵	۰/۵۰	
۲a	۰/۰۹۶	۰/۳۳	۱	۰/۹۵	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۳a	۰/۲۵	۰/۳۸	۱/۰۷	۰/۸۸	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۴a	۰/۲۱	۰/۳۱	۱/۳۰	۰/۷۷	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۵a	۱/۱۴	۲	۲/۸۵	۱/۸۰	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	ناپایدار
۶a	۰/۳۶	۰/۹	۱/۳۶	۰/۲۱	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۷a	۰/۱۴	۰/۲۳	۰/۶۲	۱/۲۳	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	ناپایدار
۸a	۰/۱۳	۰/۲۱	۱/۰۴	۰/۹۷	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۹a	۰/۲۹	۰/۵	۱/۲۹	۰/۵۸	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۰a	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۵۶	۱/۲۷	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	ناپایدار
۱۱a	۰/۵۸	۱/۰۹	۱/۸۰	۰/۳۲	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۲a	۰/۲۵	۰/۶	۱/۲۵	۰/۵۳	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۳a	۰/۱۳	۰/۲۲	۱/۱۶	۰/۹۱	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۴a	۰/۲۲	۰/۳۶	۱/۱۲	۰/۷۹	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۵a	۰/۱۴	۰/۲۲	۱/۰۵	۰/۹۶	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۶a	۰/۳۸	۱/۱۱	۱/۲۳	۰/۳۱	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۷a	۰/۳۳	۰/۵	۱/۴	۰/۵۳	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۸a	۰/۳	۰/۷۵	۱/۳	۰/۳۸	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۹a	۰/۰۹۰	۰/۱۱	۱/۰۹	۱/۰۵	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	ناپایدار
۲۰a	۰/۴۳	۰/۸۶	۱/۳۳	۰/۲۲	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۲۱a	۰/۲۵	۱/۴	۱/۱۸	۰/۵۶	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۲۲a	۰/۴۴	۰/۹۱	۱/۳۲	۰/۲۰	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۲۳a	۰/۴	۰/۸	۱/۶	۰/۲۴	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۲۴a	۰/۷۵	۱/۵	۲/۰۸	۰/۸۰	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۲۵a	۳۷/۰	۰/۸۵	۱/۱۸	۰/۳۷	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۲۶a	۰/۳۳	۰/۴۴	۱/۲۵	۰/۶۳	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	

جدول شماره ۴-۴: شاخص های مرفیک ماندرهای رودخانه خرم آباد (گروه B از محل تنگ شیخون تا چم انجیر)

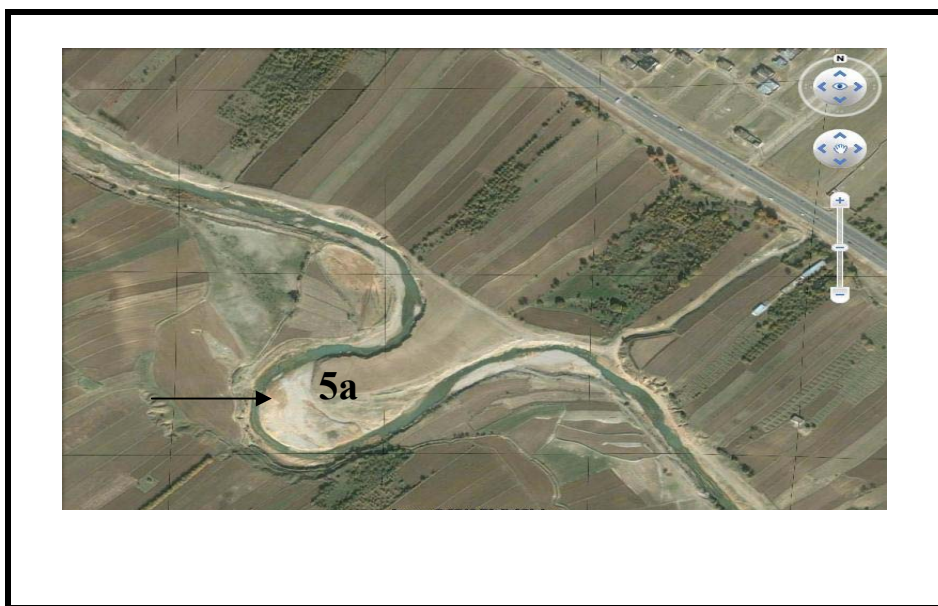
N.M	شاخص های مرفیک در فرم طبیعی			فاصله فضایی	شاخص های مرفیک در مطلوبترین فرم پایدار			پایداری
	AM/λ	AM/D	λ/λ*		AM/λ	AM/D	λ/λ*	
	A	B	C		(G)(S)	(H)(S)	(I)(S)	
۱b	۰/۰۸۳	۰/۳۳	۱/۰۴	۰/۹۰	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۲b	۰/۰۸۶	۰/۲۵	۰/۹۱	۱/۰۳	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	ناپایدار
۳b	۰/۱۶	۰/۳۳	۱/۱۶	۰/۸۱	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۴b	۰/۱۱	۰/۸۳	۰/۶۶	۰/۹۳	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۵b	۰/۲۸	۱/۲۲	۱/۳۴	۰/۳۴	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۶b	۰/۳۸	۰/۴۷	۱/۵	۰/۵۴	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۷b	۰/۲۶	۰/۶	۱/۳۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۸b	۰/۱۶	۰/۵۷	۱/۰۸	۰/۶۷	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۹b	۰/۱۳	۰/۳۳	۱/۱۳	۰/۸۳	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۰b	۰/۱۹	۰/۵	۱/۱۵	۰/۶۸	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۱b	۰/۵۶	۱/۳	۱/۸۶	۰/۵۱	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۲b	۰/۴۱	۱/۵	۱/۳۷	۰/۵۲	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۳b	۰/۲۱	۰/۳۷	۱/۰۷	۰/۸۱	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۴b	۰/۴۳	۱/۳	۱/۳۳	۰/۳۵	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۵b	۰/۱۵	۰/۵	۱/۰۲	۰/۷۷	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۶b	۰/۵۷	۱/۲۳	۱/۵۷	۰/۲۴	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۷b	۰/۱۶	۰/۳۲	۱/۱۶	۰/۸۲	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۸b	۰/۳۵	۱/۶۶	۱/۴۲	۰/۶۷	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۱۹b	۰/۱۴	۱	۱/۴	۰/۳۶	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۲۰b	۰/۲۸	۰/۴۳	۱/۱۶	۰/۶۹	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۲۱b	۰/۳۷	۰/۶۸	۱/۲۸	۰/۴۰	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۲۲b	۰/۱۷	۰/۳۵	۱	۰/۸۷	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۲۳b	۰/۵۳	۲	۱/۸۶	۱/۰۵	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	ناپایدار
۲۴b	۰/۱۶	۰/۴	۱/۶۶	۰/۷۰	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۲۵b	۰/۳۳	۰/۷۱	۱/۵۳	۰/۳۳	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	
۲۶b	۰/۵۳	۱/۴	۱/۸۴	۰/۵۲	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۵۰	

نتیجه نهایی حاصل از اعمال متد لوند در این مرحله (استفاده از شاخص های مرفیک و فاصله فضایی ماندرها) چنین است :

« کلیه ماندرهایی که فاصله فضایی آنها بیشتر از یک باشد ($S.D > 1$) ، بشرطی که شاخص Am/D منفی نباشد ، ناپایدار تلقی می شوند . »

با نگاهی به جدول (۴-۳) در می یابیم که از مجموع ۲۶ ماندر در گروه A ، صرفاً در ۴ مورد فاصله فضایی بیشتر از یک بوده و شاخص Am/D نیز عددی مثبت است ، پس تعداد ۴ ماندر در این گروه ناپایدار محسوب می شوند .

و همچنین با بررسی جدول (۴-۴) مشخص می شود که از مجموع ۲۶ ماندر در گروه B نیز صرفاً در ۲ مورد فاصله فضایی بیشتر از یک و شاخص Am/D عددی مثبت است ، لذا تعداد ۲ ماندر در گروه مزبور ناپایدار تلقی می شوند .



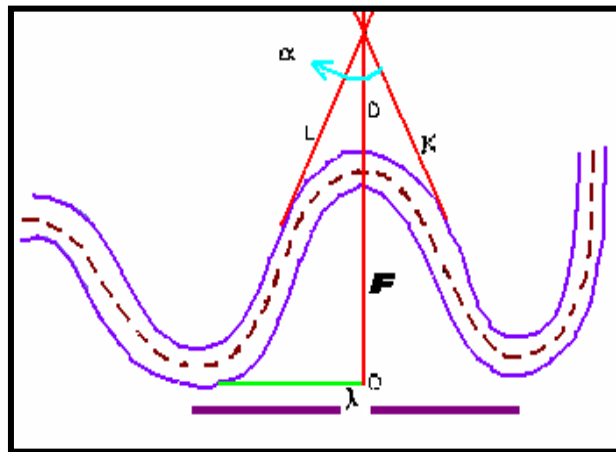
عکس (۴-۱) ماندر ناپایدار شماره a ۵ ساحل راست رودخانه



عکس (۲-۴) مآندر پایدار ساحل چپ و راست رودخانه

۴-۲-۵- اندازه گیری ومحاسبه شاخص های شرطی ^(۱)

در مرحله دوم متدلوند یعنی استفاده از شاخص های شرطی «زاویه خمشی» ^(۲) هر مآندر به عنوان یک شاخص شرطی مطرح است. بعبارت دیگر شرط پایداری هر مآندر در این مرحله، دارا بودن شرایط مربوط به فاکتوری تحت عنوان زاویه خمشی می باشد. جهت اندازه گیری زاویه خمشی از یک روش ترسیمی استفاده می شود (شکل ۴-۲-۵)



شکل ۴-۳: اندازه گیری زاویه خمشی

- 1- Conditional Indicator
- 2- Bent Angle

با توجه به شکل مزبور می توانیم زاویه خمشی هر مآندر را طی مراحل ذیل بدست آوریم:

- پس از تعیین نقطه وسط طول موج (λ) یعنی نقطه O، خطی از این نقطه به قله موج وصل نموده و آن را کمی امتداد می دهیم.

- از دو یال موج مماسهای K و L را ترسیم که نهایتاً یکدیگر و نیز خط قبلی را در یک نقطه قطع می نمایند .

- زاویه خمشی مآندر (α) زاویه بین دو مماس K و L خواهد بود .

- نتیجه مراحل مزبور تشکیل دو پاره خط D و F است. با اندازه گیری دو پاره خط مورد بحث مقدار عددی زاویه خمشی بدست می آید ($\alpha = d/f$) .

- رابطه ۴-۵: زاویه خمشی در فرم طبیعی $\alpha = d/f$

زاویه خمشی حاصله، زاویه خمشی یک مآندر در فرم موجود (طبیعی) آن می باشد و لذا در این مرحله نیز مبنای مقایسه را زاویه خمشی در مطلوبترین فرم پایدار قرار می دهیم. جهت محاسبه زاویه خمشی در مطلوبترین فرم (α^*) ابتدا لازم است تا مقدار d_1 را از رابطه ذیل بدست آوریم:

- رابطه ۴-۶: محاسبه متغیر d_1

$$(d_1 = 0.41f - 0.04)$$

بعبارت دیگر هنگامی یک مآندر در مطلوبترین فرم پایدار خود قرار دارد که رابطه مذکور حاکم باشد. اکنون با محاسبه مقدار d_1 و درج آن در جداول مربوطه (۴-۵ و ۴-۶)، با استفاده از رابطه ذیل مقدار α^* محاسبه شده است .

- رابطه ۴-۷: محاسبه زاویه خمشی در مطلوبترین فرم $\alpha^* = d_1 / f$

نتایج حاصل از کلیه اندازه گیریها و محاسبات مزبور در جداول (۴-۵) و (۴-۶) درج شده اند. همانگونه که در جداول مذکور آمده است، داده های مورد نیاز مشتمل به دو گروه، داده های حاصل از روش ترسیمی و اندازه گیریها و داده های بدست آمده از روش های محاسباتی و فرمولهای مربوطه می باشند که برای تمام مآندرها ی گروه A و B محاسبه شده اند .

جدول شماره ۴-۵: (شاخص های شرطی رودخانه خرم آباد (گروه A) از محل تنگ شیبخون تا چم انجیر)

N.M	اندازه گیریها			محاسبات		پایداری
	d	f	D/F= α	d_1	$d_1/f = \alpha^*$	$d_1 = 0/41f - 0/04$
۱ a	۰/۱۰	۱/۳۰	۰/۰۷۶	۰/۴۹۳	۰/۳۷	پایدار
۲ a	۰/۳۰	۰/۶۰	۰/۵	۰/۲۰۶	۰/۳۴	ناپایدار
۳ a	۰/۲۰	۱/۰۰	۰/۲۰	۰/۳۷	۰/۳۷	پایدار
۴ a	۰/۴۰	۰/۵۰	۰/۸	۰/۱۶۵	۰/۳۳	ناپایدار
۶ a	۰/۲۰	۱/۰۰	۰/۲	۰/۳۷	۰/۳۷	پایدار
۸ a	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۱	۰/۰۸۳	۰/۲۷	پایدار
۹ a	۰/۳۰	۰/۶۰	۰/۵	۰/۲۰۶	۰/۳۴	ناپایدار
۱۱ a	۱/۴۰	۲/۴۰	۰/۵۸	۰/۹۴۴	۰/۴۰	ناپایدار
۱۲ a	۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۶	۰/۱۶۵	۰/۳۳	ناپایدار
۱۳ a	۰/۱۰	۱/۰۰	۰/۱	۰/۳۷	۰/۳۷	پایدار
۱۴ a	۰/۱	۱/۰۰	۰/۱	۰/۳۷	۰/۳۷	پایدار
۱۵ a	۰/۰۰	۰/۸۰	۰	۰/۲۸۸	۰/۳۶	پایدار
۱۶ a	۰/۴۰	۱/۰۰	۰/۴	۰/۳۷	۰/۳۷	ناپایدار
۱۷ a	۰/۳۰	۰/۷۰	۰/۴۲	۰/۲۴۷	۰/۳۵	ناپایدار
۱۸ a	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۳۳	۰/۰۸۳	۰/۲۷	ناپایدار
۲۰ a	۰/۳۰	۱/۴۰	۰/۲۱	۰/۵۳۴	۰/۳۸	پایدار
۲۱ a	۰/۴۰	۱/۰۰	۰/۴	۰/۳۷	۰/۳۷	ناپایدار
۲۲ a	۰/۱۰	۱/۰۰	۰/۱	۰/۳۷	۰/۳۷	پایدار
۲۳ a	۰/۱۰	۰/۵۰	۰/۲	۰/۱۶۵	۰/۳۳	پایدار
۲۴ a	۰/۳۰	۰/۹۰	۰/۳۳	۰/۳۲۹	۰/۳۶	پایدار
۲۵ a	۰	۰/۶۰	۰/۰۰	۰/۲۰۶	۰/۳۴	پایدار
۲۶ a	۰/۱۰	۰/۵۰	۰/۲	۰/۱۶۵	۰/۳۳	پایدار

جدول شماره ۴-۶: (شاخص های شرطی ماندرهای رودخانه خرم آباد (گروه B) از تنگ شیخون تا چم انجیر)

N.M	اندازه گیریها			محاسبات		پایداری
	d	f	D/F= α	d_1	$d_1 / f = \alpha^*$	$d_1 = 0/41f - 0/04$
۱b	۰/۴	۱/۲۰	۰/۳۳	۰/۴۵	۰/۳۷	پایدار
۳b	۰/۱۰	۰/۴۰	۰/۲۵	۰/۱۲	۰/۳۱	پایدار
۴b	۰/۳۰	۱/۰۰	۰/۳	۰/۳۷	۰/۳۷	پایدار
۵b	۰/۵۰	۱/۸۰	۰/۲۷	۰/۶۹	۰/۳۸	پایدار
۶b	۰/۸۰	۲/۰۰	۰/۴	۰/۰۴۲	۰/۳۹	ناپایدار
۷b	۰/۰۰	۰/۶۰	.	۰/۲۰۶	۰/۳۴	پایدار
۸b	۰/۱۰	۰/۶۰	۰/۱۶	۰/۲۰۶	۰/۳۴	پایدار
۹b	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۳۳	۰/۰۸۳	۰/۲۷	ناپایدار
۱۰b	۰/۲۰	۰/۶۰	۰/۳۳	۰/۲۰۶	۰/۳۴	پایدار
۱۱b	۰/۷۰	۱/۴۰	۰/۵	۰/۵۳۴	۰/۳۸	ناپایدار
۱۲b	۰/۳۰	۱/۵۰	۰/۲	۰/۵۷	۰/۳۸	پایدار
۱۳b	۰/۰۰	۰/۴۰	.	۰/۱۲	۰/۳۱	پایدار
۱۴b	۰/۴۰	۱/۶۰	۰/۲۵	۰/۶۱	۰/۳۸	پایدار
۱۵b	۰/۱۰	۱/۰۰	۰/۱	۰/۳۷	۰/۳۷	پایدار
۱۶b	۰/۳۰	۱/۷۰	۰/۱۷	۰/۶۵	۰/۳۸	پایدار
۱۷b	۰/۶۰	۱/۱۰	۰/۵۴	۰/۴۱	۰/۳۷	ناپایدار
۱۸b	۰/۱۰	۰/۷۰	۰/۱۴	۰/۲۴	۰/۳۵	پایدار
۱۹b	۰/۰۰	۰/۳۰	.	۰/۰۸۳	۰/۲۷	پایدار
۲۰b	۰/۲۰	۰/۸۰	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۳۶	پایدار
۲۱b	۰/۲۰	۱/۳۰	۰/۱۵	۰/۴۹	۰/۳۷	پایدار
۲۲b	۰/۵۰	۰/۹۰	۰/۵۵	۰/۳۲	۰/۳۶	ناپایدار
۲۴b	۰/۰۰	۰/۳۰	.	۰/۰۸۳	۰/۲۷	پایدار
۲۵b	۰/۲۰	۰/۶۰	۰/۳۳	۰/۲۰	۰/۳۴	پایدار
۲۶b	۰/۱۰	۰/۷۰	۰/۱۴	۰/۲۴۷	۰/۳۵	پایدار

با نگاهی به جداول مورد بحث، اکنون برای هر مآندر زاویه خمشی در فرم طبیعی (α) و زاویه خمشی در مطلوبترین فرم پایدار (α^*) محاسبه شده و می توانیم آنها را به شرح ذیل با هم مقایسه نمائیم:

«کلیه مآندرهایی که فاصله فضایی آنها کمتر از یک و $\alpha \leq \alpha^*$ باشد، پایدار و بقیه ناپایدار محسوب می شوند.»

- از مجموع ۲۲ مآندری که در گروه A فاصله فضایی آنها کمتر از یک بوده، تعداد ۹ مآندر وجود دارند که در آنها $\alpha > \alpha^*$ می باشد، لذا این ۹ مآندر ناپایدار تلقی می شوند.

- از تعداد ۲۴ مآندری که در گروه B، فاصله فضایی آنها کمتر از یک است، تعداد ۵ مآندر مشاهده می شوند که میزان $\alpha > \alpha^*$ است. پس این ۵ مآندر نیز ناپایدار محسوب می گردند.

۴-۲-۶- نتایج حاصل از اعمال مراحل مختلف متد لوند

پس از اعمال مراحل مختلف متد لوند بر روی مآندره‌های مورد بحث در این پژوهش، می توان نتایج حاصله را بشرح ذیل خلاصه نمود:

- از مجموع ۲۶ مآندر موجود در گروه A (ساحل راست)، تعداد ۱۳ مآندر ناپایدار و ۱۳ مآندر پایدار می باشند.

- از مجموع ۲۶ مآندر موجود در گروه B (ساحل چپ)، تعداد ۷ مآندر ناپایدار و ۱۸ مآندر پایدار تلقی می گردند.

- و بطور کلی از مجموع ۵۲ مآندر مورد مطالعه در دو ساحل راست و چپ تعداد ۲۰ مآندر ناپایدار و ۳۲ مآندر پایدار محسوب می گردند و بعبارت دیگر ۳۸/۴۶ از کل مآندرها در محدوده مورد تحقیق، ناپایدار می باشند.

۴-۳- ویژگی ها و عوامل مؤثر بر عدم تعادل مآندرها در مسیر مورد مطالعه

در بخش قبلی، تعادل و پایداری مآندرها با استفاده از روش لوند، مورد بررسی قرار گرفت و معلوم شد در اعمال مرحله اول این متد (شاخص های مرفیک)، از تعداد ۵۲ مآندر موجود در دو ساحل راست و چپ، ۶ مآندر ناپایدار می باشند. اما در مرحله دوم (شاخص های شرطی)، تعداد مآندره‌های ناپایدار، ۱۴ مورد تشخیص داده شد. و لذا می توان این موضوع را اظهار نمود که، عدم تعادل مآندرها در مسیر

مورد تحقیق ، عمدتاً ناشی از زاویه خمشی بعنوان یک شاخص شرطی است . بعبارتی ویژگی اصلی مرفولوژیکی که موجب عدم تعادل آنها شده است ، زاویه خمشی مآندرهای می باشد . لازم به ذکر است که پایداری یک امر نسبی است و لذا اکثراً مآندرهای ناپایدار نسبت به مآندرهای پایدار از نقطه نظر زاویه خمشی ، با مطلوبترین فرم فاصله بیشتری دارند .

در فصل سوم عوامل مآندری شدن رودخانه ها و فاکتورهای مؤثر بر تغییرات شیب در پروفیل طولی بستر که بنحوی در مآندری شدن رود نیز دخالت دارند ، تشریح گردید . همانگونه که بیان شد ، مآندرهای برآیند نیروهای مؤثر در رودخانه و عواملی چون شیب بستر ، جنس آبرفت و می باشند و از سوی دیگر ، مآندری شدن یک رودخانه به منزله نوعی تخلیه انرژی مازاد در جهت حصول تعادل و پایداری بیشتر است . به نحویکه ابتدا رودخانه از مسیر مستقیم بتدریج با تشکیل پیچ و خم هایی خود را به تعادل نزدیک می کند و نهایتاً با منظم تر شدن پیچ و خم ها و تشکیل فرمهای سینوسی به پایداری بیشتر می رسد . مسیر مورد مطالعه نیز از این موضوع مستثنی نمی باشد ، بطوریکه بسته به شرایط فیزیکی حاکم بر رودخانه و نیروهای عمل کننده و عوامل طبیعی چون دبی ، شیب بستر ، سرعت جریان و در برخی نقاط مآندرهای شکل منظم تری بخود گرفته و از نقطه نظر فاکتورهای هندسی (طول موج ، دامنه و) به تعادل و پایداری بیشتری دست یافته اند و در بعضی مناطق دیگر با تغییر شرایط مذکور ، از نقطه نظر فرم شناسی اشکالی از مآندرهای تشکیل شده اند که از پایداری نسبی کمتری برخوردارند . مطالعه عکس های هوایی این مسیر و نیز بررسی های میدانی حاکی از این است که در نقاطی از منطقه مورد بحث تغییر فرم مآندرهم بصورت مصنوعی و هم طبیعی صورت پذیرفته است . و دخالتهای انسانی در بستر و حریم رودخانه به نحوی بوده که از نظر فیزیکی ، فرم کلی یک مآندر را کاملاً تغییر داده و یا در مسیر جریان تغییرات عمده ایجاد کند . در این صورت نمیتوان از عوامل و دخالتهای بشر در تشدید ناپایداریها چشم پوشی کرد . این عوامل را به چند گروه عمده تقسیم نموده ایم که خلاصه آن به شرح ذیل می باشد :

الف - تصرف بستر و حریم رود جهت امور کشاورزی و باغبانی

در مناطق متعددی بستر و حریم رودخانه ، مورد تجاوز و تصرف قرار گرفته و به امور کشاورزی و باغبانی اختصاص داده شده است . به نحوی که حتی در برخی از کرانه ها در بخش خارجی قوس مآندرهای یعنی محلی که فرسایش و تخریب طبیعی رودخانه بیشتر است ، جهت مبارزه با فرسایش ، بدون هیچگونه مطالعه و یا رعایت اصول مهندسی رودخانه ، اقدام به درختکاری و یا استفاده از مصالح محلی نظیر ریختن سنگ لاشه در کرانه ها ، نموده اند که حتی کاهش عرض رود را به دنبال داشته است

(تصویر ۳-۴). امور مذکور ممکن است به نحوی جریانات وسیکل فرسایش و رسوبگذاری و فرآیندهای حاکم بر رودخانه را از روند طبیعی خود خارج سازد و بر ناپایداریها بیفزاید .



تصویر ۳-۴: درختکاری و ریختن سنگ لاشه و نخاله های ساختمانی در بخش خارجی قوس ماندرها (منطقه گیلوران)

ب- تخلیه نخاله های ساختمانی در بستر و کرانه های رود

در مناطقی از مسیر مورد پژوهش نظیر سواحل رودخانه در مجاورت باغات منطقه گیلوران ، در سطح وسیع و بطول چند کیلومتر، نخاله های ساختمانی در سواحل یا بستر رود تخلیه شده است (تصویر ۳-۴) . این نخاله ها ترکیبی از مواد مختلف مثل بلوکهای سیمانی ، قطعات کوچک و بزرگ آسفالت ، آجر ، خاک رس ، گچ و آهک و می باشند و می توانند به طرق ذیل موجب افزایش ناپایداری کرانه شوند :

۱- حجم زیادی از مواد شامل خاک رس ، گچ ، آهک ، سیمان و به مرور توسط جریانها شسته شده و وارد مسیر رود می گردند . این مواد بتدریج و طی سالها ، خارج از سیکل طبیعی ، رسوبات زیادی را به رودخانه تحمیل می نمایند و با افزایش رسوبگذاری در بعضی از نقاط بستر، تغییراتی در شیب طولی آن بوجود می آید و عبارتی فرآیندهای طبیعی تشکیل و تکامل ماندرها را دچار اختلال نموده و نهایتاً بر تشدید ناپایداریها ، مؤثر خواهد بود .

۲- مواد دانه ریز رسی ، آهکی ، گچی و به همراه کودهای شیمیایی مصرفی در اراضی کشاورزی که استفاده بی رویه از آن در منطقه متداول است ، با ورود به جریان رود و رسوبگذاری در بستر ، از

طریق تغییر دریافت و نیز فعل و انفعالات شیمیایی ، تدریجاً باعث کاهش نفوذپذیری آبرفت ها می شوند و این امر هر چند به میزان اندک ، بر سایر عوامل طبیعی حاکم بر رودخانه تأثیر گذاشته و چرخه طبیعی آن را دچار اختلال خواهد کرد و موجب افزایش ناپایداریها خواهد شد^(۱) .

۳- نخاله های ساختمانی از حیث وزن مخصوص ، بافت و ساخت ، جنس ، مقاومت در مقابل فرسایش و.... با آبرفت های طبیعی رودخانه ، تفاوت زیادی دارند و تخلیه آنها در بستر و کرانه های رود بویژه در قسمت خارجی قوس ماندها ، یعنی بخشی که در معرض فرسایش است ، ضمن کاهش عرض رود ، موجب خواهد شد تا فرآیند فرسایش و رسوبگذاری از حالت طبیعی خارج شده و ضمن ایجاد تغییراتی در زاویه خمشی و تقارن (مرفولوژی) ماندها ، سیکل طبیعی رود در جهت رسیدن به تعادل و پایداری بیشتر را مختل خواهد نمود .

با این وضعیت ، بررسی هر کدام از عوامل مذکور و نحوه تأثیر آنها بر مرفولوژی رودخانه و پایداری کرانه ها ، نیازمند مطالعه و پژوهش های بیشتری است و هر یک از آنها می تواند یک موضوع تحقیق در مورد رودخانه خرم آباد باشد . امید است متولیان امر و علاقه مندان به اینگونه پژوهش ها در این زمینه ها به مطالعه و تحقیق پردازند .

بدیهی است هرگونه تأخیر در ممانعت از این امور و عدم چاره جویی بموقع ، ناپایداری ها را تشدید خواهد نمود. آنگاه مجبور خواهیم بود جهت ممانعت از بروز خسارات بیشتر و برگرداندن رودخانه به فرم و فرایند های طبیعی خود ، هزینه های گزافی را پردازیم .

لازم به یادآوری است ، هر چند ممکن است ظاهراً تأثیر هر یک از عوامل مورد بحث بر مرفولوژی رودخانه و ناپایداری تر شدن کرانه ها ، بسیار اندک و ناچیز باشد ، اما وقتی عنصر زمان را همراه با تأثیر مجموعه ای از عوامل متعدد ، در نظر می گیریم ، آنگاه موضوع روشن تر و ملموس تر می گردد .

۴-۴- اصلاح هندسی ماندهای ناپایدار جهت حصول به پایداری نسبی

با توجه به مبحث قبلی و اعمال روش لوند بر روی ماندهای موجود در مسیر مورد مطالعه مشخص شد که تعداد ۲۰ مانده در دو ساحل راست و چپ شامل شماره های (۲-۴-۵-۷-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۶-۱۷-۱۸-۱۹-۲۱- از گروه A) و شماره های (۲-۶-۹-۱۱-۱۷-۲۲-۲۳- از گروه B) ناپایدار می باشند .

۱- تأثیر مواد آهکی در کاهش نفوذ پذیری پدیده ای اثبات شده است . نمونه ای از آن را می توان در استفاده از ملات آهک جهت کاهش نفوذ پذیری سطوح مختلف مثل کف استخرها ، مشاهده نمود و یا در مورد کودهای شیمیایی ، استفاده بی رویه از کودها در اراضی کشاورزی موجب افزایش چسبندگی و کاهش نفوذ پذیری خاک شده به حدی که ضمن کاهش نفوذ آب هنگام آبیاری ، تهویه خاک نیز به شدت کاهش پیدا می کند .

لذا جهت رسیدن به یک پایداری نسبی اصلاح هندسی^(۱) مآندرهای مزبور ضروری می باشد. اصلاح هندسی این مآندرها از طریق تغییراتی در شکل آنها امکان پذیر است. در این تحقیق نسبت به اصلاح هندسی مآندرها ی ناپایدار با رعایت موارد و مراحل ذیل اقدام نموده ایم .

- ابتدا تصویر هر مآندر ناپایدار را بطور مجزا بر روی کاغذ کالک با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ ترسیم نموده ایم .

- پس از آن اصلاح هندسی هر مآندر به نحوی انجام پذیرفته است که با کمترین تغییر در مرفولوژی ، پایداری نسبی حاصل گردد . پس در این روش « کمترین تغییر در مرفولوژی مآندرها » یک اصل مهم تلقی می شود و در اولویت قرار دارد . چرا که هر چه تغییر در مرفولوژی کمتر باشد ، ضمن کاهش هزینه ها در مرحله اجرا ، اراضی کمتری به این موضوع اختصاص خواهد یافت و تا حد ممکن با حفظ مسیر طبیعی رودخانه با مشکلات اجتماعی کمتری مواجه خواهیم شد .

- مآندرهایی که در اعمال مرحله اول روش لوند یعنی شاخص های مرفیک ناپایدار تشخیص داده شده اند و عبارتی فاصله فضایی آنها بیشتر از یک بوده ، اصلاحات هندسی باید طریقی باشد که فاصله فضایی به کمتر از یک تقلیل یابد و چون در متد لوند ، مآندرها با مطلوبترین فرم پایدار (نیمدایره های متوالی) مقایسه می شوند و در این حالت روابط $Am/\lambda=0.5$ ، $Am/D=1$ ، $\lambda^*/\lambda=1.5$ ، حاکم می باشند، بنابراین در اصلاح هندسی مآندرها هرچه به ارقام مذکور نزدیکتر شویم پایداری نسبی بیشتری بدست خواهد آمد . عبارت دیگر هرچه فاصله فضایی مآندرها کمتر شود ، پایداری نسبی بیشتر خواهد شد . ضمناً در این مرحله می بایست دقت شود تا با اصلاح مآندر از نقطه نظر شاخص های مرفیک ، در زاویه خمشی مشکلی ایجاد نشود و حتی در صورت امکان زاویه خمشی به مطلوبترین فرم نزدیکتر گردد .

- در اصلاح هندسی مآندرهایی که در مرحله دوم متد لوند یعنی شاخص های شرطی (زاویه خمشی) ناپایدار تشخیص داده شده اند ، هر چه زاویه خمشی به مطلوبترین فرم نزدیک شود ، پایداری نسبی بیشتری حاصل می گردد و چون $\alpha=d/f$ می باشد ، بنابراین جهت کاهش زاویه خمشی ، می بایست اصلاح هندسی طوری انجام پذیرد که مقدار f افزایش یافته و یا مقدار d کمتر شود . لازم به ذکر است که در اصلاح زاویه خمشی باید توجه نمود تا در تقارن اولیه مآندر خللی وارد نشود . عبارت دیگر فاصله فضایی ثابت مانده و یا تا حد امکان کاهش یابد . ضمناً در اصلاح کلیه مآندرهایی ناپایدار طول موج (λ)

2- Geometry

^۱ در متد لوند فاصله فضایی یک مآندر در مطلوبترین فرم پایدار معادل صفر می باشد و بدون در نظر گرفتن زاویه خمشی فاصله فضایی صفر تا یک حاکی از پایداری نسبی مآندر ها خواهد بود و اما فاصله فضایی بیشتر از یک نمایانگر ناپایداری مآندرهاست و هرچه از یک بالاتر رویم ، ناپایداری بیشتر خواهد شد .

ثابت مانده و سعی شده با تغییر متغیرهای Am ، D ، λ ، α (مقادیر d و f) بر حسب شکل مآندر و میزان ناپایداری آن یک پایداری نسبی در هر مآندر بدست آید (در مورد نحوه محاسبه فاصله فضایی و زاویه خمشی در بخش قبلی توضیحات لازم ارائه شده است).

اشکال شماره (۴-۵-۱ و ۴-۵-۲)، اصلاح هندسی ۶ مآندر ناپایدار ناشی از اعمال مرحله اول متد لوند (شاخص های مرفیک) بترتیب شامل شماره های (۷، ۵، ۱۰، ۱۹، از گروه A) و شماره های (۲، ۲۳، از گروه B) و، اصلاح هندسی ۱۴ مآندر ناپایدار از نقطه نظر زاویه خمشی بترتیب مشتمل بر شماره های (۲، ۴، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۱، از گروه A) و شماره های (۶، ۹، ۱۱، ۱۷، ۲۲، از گروه B) و مقایسه فرم های طبیعی (ناپایدار) با فرم های اصلاح شده (پایدار) را نشان می دهند.

پس از اصلاح هندسی مآندره های ناپایدار و ترسیم اشکال مربوطه، اندازه گیری و محاسبه متغیرها و شاخص های مرفیک، فاصله فضایی و زاویه خمشی مآندره های اصلاح شده، ضروری می باشد تا نسبت به درستی اصلاحات هندسی اطمینان حاصل شود. بدیهی است در صورتی که شرایط لازم حاصل نشده باشد (فاصله فضایی به کمتر از یک تقلیل پیدا نکرده باشد و یا زاویه خمشی در فرم اصلاح شده کمتر از مطلوبترین فرم نباشد) اصلاحات هندسی تا حصول شرایط مذکور، ادامه خواهد یافت.

از سوی دیگر هر چند اصلاح هندسی یک مآندر ناپایدار از نقطه نظر فاصله فضایی به درستی انجام شده باشد اما ممکن است همین مآندر پس از اصلاح از لحاظ زاویه خمشی هنوز ناپایدار باشد ($\alpha > \alpha^*$). عبارت دیگر در متد لوند تقلیل فاصله فضایی به کمتر از یک، به تنهایی دلیلی بر پایداری مآندر نخواهد بود بلکه می بایست شرط $\alpha \leq \alpha^*$ نیز حاصل شود. لذا پس از اصلاح اینگونه مآندرها، اندازه گیری و محاسبه زاویه خمشی و مقایسه آن با فرم اولیه، امری ضروری می باشد و از سوی دیگر اصلاح هندسی یک مآندر ناپایدار از نظر زاویه خمشی، ممکن است منجر به افزایش فاصله فضایی گردد و در این حالت نیز اندازه گیری و محاسبه متغیرها و شاخص های مرفیک و نهایتاً فاصله فضایی مآندر اصلاح شده و مقایسه آن با فرم اولیه، اجتناب ناپذیر است تا نسبت به صحت اصلاح هندسی مآندره های ناپایدار، اطمینان کامل حاصل شود. در جداول ۴-۷ تا ۴-۹ بترتیب متغیرهای مرفیک، شاخص های مرفیک و شاخص های شرطی ۲۰ مآندر اصلاح شده در مسیر مورد مطالعه و مقایسه آن با فرم های ناپایدار درج شده اند. ارقام بر حسب Cm بوده و هر سانتیمتر معادل ۲۵۰ متر در طبیعت می باشد.

جدول شماره ۴-۷: مقایسه متغیرهای مرفیک ماندرهای اصلاح شده با ماندرهای ناپایدار

N.M	متغیرهای مرفیک در فرم طبیعی (ناپایدار)				متغیرهای مرفیک در فرم اصلاح شده (پایدار)			
	λ	AM	D	λ^*	λ	AM	D	λ^*
۲ a	۳/۱۰	۰/۳۰	۰/۹۰	۳/۱۰	۳/۱۰	۰/۶۰	۰/۹۰	۳/۳۰
۴ a	۲/۳۰	۰/۵۰	۱/۶۰	۳/۰۰	۲/۳۰	۰/۸۰	۱/۴۰	۳/۲۰
۵ a	۱/۴۰	۱/۶۰	۰/۸۰	۴/۰۰	۱/۴۰	۱/۰۰	۰/۶۰	۲/۰۰
۷ a	۲/۷۰	۰/۴۰	۱/۷۰	۲/۷۰	۲/۷۰	۰/۷۰	۱/۷۰	۲/۹۰
۹ a	۱/۷۰	۰/۵۰	۱/۰۰	۲/۲۰	۱/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۲/۴۰
۱۰ a	۳/۹۰	۰/۵۰	۱/۹۰	۴/۳۰	۳/۹۰	۰/۸۰	۱/۱۰	۲/۵۰
۱۱ a	۴/۱۰	۲/۴۰	۲/۲۰	۷/۴۰	۴/۱۰	۲/۰۰	۲/۲۰	۵/۵۰
۱۲ a	۲/۴۰	۰/۶۰	۱/۰۰	۳/۰۰	۲/۴۰	۰/۸۰	۱/۰۰	۳/۵۰
۱۳ a	۲/۶۰	۱/۰۰	۰/۹۰	۳/۲۰	۲/۶۰	۰/۸۰	۱/۰۰	۳/۰۰
۱۴ a	۱/۵۰	۰/۵۰	۱/۰۰	۲/۱۰	۱/۵۰	۰/۴۰	۱/۰۰	۲/۰۰
۱۸ a	۱/۰۰	۰/۳۰	۰/۴۰	۱/۳۰	۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۱/۵۰
۱۹ a	۱/۱۰	۰/۱۰	۰/۹۰	۱/۲۰	۱/۱۰	۰/۵۰	۰/۶۰	۱/۵۰
۲۱ a	۲/۷۰	۰/۷۰	۰/۵۰	۳/۲۰	۲/۷۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۳/۶۰
۲ b	۴/۳۰	۰/۵۰	۲/۰۰	۵/۰۰	۴/۳۰	۰/۷۰	۲/۰۰	۵/۱۰
۶ b	۴/۲۰	۱/۶۰	۳/۴۰	۶/۳۰	۴/۲۰	۱/۳۰	۳/۰۰	۵/۸۰
۷ b	۲/۲۰	۰/۳۰	۰/۹۰	۲/۵۰	۲/۲۰	۰/۶۰	۰/۹۰	۲/۷۰
۸ b	۲/۳۰	۱/۳۰	۱/۰۰	۴/۳۰	۲/۳۰	۱/۰۰	۱/۵۰	۴/۰۰
۱۷ b	۶/۰۰	۱/۰۰	۳/۱۰	۷/۰۰	۶/۰۰	۱/۳۰	۳/۱۰	۷/۲۰
۲۲ b	۴/۱۰	۰/۷۰	۲/۰۰	۴/۱۰	۴/۱۰	۰/۷۰	۱/۶۰	۴/۲۰
۲۳ b	۱/۵۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۲/۸۰	۱/۵۰	۰/۶۰	۰/۵۰	۲/۵۰

جدول شماره ۴-۸: مقایسه شاخص های مرفیک مآندره های اصلاح شده با مآندره های ناپایدار

N.M	شاخص های مرفیک در فرم طبیعی (ناپایدار)			فاصله فضایی	شاخص های مرفیک در فرم اصلاح شده (پایدار)			فاصله فضایی مآندره های اصلاح شده
	AM/ λ A	AM/D B	λ/λ^* C		AM/ λ (G)(S)	AM/D (H)(S)	λ/λ^* (I)(S)	
۲ a	۰/۰۹۶	۰/۳۳	۱	۰/۹۵	۰/۱۹	۰/۶۶	۱/۰۶	۰/۶۲
۴ a	۰/۲۱	۰/۳۱	۱/۳۰	۰/۷۷	۰/۳۴	۰/۵۷	۱/۳۹	۰/۴۶
۵ a	۱/۱۴	۲	۲/۸۵	۱/۸۰	۰/۷۱	۱/۶۶	۱/۴۲	۰/۶۹
۷ a	۰/۱۴	۰/۲۳	۰/۶۲	۱/۲۳	۰/۲۵	۰/۴۱	۱/۰۷	۰/۷۶
۹ a	۰/۲۹	۰/۵	۱/۲۹	۰/۵۸	۰/۴۱	۱	۱/۴۱	۰/۰۹۹
۱۰ a	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۵۶	۱/۲۷	۰/۲۱	۰/۷۲	۰/۶۴	۰/۹۴
۱۱ a	۰/۵۸	۱/۰۹	۱/۸۰	۰/۳۲	۰/۴۸	۰/۹۰	۱/۳۴	۰/۱۸
۱۲ a	۰/۲۵	۰/۶	۱/۲۵	۰/۵۳	۰/۳۳	۰/۸	۱/۴۵	۰/۲۶
۱۳ a	۰/۳۸	۱/۱۱	۱/۲۳	۰/۳۱	۰/۳۰	۰/۸	۱/۱۵	۰/۴۴
۱۴ a	۰/۳۳	۰/۵	۱/۴	۰/۵۳	۰/۲۶	۰/۴	۱/۳۳	۰/۶۶
۱۸ a	۰/۳	۰/۷۵	۱/۳	۰/۳۸	۰/۵۰	۱/۲۵	۱/۵	۰/۲۴
۱۹ a	۰/۰۹۰	۰/۱۱	۰/۰۹	۱/۰۵	۰/۴۵	۰/۸۳	۱/۳۶	۰/۲۲
۲۱ a	۰/۲۵	۱/۴	۱/۱۸	۰/۵۶	۰/۳۷	۱	۰/۳۳	۰/۲۰
۲ b	۰/۰۸۶	۰/۲۵	۰/۹۱	۱/۰۳	۰/۱۶	۰/۳۵	۱/۱۸	۰/۴۸
۶ b	۰/۳۸	۰/۴۷	۱/۵	۰/۵۴	۰/۰۴	۰/۳۲	۰/۰۱۴	۰/۶۱
۷ b	۰/۱۳	۰/۳۳	۱/۱۳	۰/۸۳	۰/۲۷	۰/۶۶	۱/۲۲	۰/۴۸
۸ b	۰/۵۶	۱/۳	۱/۸۶	۰/۵۱	۰/۴۳	۰/۶۶	۱/۷	۰/۳۹
۱۷ b	۰/۱۶	۰/۳۲	۱/۱۶	۰/۸۲	۰/۲۱	۰/۴۱	۱/۲	۰/۷۱
۲۲ b	۰/۴۴	۰/۹۱	۱/۳۲	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۴۳	۱/۰۳	۰/۸۰
۲۳ b	۰/۴	۰/۸	۱/۴	۰/۲۴	۰/۴	۱/۲	۱/۶	۰/۲۴

جدول شماره ۴-۹: مقایسه شاخص های شرطی مانده های اصلاح شده با مانده های ناپایدار

N.M	شاخص های شرطی در فرم طبیعی (ناپایدار)					شاخص های شرطی در فرم اصلاح شده (پایدار)				
	d	f	α	d_1	α^*	d	f	α	d_1	α^*
۲ a	۰/۳۰	۰/۶۰	۰/۵	۰/۲۰۶	۰/۳۴	۰/۲۰	۰/۹۰	۰/۲۲	۰/۳۲۹	۰/۳۶
۴ a	۰/۴۰	۰/۵۰	۰/۸	۰/۱۶۵	۰/۳۳	۰/۳۰	۰/۹۰	۰/۳۳	۰/۳۲۹	۰/۳۶
۵ a	۰/۸۰	۱/۴۰	۰/۵۷	۰/۵۳۴	۰/۳۸	۰/۲۰	۱/۱۰	۰/۱۸	۰/۴۱۱	۰/۳۷
۷ a	۰/۳۰	۰/۷۰	۰/۴۲	۰/۲۴۷	۰/۳۵	۰/۱۰	۰/۸۰	۰/۱۲	۰/۲۸۸	۰/۳۶
۹ a	۰/۳۰	۰/۶۰	۰/۵	۰/۲۰۶	۰/۳۴	۰/۲۰	۰/۷۰	۰/۲۸	۰/۲۸۷	۰/۴۱
۱۰ a	۰/۳۰	۰/۶۰	۰/۵	۰/۲۰۶	۰/۳۴	۰/۲۰	۰/۸۰	۰/۲۵	۰/۲۸۸	۰/۳۶
۱۱ a	۱/۴۰	۲/۴۰	۰/۵۸	۰/۹۴۴	۰/۴۰	۰/۳۰	۲/۰۰	۰/۱۵	۰/۷۸	۰/۳۹
۱۲ a	۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۶	۰/۱۶۵	۰/۳۳	۰/۲۰	۰/۸۰	۰/۲۵	۰/۲۸۸	۰/۳۶
۱۳ a	۰/۴۰	۱/۰۰	۰/۴	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۲۰	۱/۰۰	۰/۲	۰/۳۷	۰/۳۷
۱۴ a	۰/۳۰	۰/۷۰	۰/۴۲	۰/۲۴۷	۰/۳۵	۰/۱۰	۰/۴۰	۰/۲۵	۰/۱۲۴	۰/۳۱
۱۸ a	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۳۳	۰/۰۸۳	۰/۲۷	۰/۱۰	۰/۵۰	۰/۲	۰/۱۶۵	۰/۳۳
۱۹ a	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۳۳	۰/۰۸۳	۰/۲۷	۰/۱۰	۰/۶۰	۰/۱۶	۰/۲۰۶	۰/۳۴
۲۱ a	۰/۴۰	۱/۰۰	۰/۴	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۰	۱/۰۰	۰/۳	۰/۳۷	۰/۳۷
۲ b	۰/۲۰	۰/۵۰	۰/۴	۰/۱۶۵	۰/۳۳	۰/۱۰	۰/۷۰	۰/۱۴	۰/۲۴۷	۰/۳۵
۶ b	۰/۸۰	۲/۰۰	۰/۴	۰/۰۴۲	۰/۳۹	۰/۵۰	۱/۵۰	۰/۳	۰/۵۷۵	۰/۳۸
۷ b	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۳۳	۰/۰۸۳	۰/۲۷	۰/۲۰	۰/۶۰	۰/۳۳	۰/۲۰۶	۰/۳۴
۸ b	۰/۷۰	۱/۴۰	۰/۵	۰/۵۳۴	۰/۳۸	۰/۲۰	۱/۰۰	۰/۲	۰/۳۷	۰/۳۷
۱۷ b	۰/۶۰	۱/۱۰	۰/۵۴	۰/۴۱	۰/۳۷	۰/۲۰	۱/۵۰	۰/۱۳	۰/۵۷۵	۰/۳۹
۲۲ b	۰/۵۰	۰/۹۰	۰/۵۵	۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۲۰	۱/۲۰	۰/۱۶	۰/۴۵۲	۰/۳۷
۲۳ b	۰/۵۰	۰/۸۰	۰/۶۲	۰/۲۸۸	۰/۳۶	۰/۱۰	۰/۷۰	۰/۱۴	۰/۲۴۷	۰/۳۵

۴-۵- بررسی نتایج و حصول اطمینان از صحت اصلاح هندسی مانده ها

با نگاهی به جداول مزبور و مقایسه ارقام مندرج در آن مشاهده می شود که در تمام مانده های اصلاح شده فاصله فضایی کمتر از یک و شاخص Am/d نیز عددی مثبت است و همچنین $\alpha < \alpha^*$ می باشد و لذا می توان به صراحت اظهار نمود که اصلاح هندسی مانده های ناپایدار به درستی انجام پذیرفته است. برای مثال در مانده شماره ۱۰a که از نظر شاخص های مرفیک ناپایدار تشخیص داده شده بود پس از

اصلاح هندسی فاصله فضایی از ۱/۲۷ به ۰/۹۴ تقلیل یافته و حتی زاویه خمشی در فرم اصلاح شده بهبود یافته است (در فرم ناپایدار $\alpha=0/5$ و $\alpha^*=0/34$ و در فرم اصلاح شده $\alpha=0/25$ و $\alpha^*=0/36$) ، که به مراتب به مطلوبترین فرم پایدار نزدیکتر است .

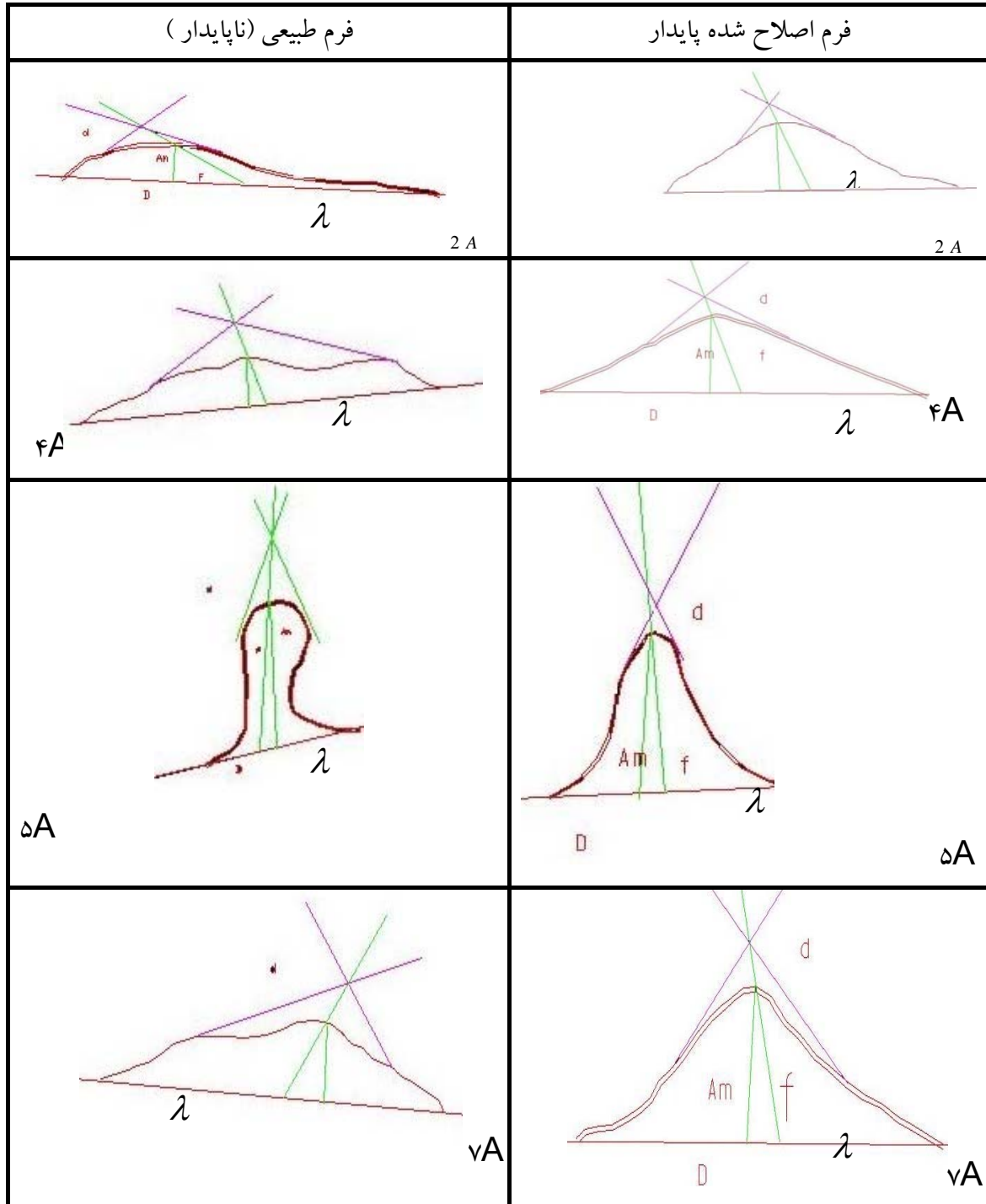
همچنین در مآندر شماره ۹۵ که از نظر زاویه خمشی ناپایدار بوده ($\alpha > \alpha^*$) پس از اصلاح هندسی شرط لازم حاصل شده و $\alpha < \alpha^*$ می باشد (در فرم ناپایدار $\alpha=0/5$ و $\alpha^*=0/34$ و در اصلاح شده $\alpha=0/28$ و $\alpha^*=0/41$ لذا در فرم اصلاح شده $\alpha < \alpha^*$ و پایداری نسبی حاصل شده است) . در مورد بقیه مآندرها هم شرایط مذکور حاکم شده و نشان دهنده این است که اصلاح هندسی کلیه مآندره‌های ناپایدار به نحو مطلوب انجام گردیده است .

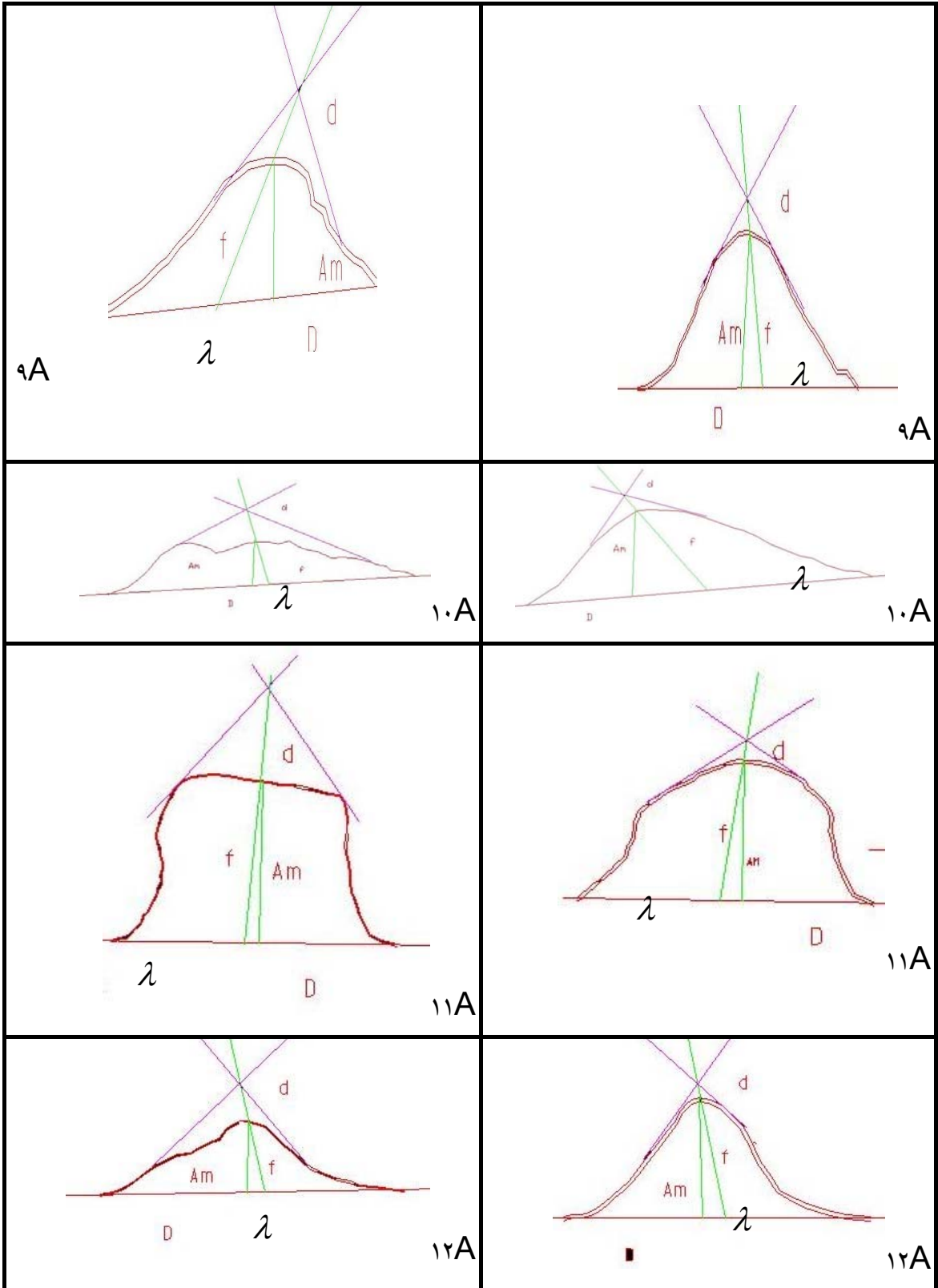
همانگونه که قبلاً توضیح داده شد ، متد لوند یک روش مقایسه ای و فضایی است که در مرحله اول آن شاخص های مرفیک مد نظری باشند و در فرمولی به نام فاصله فضایی شرکت داده می شوند اما زاویه خمشی بعنوان یک شاخص شرطی در فرمول مزبور دخالت داده نشده است ، علت آن این است که شاخص های مرفیک می توانند تأثیر متقابلی بر یکدیگر داشته باشند و افزایش یکی می تواند عامل دیگری را کنترل نماید ولی شاخص شرطی این ویژگی را ندارد . با شرح فوق در این روش جهت بررسی پایداری مآندرها ، زاویه خمشی بعنوان یک شاخص شرطی ، بصورت یک فاکتور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت و کلیه مآندرهایی که از حیث فاصله فضایی قابل قبول بودند (فاصله فضایی کمتر از یک) از نظر زاویه خمشی نیز مورد بررسی قرار گرفته اند . لذا در اصلاح هندسی مآندرها نیز این موضوع بطور مجزا دخالت داده شد یعنی اصلاح هندسی به نحوی انجام پذیرفت که اولاً با تغییر یک یا چند متغیر مرفیک و تأثیر آنها بر یکدیگر نهایتاً مآندره‌های ناپایدار به پایداری نسبی رسیدند و ثانیاً ، زاویه خمشی نیز جداگانه مورد بررسی قرار گرفت و با تغییراتی در این زاویه ، مآندره‌های ناپایدار به مآندره‌های نسبتاً پایدار اصلاح گردیدند .

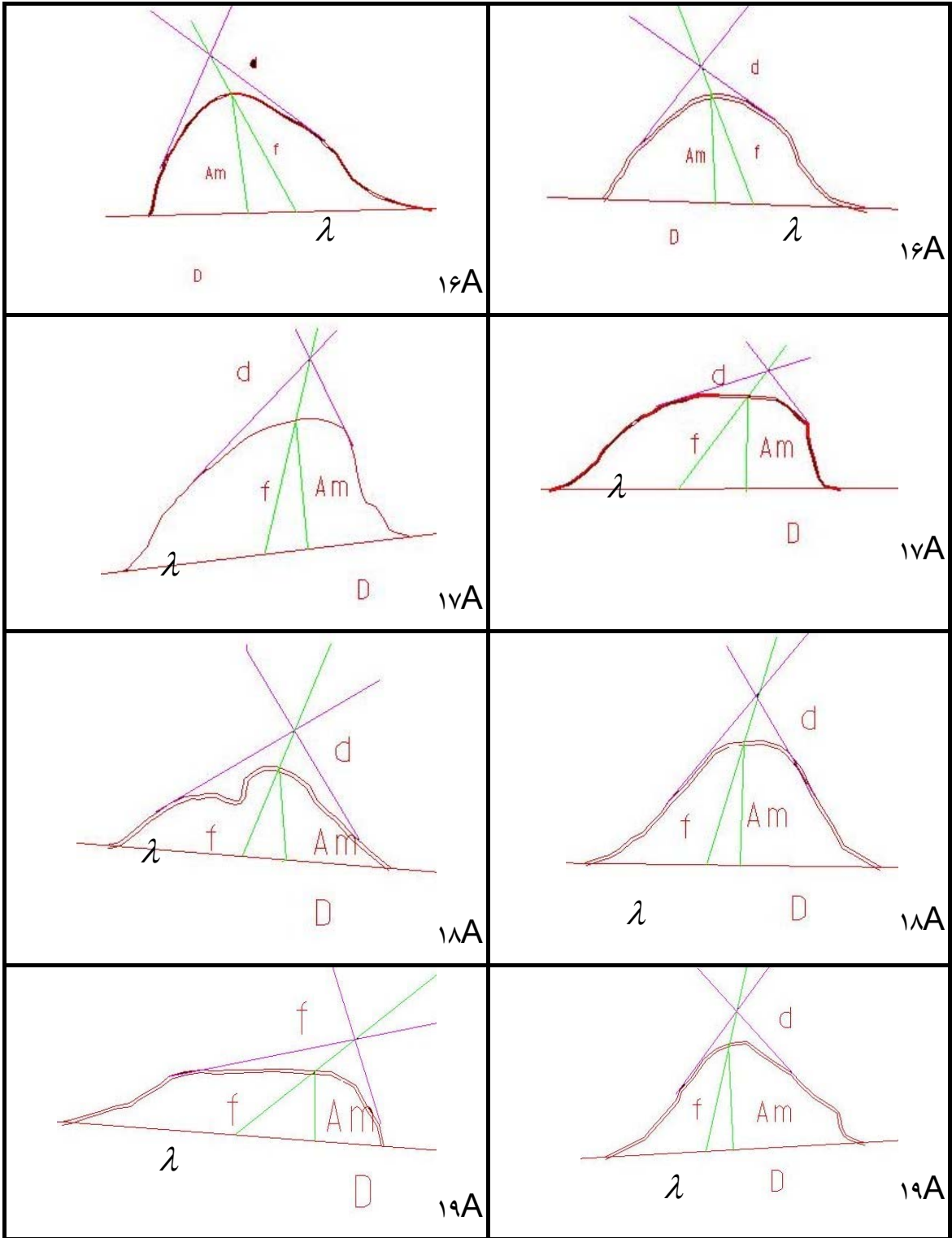
نکته دیگر که در روش لوند مد نظر است و یکی از مزایای این روش محسوب می گردد ، بررسی پایداری مآندرها بصورت یک پدیده نسبی است بطوریکه منطق علمی (صفر و یک) بر آن حاکم نیست بلکه تابع منطق فازی است . بعبارت دیگر پایداری مآندرها یک امر نسبی است به نحویکه در طبیعت نیز فرم ایده آل آن (مطلوبترین فرم پایدار) وجود ندارد و حتی پایدارترین مآندرها نیز نسبتی از ناپایداری ولو هر چند اندک ، دارا می باشند . و از سوی دیگر مآندره‌های ناپایدار هم به نوبه خود درجه ای از پایداری را دارا هستند و در نتیجه آنچه که حائز اهمیت است رسیدن یک مآندر ناپایدار به یک پایداری نسبی است . حال این سؤال قابل طرح است که پایداری نسبی چه حد و حدودی دارد و یک مآندر می بایست به چه درجه ای از پایداری برسد تا آن را بطور نسبی یک مآندر پایدار بنامیم ؟ در متد لوند حد و

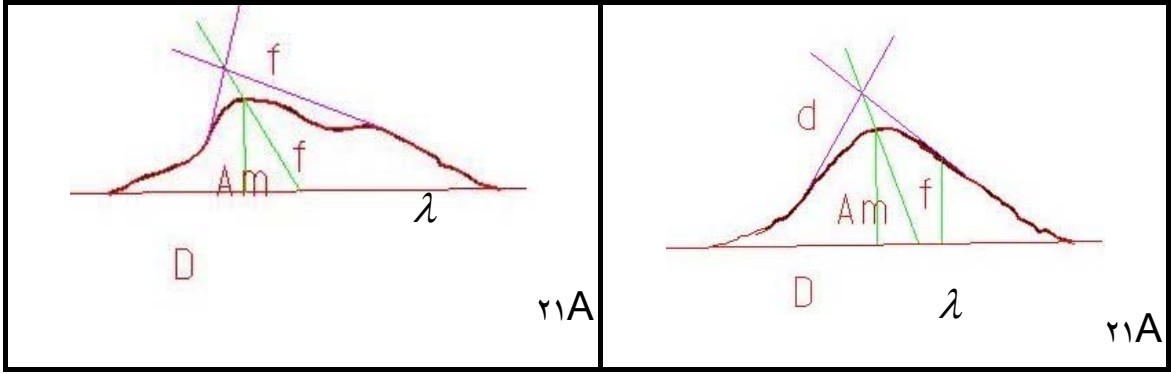
مرز یک مآندر ناپایدار با مآندر پایدار مشخص شده است. فاصله فضایی معادل یک $SD=1$ ، حد و مرز مآندر پایدار با ناپایدار است و از نظر زاویه خمشی نیز فرمول $(d_1 = 0.41F - 0.04)$ این حد را تعیین می نماید. حدود مزبور با توجه به تجربیات و مطالعات بعمل آمده توسط لوند بر روی چند رودخانه مهم دنیا نظیر راین بدست آمده است.

شکل ۴-۴- اصلاح هندسی ماندرهای گروه A

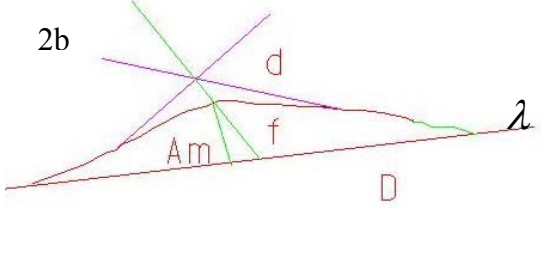
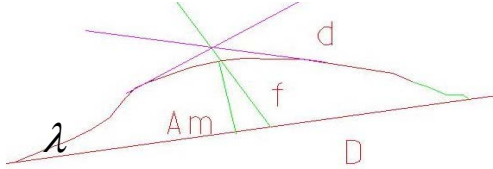
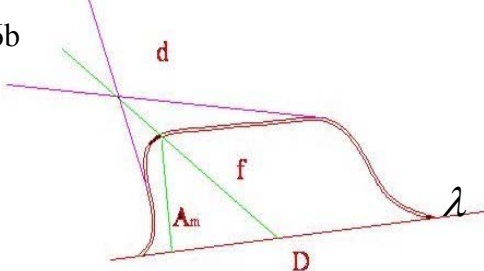
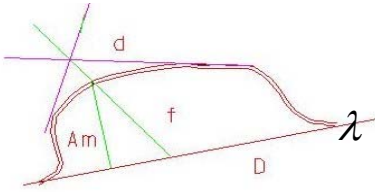
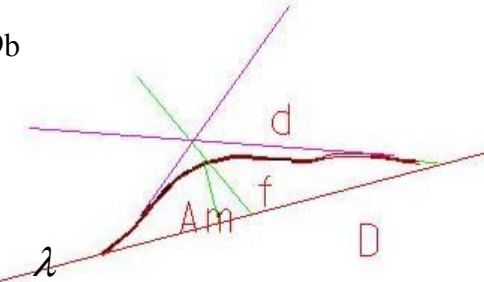
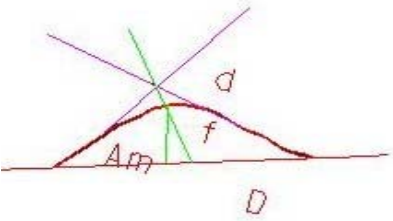


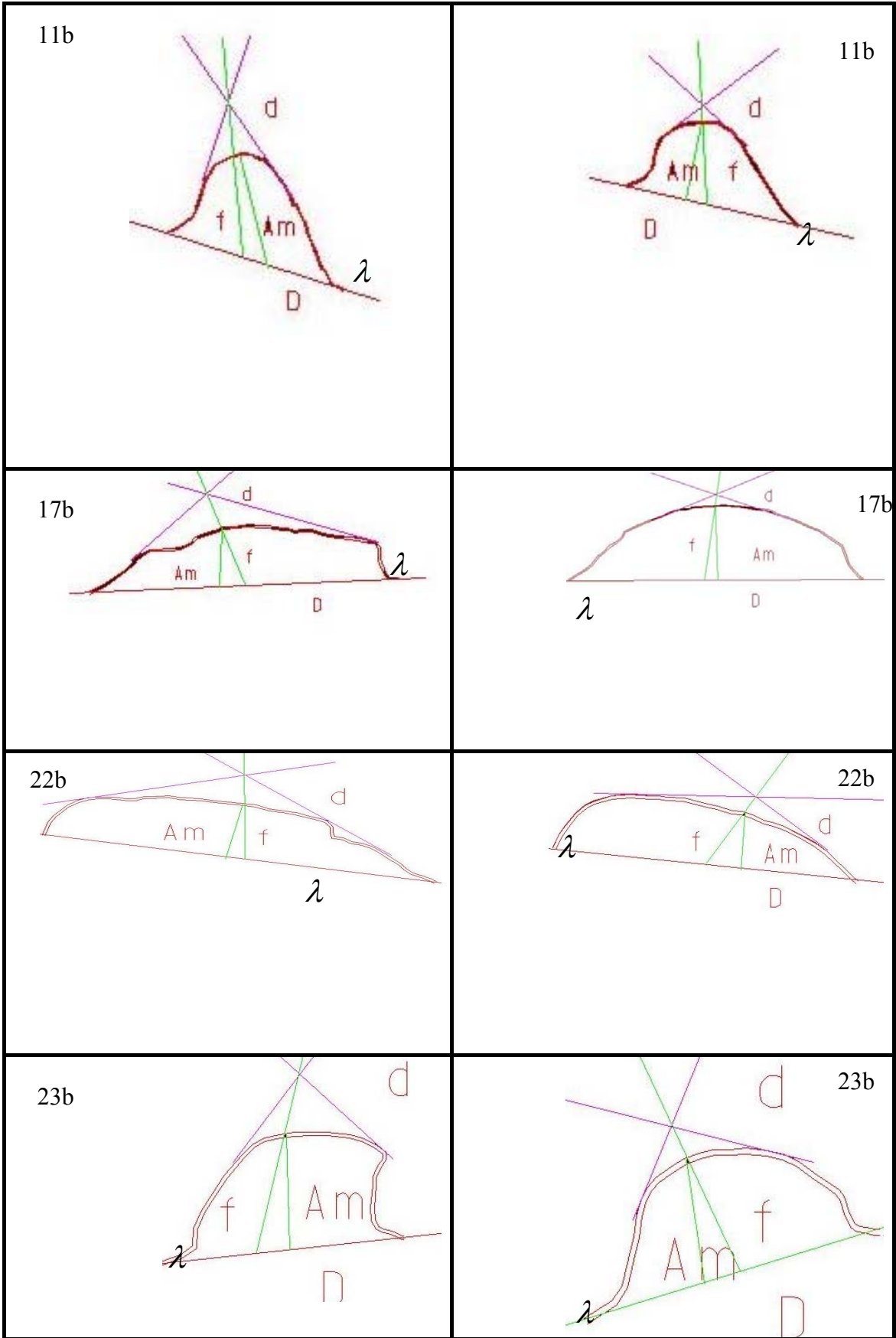






شکل (۴-۵) اصلاح هندسی ماندرهای گروه B

فرم طبیعی (ناپایدار)	فرم اصلاح شده (پایدار)
<p>2b</p> 	<p>2b</p> 
<p>6b</p> 	<p>6b</p> 
<p>9b</p> 	<p>9b</p> 



فصل پنجم

بحث و نتیجه گیری و پیشنهادات

بحث و نتیجه گیری

در ابتدای این پایان نامه دو فرضیه بشرح ذیل مطرح شد و این پژوهش در راستای پاسخ به این دو فرضیه انجام گرفت .

- اصل تقارن در مآندرهای و زاویه خمش می تواند پایداری نسبی را در رودخانه خرم آباد تعریف کند .
- با تغییر پاره ای از شاخص های مورفیک مآندرهای رودخانه ای می توان به پایداری کرانه ها دست یافت .

با این وضعیت پس از انجام مطالعات و بررسی های لازم مهمترین نتایج حاصله به شرح ذیل ارائه می گردند :

۱- با بهره جویی از مرفولوژی مآندرهای رودخانه خرم آباد و بکارگیری یک روش مرفیک موسوم به متد لوند معلوم گردید از کل ۵۲ مآندر موجود در دو ساحل راست و چپ در مسیر ۳۱ کیلومتری مورد

مطالعه ، تعداد ۲۰ مآندر معادل ۳۸/۶۴ از کل مآندرها ناپایدار می باشند و نیاز به اصلاحات هندسی دارند

۲- مشخص گردید که اصلاح هندسی مآندره‌های ناپایدار از طریق تغییراتی در مرفولوژی آنها میسر است و لذا با تغییر یک یا چند متغیر مرفیک و یا زاویه خمشی مآندره‌های مزبور توانستیم روش اصلاح هندسی آنها را مشخص کنیم . اندازه گیری و محاسبه شاخص های مرفیک و زاویه خمشی مآندره‌های اصلاح شده ، صحت عملیات اصلاح هندسی مآندرها را تأیید می نماید . بعبارت دیگر ، همانگونه که متد لوند روش مناسبی برای بررسی پایداری کرانه ها می باشد. می تواند در اصلاح هندسی کرانه های ناپایدار نیز مورد استفاده قرار می گیرد .

۳- در اصلاح هندسی مآندره‌های ناپایدار « کمترین تغییر در مرفولوژی جهت حصول پایداری نسبی » در اولویت قرار دارد . چرا که هر چه تغییر در مرفولوژی مآندر کمتر باشد از طریق کوتاهترین مسیر ممکن نیز اصلاح خواهند شد. ، در مرحله اجرا ضمن کاهش هزینه ها و حفظ مسیر طبیعی رودخانه تا حد ممکن ، اراضی کمتری به این موضوع اختصاص می یابد و به تبع آن با مشکلات اجتماعی کمتری مواجه خواهیم شد .

۴- با مطالعات و بررسیهای میدانی انجام شده این نتیجه بدست آمد که هر چند ناپایداری کرانه های رودخانه خرم آباد را می توان به عوامل و عملکرد طبیعی رودخانه نسبت داد . اما نمی توان از دخالتهای انسان در تشدید ناپایداریها چشم پوشی نمود . به نحویکه عواملی چون تخلیه نخاله های ساختمانی در سطح وسیع در بستر و حریم رودخانه و تصرف بخشهایی از حریم و اختصاص آن به اراضی کشاورزی و باغات ، احداث ابنیه مختلف اعم از مسکونی ، ، و انواع سازه ها ، برداشت شن و ماسه از ساحل رودخانه ، بدون در نظر گرفتن اصول مهندسی رودخانه و وضعیت پایداری کرانه ها ، می توانند نقش مهمی را در تشدید ناپایداریها داشته باشند و هنگامی تأثیر این عوامل ملموس تر است که مجموعه ای از عوامل متعدد و دخالتهای نابجای انسان را در یک بستر زمانی طولانی در نظر بگیریم .

پیشنهادات

۱- همانگونه که تشریح شد، هرگونه دخل و تصرف و اجرای طرحهای مختلف در سواحل و کرانه های رودخانه، بدون در نظر گرفتن اصول تعادلی در ژئومرفولوژی، موجب تشدید ناپایداریها و تحمیل هزینه های سنگین جهت ترمیم آنها خواهد شد. لذا پیشنهاد می شود قبل از اجرای طرحها و ساخت و سازهای بیشتر در حریم رودخانه خرم آباد، نسبت به عملیات اجرائی اصلاح مآندره های ناپایدار که در این پژوهش توانستیم آنها را مشخص و تفکیک نمائیم، جهت حصول پایداری نسبی اقدام گردد.

۲- در متد لوند، بررسی پایداری کرانه ها، یک امر نسبی است و عبارتی منطق فازی بر آن حاکم است. بنابراین هر مآندر ناپایدار، درجه ای از پایداری را داراست و به نوبه خود هر مآندر پایدار نیز، نسبتی از ناپایداری را دارد. در نتیجه عوامل و دخالت های انسانی مؤثر بر تشدید ناپایداریها که قبلاً بیان گردید، نه تنها موجب تشدید ناپایداری در کرانه های ناپایدار خواهند شد، بلکه ممکن است بتدریج و با گذشت زمان بر سایر کرانه ها نیز تأثیر گذاشته و پایداری نسبی آنها را متأثر نماید. لذا پیشنهاد می شود، مطالعات بیشتری از سوی متولیان امر و علاقمندان به امور رودخانه ها، در خصوص میزان و نحوه تأثیر عوامل مختلف من جمله، دخل و تصرف های غیر اصولی در حریم رودخانه بر میزان پایداری کرانه ها، انجام پذیرد. با انجام چنین مطالعاتی، ضمن امکان ارائه راهکارهای علمی و عملی جهت ممانعت و یا کاهش تأثیر این دخالتها، می توان با دلایل علمی، نقش دخالت های بشر در ناپایداری کرانه ای را تشریح و تبیین نمود و نهایتاً زمینه های لازم جهت تسریع در تحقیقات و مطالعات همه جانبه بر روی رودخانه خرم آباد فراهم خواهد شد.

تلفیق مطالعات مزبور با مطالعات علمی از دیدگاه اصول تعادلی در ژئومرفولوژی و مهندسی رودخانه موجب خواهد شد تا ضمن حراست از حریم رودخانه خرم آباد و حفظ پایداری کرانه ها بتوان بهره برداری اصولی و بهینه از این اراضی را با کمترین تنش ها و مشکلات اجتماعی به مرحله اجرا در آورد. عبارت دیگر، مهمترین موضوع و اولویت رودخانه خرم آباد مطالعات جامع و فراگیر در خصوص ساماندهی رودخانه و اراضی مجاور آن می باشد و تنها در این صورت است که تعیین حریم رودخانه و حفاظت از آن بر مبنای مطالعات همه جانبه میسر خواهد شد. و مادامیکه این مهم انجام نپذیرد هرگونه اقدام و عملیات اجرائی اعم از مهندسی رودخانه و اصلاح کرانه ها با مشکلات جدی مواجه خواهد شد. با این وضعیت، بررسی هر کدام از عوامل مذکور و نحوه تأثیر آنها بر مرفولوژی رودخانه و پایداری کرانه ها، نیازمند مطالعه و پژوهش های بیشتری است و هر یک از آنها می تواند یک موضوع تحقیق

در مورد رودخانه خرم آباد باشد. امید است متولیان امر و علاقه مندان به اینگونه پژوهش ها در این زمینه ها به مطالعه و تحقیق بپردازند.

بدیهی است هرگونه تأخیر در ممانعت از این امور و عدم چاره جویی بموقع، ناپایداری ها را تشدید خواهد نمود. آنگاه مجبور خواهیم بود جهت ممانعت از بروز خسارات بیشتر و برگردانیدن رودخانه به فرم و فرایندهای طبیعی خود، هزینه های گزافی را بپردازیم.

لازم به یادآوری است، هر چند ممکن است ظاهراً تأثیر هر یک از عوامل مورد بحث بر مرفولوژی رودخانه و ناپایداری شدن کرانه ها، بسیار اندک و ناچیز باشد، اما وقتی عنصر زمان را همراه با تأثیر مجموعه ای از عوامل متعدد، در نظر می گیریم، آنگاه موضوع روشن تر و مملوس تر می گردد. تلفیق مطالعات مزبور با مطالعات علمی از دیدگاه اصول تعادلی در ژئومرفولوژی و مهندسی رودخانه موجب خواهد شد تا ضمن حراست از حریم رودخانه و حفظ پایداری کرانه ها بتوان بهره برداری اصولی و بهینه از این اراضی را با کمترین تنش ها و مشکلات اجتماعی به مرحله اجرا در آورد. بعبارت دیگر، مهمترین موضوع و اولویت رودخانه مطالعات جامع و فراگیر در خصوص ساماندهی رودخانه و اراضی مجاور آن می باشد و تنها در این صورت است که تعیین حریم رودخانه و حفاظت از آن بر مبنای مطالعات همه جانبه میسر خواهد شد. و مادامیکه این مهم انجام نپذیرد هرگونه اقدام و عملیات اجرایی اعم از مهندسی رودخانه و اصلاح کرانه ها با مشکلات جدی مواجه خواهد شد.

در پایان امیدواریم که توانسته باشیم جبهه مطالعاتی جدیدی را در مورد مهندسی رودخانه خرم آباد بر اساس اصول تعادلی در ژئومرفولوژی بگشاییم و انشاء... با تداوم و توسعه این مطالعات و اجرایی کردن آن، شاهد توسعه پایدار رودخانه خرم آباد باشیم. . %

منابع و مآخذ

الف (منابع فارسی

- ۱- ابرلندر ، تئودور . (۱۳۷۹) . رودخانه های زاگرس از دیدگاه ژئومورفولوژی . ترجمه : معصومه رجبی و احمد عباس نژاد ، انتشارات دانشگاه اصفهان . ۲- انتشارات بهادری ، فیروز . (۱۳۷۴) . روشهای کنترل فرسایش در بستر رودخانه ها . تهران : انتشارات انجمن هیدرولیک ایران .
- ۳- بدیعی ، ربیع . (۱۳۶۲) . جغرافیای مفصل ایران . تهران اقبال
- ۴- بازگیر ، فضل اله (۱۳۸۷) ، پایان نامه کارشناسی ارشد ، " تغییرات اقلیمی کواترنر بستر تبلور مدنیت دشت کرگه ، براساس نهشته های رسوبی و اطلاعات زمین شناسی " دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد
- ۵- پژوهشکده اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس ، ۱۳۸۴ ، طرح جامع توسعه استان لرستان ، سازمان مدیریت برنامه ریزی استان لرستان .
- ۶- تلوری ، عبدالرسول . (۱۳۷۴) . عوامل مختلف فرسایش رودخانه ای و بررسی اجمالی تأثیر آنها . تهران : انتشارات انجمن هیدرولیک ایران .
- ۷- توکلی ، محسن . (۱۳۸۰) . بررسی مقدماتی زمین ریخت شناسی برای ساماندهی رودخانه کارون به منظور کشتیرانی . پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه اصفهان .

- ۸- جعفری، م.ک، مهدویفر، م.ر، عسکری، ف و امینی حسینی، ک (۱۳۸۴)، مطالعات پهنه‌بندی خطرات ژئوتکنیکی استان لرستان، جلد اول و دوم، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، ۲۶۰ برگ.
- ۹- خسروی، قاسم، (۱۳۸۹)، شواهد ژئومورفولوژیکی و زمین‌شناختی تکتونیک جنبا در جلگه خوزستان در رابطه با مدل تحول ناهمواریهای زاگرس چین‌خورده، فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه اصفهان، ص ۲.
- ۱۰- درویش زاده، علی. (۱۳۷۰). زمین‌شناسی ایران. تهران: انتشارات امیر کبیر.
- ۱۱- رامشت، محمد حسین. (۱۳۷۵). کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه ریزی ملی منطقه ای اقتصادی. اصفهان: انتشارات دانشگاه اصفهان.
- ۱۲- رامشت، محمد حسین. (۱۳۸۲). روش تهیه نقشه های ژئومورفولوژی. ارائه و تدریس در دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، منتشر نشده.
- ۱۳- رامشت، محمد حسین. و همکاران. (۱۳۷۸). مفهوم تعادل در دیدگاه‌های فلسفی ژئومورفولوژی. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه اصفهان، مقاله ۵۴۲. ۱۴-
- ۱۴- رامشت، محمد حسین، عباسی، علیرضا، معیری، مسعود، تحلیل فضایی و ژنتیکی مخروط افکنه های ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی دانشگاه اصفهان، شماره ۸۷، ص ۹۷.
- ۱۵- سیمون، آندرو، ل. (۱۳۷۰). مبانی علم هیدرولیک، ترجمه حمید کاشانیان، تهران: انتشارات حزیل.
- ۱۶- سیف، عبدالله. (۱۳۶۹). تراس های زاینده رود. پایان نامه دوره کارشناسی جغرافیا، دانشگاه اصفهان.
- ۱۷- سلیمانی، ش (۱۳۷۸)، رهنمودهایی در شناسایی حرکات تکتونیک فعال و جوان، با نگرشی بر مقدمات دیرینه لرزه‌شناختی، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، ۱۲۵ برگ.
- ۱۸- شبانیان، ا، طبسی، ه، عباسی، م.د، فرید، ی و حسامی آذر، خ (۱۳۸۰)، مطالعات زمین‌ساخت و لرزه زمین‌ساخت زاگرس جنوب شرقی، گزارش داخلی، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، ۱۴۷ برگ.
- ۱۹- شرکت آب منطقه ای لرستان، نقشه توپوگرافی ا به ۵۰۰۰ و ۱ به ۲۵۰۰۰ خرم آباد.
- ۲۰- شفاعی بجستان، محمود. (۱۳۷۳). هیدرولیک رسوب. اهواز: انتشارات دانشگاه شهید چمران.
- ۲۱- شمیرانی، احمد. (۱۳۷۵). مبانی ژئومورفولوژی. تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

- ۲۲- شبانین، ا، توکلی، ب (۱۳۷۹)، پهنه بندی خطر زمین لرزه‌ای استان لرستان، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، ۱۹۵ برگ.
- ۲۳- کک رژه، م. (۱۳۷۵). ژئومورفولوژی اقلیمی، ترجمه فرج ا... محمودی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲۴- کاشفی، محمد، (۱۳۸۴)، طرح پژوهشی آثار برداشت مصالح رودخانه ای بر رژیم جریان و ارائه مدل بهینه، فصل ۲، مطالعات ژئومورفولوژی.
- ۲۵- گابریل، آلفوس. (۱۳۷۱). عبور از صحاری ایران، ترجمه فرامرز مجد سمیعی، مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی
- ۲۶- موحد دانش، علی اصغر. (۱۳۷۳). هیدرولوژی آبهای سطحی ایران. تهران: انتشارات سمت.
- ۲۷- معتمد، احمد. (۱۳۶۷).، مبانی ژئومورفولوژی (جلد اول). انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲۸- مقصودی، نصرالله. (۱۳۷۵). هیدرولیک کانالها (جلد اول). انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲۹- معماریان، ح (۱۳۷۴)، زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.
- ۳۰- مهندسین مشاور پارس رای آب، (۱۳۸۷)، سامان دهی رودخانه خرم آباد، ج سوم.
- ۳۱- مطیعی، ه، ۱۳۷۲، چینه شناسی زاگرس، سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور
- ۳۲- محمودی، فرج اله، (۱۳۸۳)، ژئومورفولوژی ساختمانی، چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- ۳۳- محمودی فرج اله، (۱۳۸۳)، ژئومورفولوژی دینامیک، چاپ ششم، دانشگاه پیام نور
- ۳۴- نجمایی، محمد. (۱۳۷۵). هیدرولیک (جلد اول). تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
- ۳۶- ولایتی، محمود. (۱۳۷۰). هیدرولوژی آبهای سطحی. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳۷- وزارت نیرو، (۱۳۶۱)، سازمان آب منطقه‌ای غرب، دفتر مطالعات منابع آب استان لرستان

- 38-Alavi, M. (2004). Regional Stratigraphy of the Zagros Fold-thrust Belt of Iran and its Proforeland Evolution. American Journal of Science, vol. 304, p1-20y., M. oades and P.H., WALKER. (1984) . Textural .
- 39-Adams, J. 1980. Active tilting of the United States min-Continent : geodetic, geomorphic, evidence, geology, 8, 442 – 44654-Bell, F. G., 1992. Engineering Properties of soils and rocks, Third Edition, Butterworth – heinemann Ltd.
- 40-Bendefly, 1967. In: Studies In Geophysics: “Active Tectonics”, National Academy press, Washington, D.C. (Edited by Wallace).
- 41-Berberian, M. 1995. Master “Blind” thrust faults hidden under the Zagros folds : Active basement tectonics and surface morphotectonics. Tectonophysics, 241 : 193-224.
- 42-Chittle borough differntiation in chorosequences from eastern Australia .III Evindence from elemental chemistry Geoderma ,32:227 – 284 .
- 43-Chow, V.T.(1950) Open Channel hydraulic, Mccraw Hill New york.
- 44 -David, Rosgen.(1994). Applied River Morphology, wester hydrology lake wood Colorado , USA .
- 45 -Dorland, E.e DGAR .(1983). Therole OF Geomorphic Thresholds in Determining Alluvial Channel Morphology , Neworleuns Louisiana .
- 46 -Environment Agency. (1998). Seadiment and Gravel Transportation in Rivers, University of New castle Upon tyne .
- 47-Falcon, N.L., 1974. Southern Iran : Zagros mountains.
In : A. Spencer (Ed), Mesozoic – Cenozoic Orogeny Belts. Spec. Publ. Geol. Soc London, 4, 199-211.
- 48-Gerrard, A.J.(1981). Soils and land forms, Department of geology University of Birmingham. 219p.
- 49 -Hafeznia, M.R.(1991). The Geopoletic of Hormouz, Tarbiat modares University. Tehran .
- 50 -Hooke. J.M.(1983). Meander Behaviour in Relation to slop characteristics , N eworleuns louisiana .
- 51-Keller, E.A., 1986. Investigation of active Tectonics : Use of surficial earth processes, Active Tectonics : Washington, D. C., National Academy Press, P. 136-147.
- 52 -Khan. H. R. and Schumm, S. A., 1972. Experimental Study of chammel patterns : Nature, V. 233, P. 407-409.
- 53-Milne, J.A.(1897). River Channel change in the Harthopevally , Northumberland , University of New castle .
- 54-Newson , M .(1997). Land , Water and Development, Routiedge press .

- 55-Owens pileip et al. 2005. Mountain Geomorphology. Aenold publisher London
- 56-Ramesht,m.h.(2000).Enivironment Impact and Sustainability of Navigation Improvements to the Karon River,Geography,Bulten,New Castle University .
- 57-Richard ,Hey.(1983).Plan Geometery of River Meanders , Neworleuns Louisiana.
- 58-Ramesht,m.h.(1993).The Geomorphology of Iran,universityof Esfahan.
- 59-Vita – Finzi, C., 2001. Neotectonics at the Arabian Plate margins, J. of Structural Geology, 23, 521-530.
- 60-Walker, P.H.(1962).Terraces Chronology and soil formation and the south coast of New south wales , J. soil sci .p:178-186 .
- 61-Wells, S. G., Bullars, T, F., Menges, C. M., Drake, P., P. A, K., Kelson, K. I., Ritter, J, B., and wesling, J. R., 1988. Regional variations in tectonic geomorphlogy along a segmented convergent plate boundary, pacific coast of Costa Rica: Geomor -phology, V. 1, P. 239-265.

واژه نامه

Aggradatio	(A)	افزایش سطح بستر
Alluvial		آبرفتی
Alluvial Channe		کانال مصنوعی
Angular Unconformity		ناپیوستگی زاویه ای
Anticlinirium		طاقدیس مرکب
	(B)	
Bent		زاویه خمشی
Bed load angle		باربستر
Bottle neck river		دره بطری شکل
Braided river pattern		رودخانه الگوی شریابی
	(C)	
Caolinite		کائولن - نوعی کانی رسی
Cascading Pediments		مدل جریان ماده و انرژی
Conditional Indicator		شاخص شرطی
Con sequent		کانسکانت - رودی که در جهت شیب یک ناهمواری حرکت کند
Curvimeter		وسیله ای جهت اندازه گیری خطوط منحنی
	(D)	
Degradation		کف کنی
Dendritic		دندریتی - شاخه درختی
Depth of Flow		عمق جریان

Dikes	دیواره - نفوذی های آذرین که لایه های رسوبی را قطع نمایند
Dinamic Equilibrium	تعداد دینامیک
Dis Equilibrium	نامتعادل

(E)

Ecentricity	عدم تقارن
Eostatic Terraces	تراسهای ائوستاتیک
Equilibrium	تعداد
Equilibrium Approac	روش تعادلی در علم ژئومرفولوژی

(G)

Geometry	هندسه - هندسی
Geomorphic	اشکال سطح زمین

(H)

Hanging syncline	ناودیس معلق
Helical Flow	جریان حلزونی
Hydraulic method	روش هیدرولیکی
Hydrostatic	هیدروستاتیک

(I)

In Flow	جریان ورودی
In Put	ورودی
Intersecting	سطوح سنگفرش متقاطع

(K)

kinematic	سینماتیک - جنبشی
-----------	------------------

(L)

Laminar Flow	جریان خطی
Land Form	اشکال سطح زمین - لندفرم
Load	بار
Lond method	روش لوند

(M)

Mature		بالغ - رسیده
Meandering		پیچان رودی
MetaStable Equilibrium		تعادل فراپایدار
Morphic Indicator		شاخص مرفیک
MorphicVariable		متغیر مرفیک
Morphology		شکل شناسی - ریخت شناسی
Multicyclic		چند چرخه ای
	(N)	
Natural channel		کانال طبیعی
Stability Natural		پایداری طبیعی
Navigation		کشتیرانی - ناوبری
NaviglioGrande		نام کانالی در شمال ایتالیا
Nonuniform Flow		جریان غیر یکنواخت
	(O)	
Old river		رودخانه پیر
Optimum stability Outlet		پایداری مطلوب - پایداری بهینه خروجی
	(P)	
Power		قدرت
Process		فرآیند
	(R)	
Reaction Time		زمان واکنش
Recrystallisation		زمان عکس العمل
Response Time		زمان پاسخ
	(S)	
Sedimentation		رسوبگذاری
Sharp		بریده - مشخص
Shoal		توده ماسه ای
Spatial distance		فاصله فضایی
Steady Flow		پایداری جریان ماندگار (یکنواخت)

Stability		پایداری
Straight		مستقی
Stratification		انقطاع سنگی در رسوبگذاریهای مختلف
Subsequent		سابسکانت - رود فرعی که معمولاً از ناهمواریها پیروی نمی
Superimposed		نوعی سیستم رودخانه ای که زهکشی اولیه آن به هم خورده باشد
Symmetric		تقارن
	(T)	
Talweg		خط القعر
Talweg Flow		جریان تالوگ
Tension		کشش
Types of Flow		انواع جریان
	(U)	
Uniform Flow		جریان یکنواخت
Unstable		ناپایدار
Unsteady		جریان غیر ماندگار
Uplift		بالا آمدگی
	(V)	
Variable		متغیر
Vector		بردار
	(W)	
Wave		موج
Wave angle		زاویه موج
Wave length		طول موج
Well head		سرچشمه

Abstract

The survey stability khoramabad river banks based on geomorphic indexes Meandering is one of the important issues of river engineering that affects human activities in the margin of the river , movement of meander rings causes a significant level of agricultural lands, villages, cities, roads, bridges, water structures and finally , all facilities align the river puts at risk of the destruction each year .

The most important topics of river engineering science is the study if the morphology that expresses geometric form, bed boundary, long profile of stream , cross section , change hape and location change of the river over time. The main study area is the khoramabad river from shabikhun clause in robat branch to downstream of khoramabad river in cham anjir have got 31 km long. This rivers meandering index includes of natural attractions, coastal instability , and in other words , the survey of completed numerous projects in the river bank show an unbalanced development . But the important point in his field , attracts spatial planners more attention , are the problems of river limit and how to determine it, because it is often based on human indexes like cars dimensions and so on is determined. While this limit is the function of natural conditions and does not comply whit these indexes. This imagines led the occupation of spaces in the margins of rivers that sometimes is against white the mechanisms and behavior of the river and creates specific problems for exploiters. On of the methods to active this stability is the advantage of the meandering morphology of the river in alluvial plains. in this study , to evaluate banks stability and identify and correct route of unstable banks , we tried to identify and analyze khoramabad river meander in the method of $A_m - D - \lambda - \lambda^*$ The work method relies on geomorphic elemnts in the method of lund. Using library studies , topographic maps 1:50000 and 1:25000 , aerial photographs of the route were studied and morphic and conditional meandering indices in natural conditions (existing) were calculated and ompared with the best stable situation . the most important reslts of this research include:

1-All meanders having spatial distance greater that are unstable so that AM/D is positive .

2-All meanders having spatial distance lees that and angle bending are equal with $a \leq a^*$ in natural spatial are considered stable , whereas others meanders are unstable and are required geometric correction.

Key words; meander lund method, conditional indices , morphic indices, khoramabad river.