

پژوهش های جغرافیایی - شماره ۵۱، بهار ۱۳۸۲

صص ۸۴-۶۵

## بررسی وضعیت ژئومورفولوژیکی پیچان رود و نقش آن در فرسایش بستر و کناره های رودخانه میناب (پایین دست سد میناب)

دکتر احمدنوحه گر\* - استاد یار دانشگاه هرمزگان

دکتر مجتبی یمانی\*\* - دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله ۸۲/۵/۱

### چکیده

مطالعات میدانی در محدوده مورد مطالعه نشان داد که وجود طیف وسیعی از تغییرات در اثر جریان آب (سیلاب)، دبی، رسوب، کمیّت و نوع آن، جنس مواد بستر و الگوهای مختلف برای پلان این رودخانه می تواند معرف بسیاری از ویژگی های ژئومورفولوژیکی و دینامیکی رودخانه باشد. با استفاده از نیمرخ های طولی و عرضی، خواص اصلی جریان نظیر توسعه جریان ثانویه و توزیع سرعت در قوس مناندر رودخانه میناب بررسی گردید. این عوامل در آبشستگی و رسوبگذاری در خم های رودخانه دارای اهمیت فراوانی است. باربسترها تأثیر اندکی بر شکل گیری خم های مناندر مخصوصاً در قوس داخلی دارد. بار بستر در اثر جریان ثانویه به سمت کناره داخلی سبب آبشستگی کناره خارجی و رسوبگذاری در کناره داخلی می گردد. این الگوی آبشستگی و رسوبگذاری در اثر جریان ثانویه بوده که پس از گذشت مسافتی از شروع خم بزرگ، توسعه یافته و سبب فرسایش بستر و کناره های رودخانه گردیده است. این فرایند سبب ایجاد خم هایی در رودخانه شده است. البته این خم ها متوالی نبوده و حالت منظمی هم ندارند. با استفاده از جدول شماره (۳) که ویژگی های مقاطع عرضی پایین دست مناندر رودخانه را نشان می دهد، می توان پیش بینی کرد که پیچ های مناندر در طول زمان به آهستگی به سمت پایین رودخانه در حال حرکت است و در نتیجه طول خم ها و عرض آنها با افزایش دبی و شیب در اثر آورد رسوب های بالادست افزایش یافته و هر گونه تغییری در بار رسوبی سبب رسوبگذاری یا افزایش و تغییر شیب و نهایتاً سبب ماریپیچ شدن رودخانه می شود. هر گونه تغییری در مصالح کف و کناره های رودخانه میناب می تواند سبب ایجاد تغییراتی در ویژگی های ماریپیچ های پایین دست شده و آنها را از حالت منظم و تحت کنترل خارج ساخته و به یک معضل بسیار شدید محیطی تبدیل سازد.

واژگان کلیدی: مناندر، ژئومورفولوژی، فرسایش، میناب، رودخانه میناب.

\* E-mail: [ahmad\\_nohegar@yahoo.com](mailto:ahmad_nohegar@yahoo.com)

\*\* E-mail: [M.yamaNi@yahoo.com](mailto:M.yamaNi@yahoo.com)

## مقدمه

رودخانه میناب در تکوین و تکامل طبیعی خود دستخوش تغییر و تحولات مستمر گردیده است. از دیدگاه ژئومورفولوژی تغییر در مشخصه های هندسی و راستای مسیر، بخشی از مراحل تکامل رودخانه ها به منظور نیل به تعادل نهایی و برقراری شرایط پایدار تلقی می شود. وقوع پدیده سیل از جمله فرایندهای طبیعی مهمی است که در شکل دهی رودخانه میناب و برقراری توازن و تعادل در الگوهای رفتاری آن نقش عمده ای را ایفاء می کند. پدیده سیل بعد از احداث سد میناب جای خود را به سرریزهای سد داده و الگوی تغییرپذیری بستر و کناره های این رودخانه محدود به سرریزهای استثنایی سد میناب گردیده است. این عامل با هماهنگی نقش انسان، به عنوان بهره بردار اصلی از رودخانه، شرایطی را در این سیستم آبرفتی پدید آورده است که رودخانه ناگزیر گردیده در مسیر خود تغییراتی را ایجاد کند. بسترهای سنگی، مئاندر، انباشته های رسوبی، پوشش گیاهی، ساخت و سازهای دو دهه اخیر در اطراف و در داخل بستر رودخانه میناب همراه با فعالیت های عمرانی از جمله عوامل باز دارنده در مقابل جریان رودخانه و در نتیجه فرسایش در این محدوده آبرفتی است. به طور قرار دادی فرض بر این است که رودخانه هایی که دارای ضریب مارپیچی بزرگ تر از ۱/۵ هستند، از نوع مئاندری می باشند. بررسی تعدادی از رودخانه های آمریکا نشان می دهد که مقدار ضریب مارپیچی می تواند از ۱ تا ۲/۸ تغییر کند. با توجه به فرمول زیر که ضریب پیچش مئاندر را نشان می دهد، این ضریب در رودخانه میناب حدود ۳/۲ می باشد. (رفاهی ۱۳۷۵).

برای شناسایی رفتار مئاندر رودخانه میناب با استفاده از مقاطع عرضی ای که در محدوده آن بر داشت شده است، ویژگی های فرسایشی آن مورد بررسی قرار می گیرد. این مقاطع دو قوس داخلی و خارجی مئاندر را به هم متصل می نماید.

در هر حال هدف از این بررسی کمک به شناسایی مسائل و مشکلات عوامل فرسایش و ارائه راهکارهای لازم در این زمینه است. این بخش از رودخانه میناب مورد بهره برداری بی رویه قرار گرفته که اگر راهکارهای اساسی برای آن ارائه نگردد، در آینده معضلات محیطی متعددی مانند گود افتادگی بستر، حرکت جانبی رودخانه و مهم تر از همه تشدید حالت سیلابی را برای این سیستم آبرفتی پدید خواهد آورد.

$$\text{طول دره} - \text{طول خط القعر} = \text{درصد انحنا}$$

طول دره

## مواد و روش ها

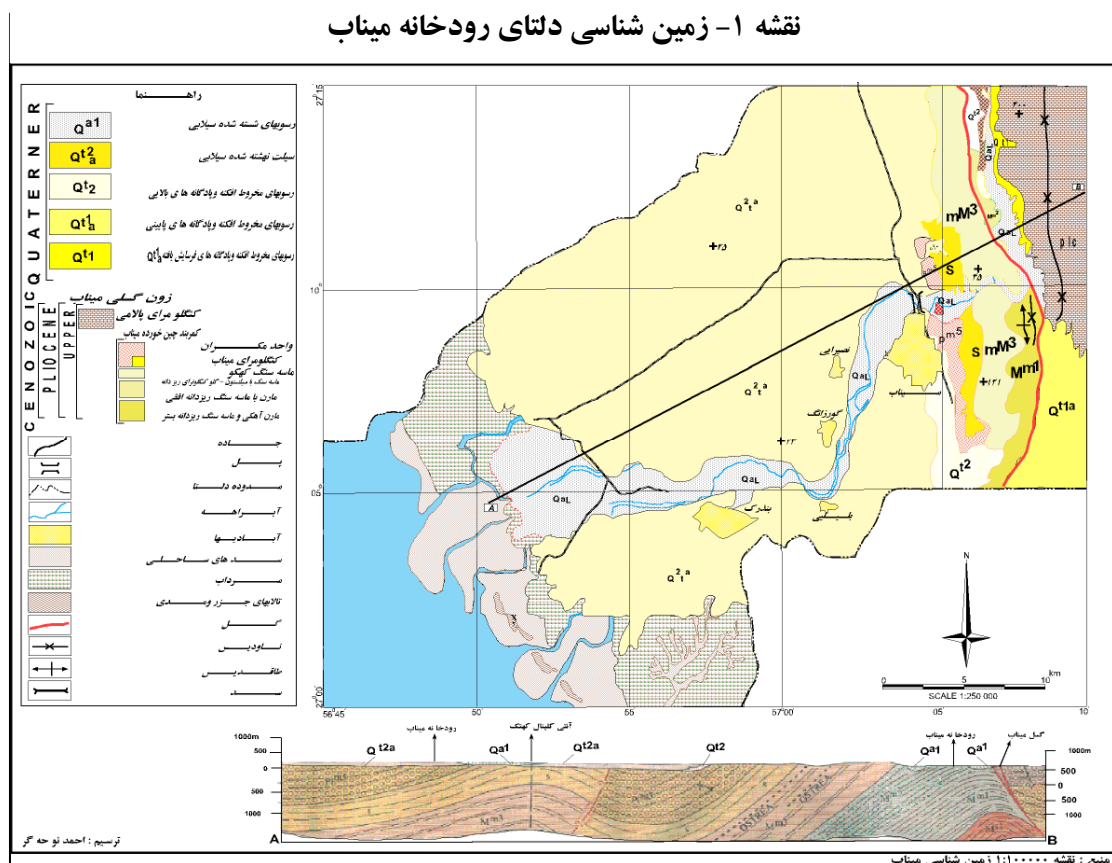
به منظور بررسی منطقه مورد مطالعه ابتدا نقشه زمین شناسی دلتای رودخانه میناب تهیه گردید (نقشه شماره ۱). سپس با تجزیه و تحلیل رفتار این رودخانه و وجود پیچ و خم و انحنا در مسیر رودخانه که موجب افزایش اصطکاک بسترها و کناره ها گردیده و ظرفیت انتقال آن را کاهش می دهد، عملکرد مئاندر در تغییر مشخصه های هندسی رودخانه و مقاومت بستر و مآلاً تسکین و یا تشدید حالت سیلابی مورد بررسی قرار گرفت.

جزئیات روش تحقیق به شرح زیر می باشد:

الف) با استفاده از نقش توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ میناب و بندرک و عکس های هوایی ۱:۴۰۰۰۰ سال ۱۳۷۸ و نقشه ۱:۲۵۰۰۰ میناب، بندرک و تیاب، نقشه ژئومرفولوژی ۱:۲۵۰۰۰ دلتای میناب تهیه گردید (نقشه شماره ۲). ب) برای بررسی عمق فرسایش بستر رودخانه میناب، نقشه فرسایش بستر ۷۴-۱۳۴۶ با استفاده از نقشه سال ۱۳۷۴ که از طریق نقشه برداری زمینی از بستر رودخانه انجام گرفته، نقشه توپوگرافی سال ۱۳۴۶ تهیه گردید. ج) با استفاده از عکس های هوایی ۲۰۰۰ سال ۱۳۴۶ و نقشه برداری سال ۱۳۷۴ دو دوره پلان رودخانه با هم مقایسه گردید. د) نقشه بستر مئاندری رودخانه میناب با استفاده از عکس های هوایی سال ۱۳۷۸ تهیه گردید. و) تهیه مقاطع عرضی از بستر مئاندری رودخانه یکی از مهم ترین مراحل بود که برای بررسی وضعیت ژئومرفولوژی با استفاده از داده های برنامه HEC-6 انجام شد. ز) تمام مراحل فوق اعم از تهیه نقشه ها و مقاطع عرضی با استفاده از نرم افزار رایانه ای freehand انجام گردیده است.

### تجزیه و تحلیل تحولات پیچان رودی

بر اساس مطالعات میدانی با استناد به نقشه ها، جداول، مقاطع و نمودارها انجام شده است:



### ویژگی های محیط طبیعی (زمین شناسی و اقلیم شناسی)

تشکیلات زمین شناسی در کل حوضه مورد مطالعه عمدتاً از رسوب های آبرفتی کواترنر و سازندهای سخت ترشیاری و آمیزه رنگین است (نقشه شماره ۱).

رخنمون های بجای مانده متشکل از تناوبی از ماسه سنگ دارای تراکم متوسط، ضعیف و به ندرت سخت و ریزدانه و دارای تخلخل زیاد می باشد. مارن، مارن ماسه‌ای و فرسایش پذیر به صورت بی شکل در لایه های سخت انباشته گردیده است و مواد تخریبی حاصل از این رسوب ها اصولاً شامل مواد ریزدانه (سیلت، رس و ماسه درشت تا ریز، ماسه خیلی درشت تا ریز، کمی سیلت و رس، شن، ماسه و گراول) می باشد. تمام این رسوب ها از ارتفاعات مشرف به دلتای میناب با جهت شمالغربی - جنوبشرقی و با ارتفاع حدود ۱۰۰۰ متر متشکل از ماسه سنگ های الیگومیوسن - کمپلکس کالردوملانژ - کنگلومرای پالامی در حد فاصل غرب رودان و شرق میناب دیده می شود. در جنوبغربی میناب جلگه ساحلی توسط دو تاقدیس نسبتاً هموار کهنک و تیاب قطع شده است. براساس نقشه زمین شناسی و سنگ شناسی، رخساره های زمین شناسی در محدوده دلتای میناب به ترتیب قدمت در جدول شماره (۲) ارائه شده است. حداکثر دمای مطلق سالانه در ایستگاه میناب ۴۹/۵ درجه سانتی گراد و حداقل دمای مطلق سالانه نیز (۳-) درجه سانتی گراد مشاهده شده است. میانگین درجه حرارت در این ایستگاه ۲۷/۵ درجه سانتی گراد می باشد (جدول شماره ۱).

جدول ۱ - مشخصات بارندگی حد فاصل سال های ۷۴-۱۳۴۰ میناب بر حسب میلی متر

نام ایستگاه	حداقل	حداکثر	میانگین	میزان بارندگی (با دوره بازگشت ده ساله)
میناب	۱۹۵/۵	۳۷۲/۵	۱۹۳/۷	۷۵/۹
سد میناب	۳۷/۸	۳۴۷/۲	۱۸۷/۴	۸۰/۲

جدول ۲ - ستون چینه شناسی منشأ دلتای میناب ۳

تشکیلات	علامت اختصاری	سن	سنگ شناسی	مقایسه نسبی تشکیلات از نظر ایجاد رسوب
آبرفت	AL	کواترنر	آبرفت، درشت دانه و ریزدانه، رسوبهای بادی و آبرفت های رودخانه ای	++
کنگلومرای پالای	MPLP	پلیوسن آغازی	کنگلومرای پلی سیکتیک، طبقات ریگدار به رنگ قرمز	++
کنگلومرای میناب	PLm5	پلیوسن آغازی	کنگلومرا، ماسه سنگ و کمی شیل، طبقات ریگدار و ماسه سنگ	++
رخساره ماسه سنگی	S	پلیوسن آغازی	ماسه سنگ شیلی و ریگ دار	+++
ماسه سنگ تیاب	Mm4	میوسن بالایی	ماسه سنگ، سنگ آهک و مارستون	+++
ماسه سنگ خگو	MM3	میوسن بالایی تا پلیوسن آغازی	ماسه سنگ همراه با سیلستون، مادستون و کمی کنگلومرا	+++
مارن گوشه	Mm2	میوسن میانی	مارن خاکستری همراه با طبقات نازک ماسه سنگ	+++++
واحد وزیری	MVII	میوسن آغازی تا میوسن میانی	سنگ آهکی ریفی حاوی مرجان و آلك و مقدار سنگ آهک آواری	+

### تحلیل مرفولوژی رودخانه از طریق مقاطع عرضی (نقشه شماره ۲)

مطالعات ژئومرفولوژی در این محدوده نشان می دهد که مهم ترین عوامل فرسایشی علاوه بر عوامل طبیعی، فعالیت های انسان به عنوان مخرب ترین بحث در این زمینه مطرح می باشد. جزئیات این مطالعات با استفاده از داده های جدول شماره (۳) است که مقاطع عرضی بر اساس این داده ها ترسیم گردیده است. ویژگی های مرفولوژی بزرگ ترین مئاندر رودخانه میناب با بررسی هر یک از این مقاطع در زیر ارائه گردیده است:

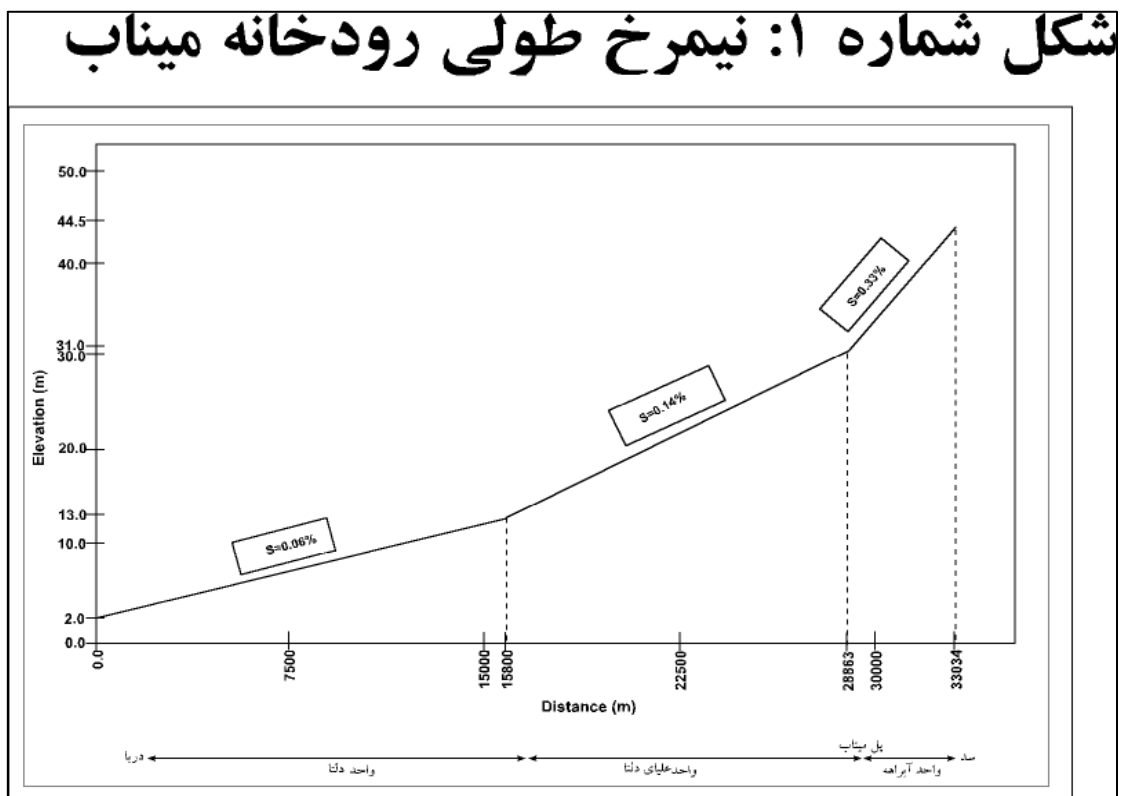
#### مقطع عرضی شماره (۱):

این مقطع دقیقاً در شروع مئاندر برداشت شده است. تغییر پذیری بستر در این مقطع حدود ۰/۱ فوت می باشد که با توجه به جنس رسوب (شن و ماسه) از تغییر پذیری بالایی برخوردار است و در صورت جاری شدن سیل می تواند تغییر پذیری بستر را تشدید نماید. نیمرخ عرضی بستر در این محدوده نشان می دهد که کناره راست این برش در حال فرسایش و کناره چپ آن در حال رسوبگذاری است. بررسی نیمرخ طولی (شکل شماره ۱) رودخانه در محل این مقطع نشان دهنده گود افتادگی بستر بوده که اثرات احداث سد در سال ۱۳۶۳ و بهره برداری شن و ماسه از بستر رودخانه، تخریب و فرسایش را در این رودخانه شدت بخشیده است. تراز سطح آب با توجه به گسترش عرض بستر (بیشترین عرض بستر در این بخش ۲۵۰۰) بالا و به حدود ۱۰۴ فوت می رسد. عرض خط القعر در زمان طغیان رودخانه که حاصل سرریزهای استثنایی سد می باشد در این مقطع به حدود ۳۰۰ متر می رسد. مقطع شماره (۱) نشان می دهد که عرض خط القعر در حال افزایش بوده که با توجه به شکل پلان رودخانه این پهن شدگی به سمت کناره راست در حال پیشروی است. دبی آب و رسوب های ریزدانه با توجه به جدول شماره (۳) ثابت بوده، ولی دبی رسوب های ریزدانه نسبت به بخش های ابتدایی رودخانه افزایش پیدا کرده است که حاکی از تخریب کناره ها، مخصوصاً کناره راست می باشد که در نتیجه سبب افزایش بار بستر در بازه های پایینی رودخانه گردیده است.



مالشی آب را بالا برده و در نتیجه خاک در همان محل انحناء جدا می شود که این آغاز توسعه و گسترش مئاندر در رودخانه میناب است

شکل ۱- نیمرخ طولی رودخانه میناب



جدول ۳-ارقام بدست آمده برای تغییرات بستر دلتای رودخانه میناب در مقاطع (بین پل میناب تا روستای بلیلی) به روش توفالنی-نتایج مدل HEC-6

این پیچ جوان کم کم بزرگ شده و تبدیل به مئاندر بزرگی گردیده، به طوری که در حدود ۵۰۰ متری پایین دست پل میناب باعث پیدایش جریان های ثانویه در زمان طغیان ها می شود. علاوه بر جهت اصلی جریان آب در رودخانه، یک

شماره مقطع عرضی	تغییرات بستر به فوت	تراز سطح آب به فوت	تراز خط القعر به فوت	دبی آب به مترمکعب در ثانیه	بار بستر (تن در روز)		
					رس	سیلد	شن، ماسه، گل رس
۱	-۰/۱	۱۰۴/۰۹	۱۰۱/۶۰	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۷۲۴
۲	-۰/۱	۹۹/۶۷	۹۶/۷۹	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۷۵۸
۳	-۰/۴	۶۳/۳۵	۹۰/۱۶	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۱۱۶۱
۴	-۰/۷	۹۴/۶۴	۹۰/۱۳	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۱۳۰۲
۵	/۲۰	۸۹/۸۶	۸۶/۷	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۲۲۵۵
۶	-۰/۴-	۸۲/۲۹	۸۰/۳۶	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۱۴۱۸
۷	-۱/۵	۸۱/۴۲	۷۷/۲۵	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۲۷۰۶
۸	-۰/۹	۷۶/۷۱	۷۷/۰۱	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۱۷۳۲
۹	-۰/۲۲	۶۶/۶۰	۷۵/۲۸	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۴۱۰۶
۱۰	-۰/۵	۶۵/۹۸	۶۲/۳۵	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۲۴۲۷
۱۱	-۰/۳۸	۶۵/۶۶	۵۷/۸۷	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۲۹۶
۱۲	-۰/۶	۶۶/۳۸	۶۰/۶۴	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۳۸۰
۱۳	-۰/۱	۵۹/۲۲	۶۰/۶۰	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۱۰۹۳
۱۴	-۰/۹	۵۶/۶۶	۵۵/۷۱	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۵۶۵
۱۵	-۰/۸	۵۰/۳۳	۵۲/۴۲	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۶۸۸
۱۶	-۰/۱۱	۴۹/۰۲	۴۵/۷۹	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۲۵۹۱
۱۷	-۰/۷	۴۸/۴۸	۴۰/۱۰	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۱۰۶
۱۸	-۰/۸	۴۷/۳۹	۴۴/۲۲	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۵۱۷
۱۹	-۰/۶	۴۵/۵۳	۳۹/۳۴	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۲۷۵
۲۰	-۰/۱۶	۱۵/۴۳	۴۲/۵۴	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۱۴۸۸
۲۱	-۰/۲	۴۱/۱۹	۳۷/۶۸	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۸۱۰
۲۲	-۰/۱۵	۳۹/۹۲	۳۵/۹۵	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۸۳۱
۲۳	-۰/۲۶	۳۷/۸۱	۳۳/۰۶	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۴۱۶۶
۲۴	-۰/۱۱	۳۵/۴۷	۳۴/۲۹	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۴۱۸۷
۲۵	-۰/۱۰	۳۳/۱۹	۳۳/۷	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۴۲۳۵
۲۶	-۰/۴	۳۰/۵۰	۲۹/۴۶	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۴۵۲۷
۲۷	-۰/۴	۲۹/۷۸	۲۶/۱۶	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۴۷۵۱
۲۸	-۰/۷	۲۶/۸۴	۲۳/۰۷	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۶۴۴
۲۹	-۰/۳	۲۶/۰۴	۲۴/۵۷	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۴۸۷۲
۳۰	-۰/۷	۲۰/۷۹	۱۴/۷۳	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۳۶۹۰
۳۱	-۰/۳۵	۱۷/۲۱	۱۲/۷۲	۷۰۶۳	۵۱۸۴	۳۴۵۶	۶۵۸۱

جریان حلزونی در محل این قوس (مئاندر) تشکیل می گردد که این نیز از قدرت تخریبی بالایی برخوردار است. با توجه به این که جهت جریان آب از طرف قوس خارجی به طرف قوس داخلی مئاندر است، در نتیجه این جریان فرسایش از



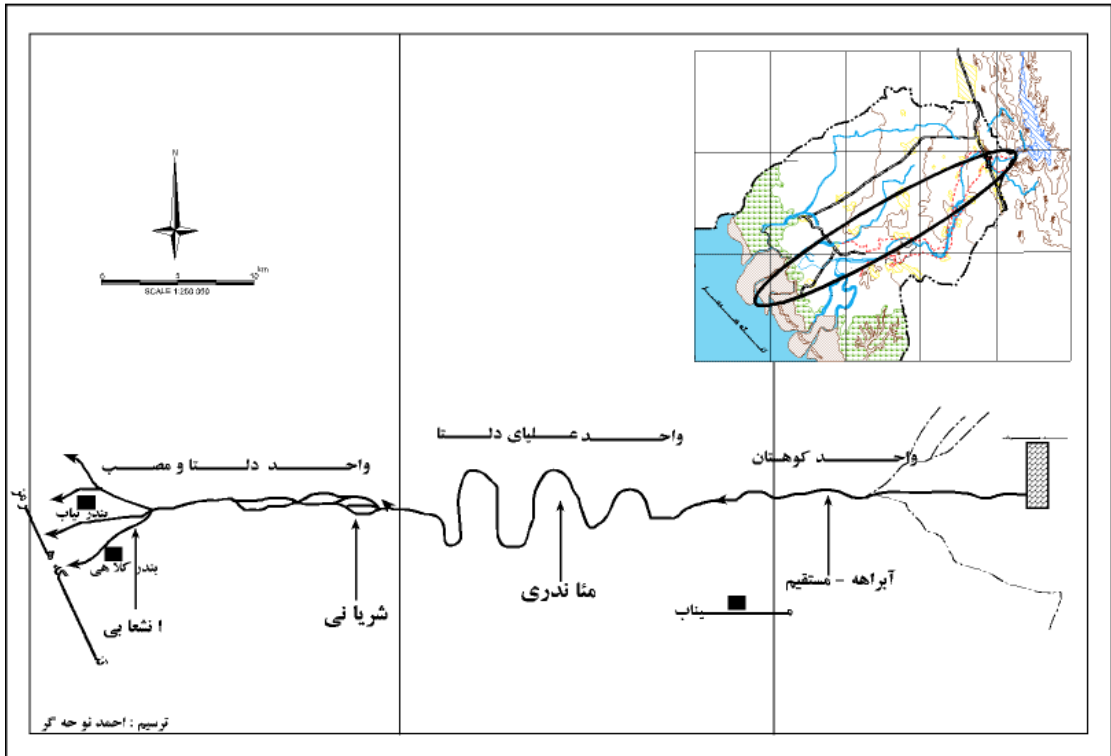
محل خم بیرونی آن شروع شده و بدین صورت بزرگ ترین مئاندر پایین دست سد میناب تشکیل گردیده است (نقشه های شماره ۲ و ۸ و ۳)؛ زیرا فرسایش ناشی از ویژگی های جریان که در بالا ذکر شد، باعث گسیختگی کناره ها شده و تأثیر عوامل مختلفی نظیر عوامل فیزیکی و هیدرولیکی به حد اعلاى خود می رسد.

مقطع شماره (۱) به طور کلی نمونه ای از یک رودخانه جاری در دشت سیلابی را نشان می دهد. مواد حمل شده توسط رودخانه به علت احداث سد به پایین دست صفر می باشد و لذا رودخانه برای حفظ تعادل خود ناگزیر به حفر بستر و تخریب بیشتر کناره است. مواد درشت که جریان سیل درون بستر آن را با خود حمل می کند پس از کاهش قدرت سیلاب به دلیل عدم توانایی جریان در همان محل باقی می ماند و گرنه شیب این قسمت (دودر هزار) به اندازه ای نیست که توانایی حمل رسوب های درشت دانه ای مثل شن و ریگ و گراول تا محدوده این مقطع را داشته باشد. بدین صورت رودخانه به راحتی توانسته است تا در فضای بین کناره ها حالت مارپیچی به خود گیرد.

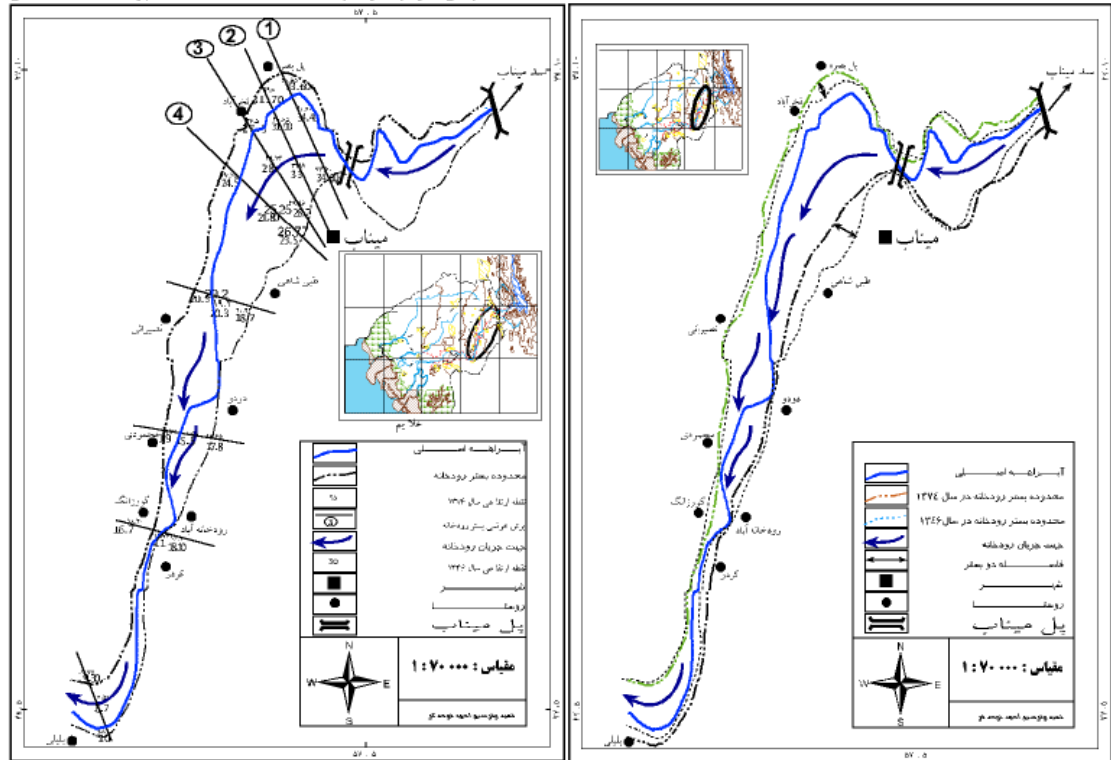
شکل بستر که یکی از ویژگی های مقاطع عرضی است، باعث منحرف شدن جریان آب در این مقطع گردیده، به طوری که موانع موجود در مسیر جریان مانع پخش شدن آب شده و جریان را به طرف کناره راست رودخانه منحرف نموده است. موانعی شامل پشته رسوبی ایجاد شده در وسط بستر سیلابی برای حفاظت از دیوار سنگی سیل برگردان که در سال ۱۳۷۰ بدون توجه به وضعیت زیست محیطی رودخانه توسط استانداری هرمزگان ایجاد شد - صرف نظر از هزینه های زیادی که برای احداث این دیواره صرف شد و نهایتاً مجبور شدند با صرف هزینه های هنگفت این دیوار را خراب کنند - ولی تا زمان تخریب آن، رودخانه در سال ۱۳۷۱ با دبی بیش از ۱۰۰۰۰ هزار متر مکعب در ثانیه اثر ماندگار خود را بر جای گذاشت، به طوری که مسیری جدید و فراخ تر از قبل برای خود مهیا کرد که گسترش و توسعه مئاندر فعلی از آثار آن است. بنابراین نه تنها رودخانه از ما دستور نگرفت، بلکه به ما یاد آوری کرد که از این به بعد ایجاد مانع در مسیر اصلی رودخانه مساوی با از بین رفتن زمین های حاصلخیز کشاورزی و نابودی روستا های متعدد خواهد بود. وجود نخاله های شهری شهر میناب وجود یک پشته رسوبی<sup>۱</sup> که دارای پوشش گیاهی است و عامل مهم تر از همه در حال حاضر برداشت بی رویه شن و ماسه از بستر رودخانه و حتی از بستر مئاندری از دیگر عوامل می باشد. این عوامل می توانند ویژگی های دیگر مقطع عرضی مثل عمق جریان، شیب، عرض مقطع و غیره را تحت تأثیر قرار داده، در انحراف مسیر جریان مؤثر باشند. این موارد مهم ترین تأثیری که بر بستر رودخانه میناب گذاشته، تغییر و جابجایی خط القعر رودخانه به کناره راست و توسعه بیش از پیش مئاندر است (نقشه شماره ۶). با توجه به این مطالب معلوم می شود که ظرفیت حمل رسوب و پتانسیل فرسایش رودخانه با افزایش تنش برشی و سرعت جریان زیاد می شود. نقشه های شماره (۳ و ۴) مؤید مطالب فوق است. نقشه شماره (۳) تغییرات کناره ها را برای دو دوره سال های ۱۳۴۶ و ۱۳۷۴ و نقشه شماره (۴) بررسی عمق فرسایش بستر را نشان می دهد. رقوم بستر در محدوده مئاندر در نقشه سال ۱۳۴۶ حدود سی متر و این رقم در سال ۱۳۷۴ بر اساس نقشه برداری زمینی ۲۹/۵ متر می باشد که نشان دهنده افت بستر به میزان بیش از نیم متر می باشد. اینجاست که اثرات احداث سد میناب و به تله افتادن رسوب ها در پشت دریاچه سد و در نتیجه فرسایش شدید بستر رودخانه در پایین دست سد به وضوح مشخص می شود.

<sup>1</sup> - Sediment barrow

### نقشه ۳ محدوده واحدهای ژئومورفولوژی رودخانه میناب



نقشه شماره ۴ مقایسه دو دوره پلان رودخانه میناب از ساختگاه سد تا روستای بلیلی نقشه شماره ۱ بررسی عمق فرسایش بستر رودخانه میناب در سالهای ۷۴ و ۴۶ (پل میناب تا روستای بلیلی)



مقیاس: ۱:۷۰۰۰۰  
منبع: این نقشه براساس نقشه‌های جوانی ۱:۲۵۰۰۰ و نقشه برداری زمینی سال ۱۳۷۴ تهیه شده است  
مقیاس: ۱:۷۰۰۰۰  
منبع: این نقشه براساس نقشه‌های میناب ۱۳۷۴ و نقشه توپوگرافی سال ۱۳۴۶ - سازمان نقشه برداری کشور

این مقطع عرض رودخانه را ۱۵۰۰ متر نشان می دهد (مقطع ۲) که به طرف پایین قوس مئاندر بر عرض رودخانه افزوده می شود (عرض رودخانه در مقطع یک ۱۳۰۰ متر). تغییر پذیری بستر رودخانه در این مقطع کمتر از مقطع قبلی است و به حدود (۰/۰۱-) می رسد که حاکی از عملکرد بالای فرسایش در مقطع (۱) توسط جریان می باشد. به علت گسترش عرض بستر، تراز سطح آب پایین افتاده و به حدود ۹۹ فوت می رسد. آب به علت گسترش بستر انرژی خود را از دست داده و بایستی قدرت فرسایش کمتری داشته باشد، ولی به علت ایجاد جریان ثانویه قدرت تخریب آن نه تنها کاهش پیدا نمی کند، بلکه در قوس خارجی مئاندر بر انرژی آن افزوده و از قدرت فرسایش بالاتری برخوردار می گردد. تراز آب در خط القعر نیز کاهش پیدا کرده است، اما به علت ارتفاع کمتر بستر آبرفتی نسبت به مقاطع قبلی، آب می تواند در زمان طغیان سرریز کرده و باعث سرازیر شدن به مناطق مجاور گردد. بار بستر (شن، ماسه و غیره) نسبت به مقاطع قبلی از افزایش چشمگیری برخوردار بوده و به حدود ۷۶۰ تن در روز می رسد که حاکی از فرسایش کناره های ازبستر مئاندری رودخانه است. خط القعر رودخانه دقیقاً با مئاندر رودخانه منطبق بوده و این احتمال وجود دارد که اگر سیلی مانند سیل سال ۱۳۷۱ حادث شود، خط القعر و قوس خارجی مئاندر بیشتر به کناره راست بستر متمایل شده و روستاهای این بخش را با مشکلات بیشتری مواجه سازد. در بازدید میدانی از محدوده مورد مطالعه، دقت کافی بر روی رسوب های مئاندر انجام گرفت. بررسی پاره ای از آبراهه های عمیق و دیواره گودال های برداشت شن و ماسه از بستر مئاندری رودخانه نمایانگر یک دوره آرامش و رسوبگذاری و یا فروکش نمودن سیلاب است. این رسوب ها می تواند گویای حاکمیت اقلیم پرفشار مجاور مداری یا عبور کم فشارها و تقویت آنها بر اثر دخالت عوامل ارتفاعات به صورت رگبارها باشد. سلب کم فشارهای مداری در جنوب و مرکز ایران، باران های سیل آسایی را بدنبال داشته و این باران ها، سیلاب ها و طغیان های بزرگی را بوجود آورده اند. حوضه آبریز میناب نیز نمی تواند از این حیث مستثنی باشد، به طوری که این سیلاب ها توانسته رسوب های درشت دانه و حتی تخته سنگ های عظیمی را نیز از ارتفاعات به طرف دشت ها و حوضه های انتهایی حمل نماید. وجود رسوب های درشت دانه در دیواره های چاله های برداشت شن و ماسه و یادکناره های فرسایش یافته رودخانه و مخصوصاً در چاه های اکتشافی می تواند مؤید این موضوع باشد که احتمالاً حوضه آبریز میناب در دوره پلیستوسن تحت تسلط دوره های بارانی بوده است. رسوب های ریزدانه (سیلت و رس) به صورت لایه های نازک در کناره های رودخانه یا در ستون چینه شناسی چاه های حفر شده نشان دهنده دوره آرامش آب های جاری در این منطقه بوده و احتمالاً وجود بادهای شدیدی است که توانسته رسوب های ریزدانه را با خود حمل نموده و در بستر سیلابی رودخانه بر جای گذاشته باشند. این عامل تسلط پرفشارهای جنب مداری را بر حوضه آبریز میناب تداعی می نماید (شکل ۲ و نمودار ۱).

در محل فعلی مئاندر، یکی از چاله های برداشت شن و ماسه را در نظر گرفته و ستون چینه شناسی آن بدین شکل مورد بررسی قرار گرفت: یک لایه نازک ریزدانه سیلتی، ماسه ریزدانه همراه با مقداری رس و سایر رسوب های ریزدانه می باشد. این گونه رسوب ها معرف دوره آرامش و دبی یکنواخت رودخانه میناب است که احتمالاً می تواند با دوره های تسلط پرفشارهای جنب مداری مطابقت داشته باشد. در زیر این رسوب ها تا حدود ۹۰ سانتی متر تا یک متر مخلوطی از شن و ماسه، ریگ همراه با پراکندگی قلوه سنگ که ناپایدار بوده و سریعاً قابل فرسایش هستند، وجود دارد که این رسوب ها مؤید تسلط دوره های بارانی و سیل آسا بودن رودخانه میناب است. اگر رسوب های چاه های اکتشافی حفر

شده در دلتای این رودخانه را تجزیه و تحلیل نماییم، بطور متناوب به وضعیّت آب و هوایی قلمرو حوضه آبریز میناب در گذشته های دور پی خواهیم برد. شکل شماره (۲) این وضعیّت را نشان می دهد.

این مقطع (شماره ۲) تقریباً در بخش علیای مئاندر قرار گرفته است. برای بررسی بیشتر وضعیّت مئاندر، مقاطع شماره (۴ و ۳) را که در تیزترین قوس مئاندر قرار دارد، مورد بررسی قرار می دهیم.

مقاطع شماره (۴ و ۳) با توجه توجّه به نیمرخ این مئاندر می توان دریافت که رودخانه میناب به بالاترین عرض بستر خود در دشت سیلابی دست یافته است. مقطع عرضی شماره (۳) عرض دشت سیلابی را ۲۵۰۰ متر نشان می دهد. بستر رودخانه در این مقاطع از تغییر پذیری بالای برخوردار است، به طوری که برای این مقاطع به ترتیب (۰/۴- و ۰/۷-) بالاترین میزان تغییرپذیری در بخش مئاندر می توان در نظر گرفت. تغییرپذیری بستر رودخانه اصولاً وابسته به نوع و کمیّت باربستر رودخانه است. در این زمینه فرسایش کناره می تواند عامل مهمی تلقی گردد. با توجّه به جدول شماره (۳)، باربستر در این دو مقطع به بالاترین حدّ خود (۱۱۶۱ و ۱۳۰۲) نسبت به مقاطع قبلی رسیده و از نظر نوع باربستر نیز رسوب های شن و ماسه که حسّاس ترین نوع رسوب ها به فرسایش هستند، تشکیل می دهد. تراز سطح آب و تراز خطّ القعر کاهش پیدا کرده، ولی جریان ثانویه آب از شدّت بالایی برخوردار است.

اگر عامل اصلی مئاندری شدن را مسئله ناپایداری موادّ فرسایش پذیر بستر و کناره آن در اثر تغییرات تنش برشی بدانیم، این مقاطع (۴ و ۳) به طور واضح مؤید این مسئله است که در اثر تغییرات تنش برشی از جریان و همچنین تغییرات شیب و شکل بستر، مئاندر رودخانه میناب در حال توسعه و گسترش است (جدول شماره ۳ و مقاطع شماره ۴ و ۳). جریان آب در پیچ رودخانه، به علت اثر متقابل بین گرادیان عمودی سرعت جریان اصلی در آبراهه و سرعت آب در انحنا مئاندر، جریانی را به نام جریان ثانویه یا جریان مارپیچی بوجود آورده است (شکل شماره ۳). این جریان هم باعث افزایش عمق و هم سرعت آب در نزدیکی کناره قوس بیرونی مئاندر که همان خطّ القعر فعلی رودخانه میناب می باشد، گردیده است. این وضعیّت باعث شده تا در سال های اخیر رودخانه با توسعه مئاندر خود مجبور به گرایش به کناره راست گردد و زمین های حاصلخیز فراوانی که زیر کشت بوده را از بین برده و جزء بستر مئاندر خود کند. از طرف دیگر این جریان ثانویه شرایط لازم را برای فرسایش عرضی بیشتر قوس خارجی (ساحل کاو) مئاندر و رسوبگذاری در قوس داخلی (ساحل کوژ) فراهم نموده است. با افزایش شعاع انحناء پیچ (شکل ۴)، تنش برشی هم افزایش می یابد و حداکثر تنش برشی در تیزترین قسمت پیچ اتفاق می افتد. مقطع شماره (۴) دقیقاً در تیزترین بخش مئاندر رودخانه میناب برداشت شده است. با توجّه به گستردگی عرض بستر و جابجائی هایی که خطّ القعر انجام داده است، به این نتیجه می رسیم که شرایط جریان ثانویه در این محل توانسته است تا حداکثر فرسایش را به دنبال داشته باشد. باربستر رودخانه در این مقاطع به ۱۱۶۱ و ۱۳۰۲ تن در روز می رسد. به فاصله اندکی از مقطع شماره (۳)، مقطع شماره (۴) برداشت گردیده است. تفاوت باربستر این دو مقطع به ۱۴۰ تن در روز می رسد، یعنی جریان چرخشی آب توانسته تا بیشترین فرسایش را در تیزترین قوس خارجی مئاندر انجام دهد. در اینجا وجود جریان ثانویه به طور قابل ملاحظه ای سبب تغییر الگوی جریان شده است، بدین صورت که خطوط جریانی که دارای سرعت بالا می باشند به یکدیگر نزدیک شده و به سمت کناره های خارجی کشیده می شوند. بنابراین در جایی که جریان آب با پیچ های طولانی مواجه است، حالت گردابی پیدا کرده و از سرعت و انرژی بیشتری برخوردار می گردد. جریان رودخانه در این محل، یعنی قوس مئاندر (مقاطع ۴ و ۳) به طور قابل ملاحظه

ای توسط دشت سیلابی میناب تحت تأثیر قرار می گیرد. در زمان وقوع سیلاب بخش عمده ای از دبی توسط دشت سیلابی جریان می یابد، بدین معنی که فقط خط القعر در زمان طغیان رودخانه آب از خود عبور نمی دهد، بلکه علت گسترش آب در بستر سیلابی می تواند از فشارهای اضافی به خط القعر کاسته و تخریب کمتری را در کناره سمت راست رودخانه میناب ایجاد کند. البته وضعیت بستر در بالا دست و پایین دست مئاندر می تواند مؤثر باشد؛ زیرا همان طور که در بالا ذکر شد، پیچ مئاندر با ضریب  $3/2$  درصد می تواند هر جریانی را حتی با انرژی کم تقویت کرده و قدرت فرساینده گی آن را بالا ببرد.

### نتیجه گیری

خواص اصلی جریان نظیر توسعه جریان ثانویه و توزیع سرعت در قوس مئاندر رودخانه میناب بررسی گردید. این عوامل در آبشستگی و رسوبگذاری در خم های رودخانه دارای اهمیت فراوانی است. برای اجرای کارهای مدیریتی بر روی رودخانه میناب، این عوامل بایستی توسط مهندسين عمران و بخش های مهندسی رودخانه به دقت مطالعه گردد، زیرا کوچک ترین اشتباه یا سهل انگاری در این زمینه منجر به گسترش بیشتر مئاندر و در نتیجه صرف هزینه های هنگفت برای جلوگیری از پیشروی آن لازم خواهد بود. در بررسی مقاطع عرضی می توان ادعا کرد که رودخانه میناب به عنوان یک سیستم آبرفتی و در یک بستر شدیداً فرسایش پذیر موقعیت کناره های آن تا زمانی که شکل مقطع به یک وضع تعادل برسد، به طور گسترده ای تغییر می نماید. بنابراین نمی توان از نتایج بدست آمده از توزیع تنش برشی یا سرعت در خم های با کناره های فرسایش ناپذیر به همان صورت در مورد خم های مئاندری رودخانه استفاده نمود. در این زمینه مهندسی که طرح ساماندهی رودخانه را در دست اجراء دارند، بایستی دقت خاصی را بر روی آن مبذول نمایند.

بارشسته تأثیر اندکی بر شکل گیری خم های مئاندر مخصوصاً در قوس داخلی دارد. بار بستر در اثر جریان ثانویه به سمت کناره داخلی حرکت می کند که این تمایل در پیچ های تیز بیشتر است. این حرکت جانبی باربستر از کناره خارجی به سمت کناره داخلی سبب آبشستگی کناره خارجی و رسوبگذاری در کناره داخلی می گردد. این الگوی آبشستگی و رسوبگذاری در اثر جریان ثانویه بوده که پس از گذشت مسافتی از شروع خم بزرگ، توسعه یافته و سبب فرسایش بستر و کناره های رودخانه گردیده است. کلاً بایستی به این نکته توجه کرد که شرائط مقاطع بالادست و پایین دست نقش عمده ای در تعیین الگوی جریان ثانویه و در نتیجه الگوهای آبشستگی و رسوبگذاری در این پیچ مئاندر دارند. فرسایش کناره مقابل رودخانه سبب تأمین بار رسوبی رودخانه شده و مئاندر بزرگ رودخانه میناب، نقش رودخانه ای را ایفاء می کند که انگار سدی بر روی آن احداث نگردیده و بار پایین دست رودخانه را تأمین می نماید. این فرایند سبب ایجاد خم هایی در رودخانه شده است؛ البته این خم ها متوالی نبوده و حالت منظمی هم ندارند. با نگاهی به جدول شماره (۳) که ویژگی های مقاطع عرضی پایین دست مئاندر رودخانه را نشان می دهد، می توان پیش بینی کرد که پیچ های مئاندر در طول زمان به آهستگی به سمت پایین دست رودخانه در حال حرکت هستند و در نتیجه طول خم ها و عرض آنها با افزایش دبی و شیب در اثر آورد رسوب های بالادست افزایش یافته و هر گونه تغییری در بار رسوبی سبب رسوبگذاری یا افزایش و تغییر شیب و نهایتاً "سبب مارپیچی شدن رودخانه می شود. هر گونه تغییری در مصالح کف و کناره های رودخانه میناب می تواند سبب ایجاد تغییراتی در ویژگی های مارپیچ های پایین دست شده و آنها را از حالت منظم و تحت کنترل خارج ساخته و به یک معضل بسیار شدید محیطی تبدیل نماید. تغییرات بستر در مقطع عرضی شماره (۵) شدیدتر شده و همگام

با آن فرسایش بستر افزایش پیدا کرده است. مقاطع شماره (۸ و ۷) گویای شدیدترین افزایش باربستر رودخانه میناب بعد از قوس خارجی مئاندر گردیده که می تواند همان جریان های ثانویه ای باشد که پس از شروع خم، به خوبی توسعه یافته و سبب رسوبگذاری و آبشستگی در پایین دست خم گردیده است. بنابراین بستر و کناره های رودخانه میناب دچار شدیدترین تغییرپذیری گردیده است. از یک طرف تراز سطح آب و تراز خط القعر کاهش یافته و از طرف دیگر برابری بستر افزوده شده است؛ به طوری که در مقطع عرضی شماره (۹) بالاترین باررسوبی در مئاندر رودخانه دیده می شود. این عامل باعث شده تا در مقاطع پایین دست با افزایش باررسوبی مواجه شویم؛ زیرا زمانی که باررسوبی زیادتر از آنچه که برای ایجاد حالت تعادل لازم است بیشتر شود، شروع به رسوبگذاری در کف بستر می کند. در نتیجه بالا آمدن کف بستر، شیب رودخانه در محل مقطع شماره (۱۰) و مقاطع پایین تر بالا رفته، تندتر گردیده و عمق جریان کاهش یافته است. شیب کانال اصلی در این مقاطع و کناره ها مخصوصاً کناره چپ که فرسایش پذیر بوده، سبب افزایش عرض کانال می شود. همین عامل باعث شده که فقط با یک تغییر جزئی، مثلاً برداشت شن و ماسه و یا ایجاد کارهای عمرانی در بستر رودخانه مثل ایجاد جاده سبب شود که جریان بیشتری به کناره چپ منحرف شده و باعث ایجاد مئاندر کوچکی در کناره چپ در مجاور روستای دودو نماید. این جریان اضافه در زمان سیلاب به طور ناگهانی به کناره مزبور هجوم آورده و سبب عمیق شدن جریان در کناره مقابل رودخانه (روستای نصیرابی) گردیده که این موضوع انحناهای جریان و ایجاد مئاندرها به دنبال دارد. در این بخش از رودخانه، یک کارخانه عظیم سنگ شکن بدون توجه به حریم رودخانه به فعالیت خود ادامه می دهد. برداشت مصالح رودخانه ای و رها سازی نخاله های باقیمانده آن به صورت تپه ماهورهای پراکنده در بستر رودخانه از جمله معضلاتی است که رودخانه میناب با آن دست به گریبان است. چاله هایی به عرض بیش از ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع توسط ماشین های بهره برداری مصالح حفر شده که عمق آنها از بستر رودخانه بالغ بر پنج متر و گاهی بیشتر از آن هم می رسد. این چاله ها به صورت متناوب کنده شده اند. این وضعیت رودخانه را دچار یک حالت سر در گمی نموده که هر آن احتمال دارد در اثر سرریزهای استثنایی سد میناب خسارات جبران ناپذیری به این اکوسیستم آبرفتی وارد گردد.

### پیشنهادها

رودخانه میناب جزء رودخانه های ناپایدار می باشد. فرسایش در ساحل کاو و رسوبگذاری در ساحل کوژ در تعادل نیست. وقوع سیلاب ها تعادل خمیدگی را از طریق افزایش فرسایش (نسبت فرسایش ساحل کاو به میزان رسوبگذاری در ساحل کوژ) بهم زده و ضمن کاهش انحنا با انتقال رسوب ها به پایین دست و ته نشین کردن آنها باعث گسترش پیچان رود به سمت پایین دست شده است. برای جلوگیری از گسترش بیشتر مئاندر موارد زیر پیشنهاد می گردد: ۱- بهترین محل جهت برداشت مصالح رودخانه (شن و ماسه) با رعایت اصول بهره برداری می تواند در ساحل کوژ مئاندر باشد. بنابراین با رعایت مسیری که در نقشه شماره (۶) ترسیم گردیده است، علاوه بر جلوگیری از گسترش مئاندر، ضریب آبگذاری رودخانه نیز افزایش پیدا خواهد کرد.

۲- در حال حاضر و براساس شکل شماره (۴) جاده ای آسفالتی توسط شهرداری میناب در بستر رودخانه میناب احداث گردیده که متأسفانه از وسط مئاندر عبور کرده است. این نوع کارهای عمرانی نه تنها اکوسیستم رودخانه را بهم زده، بلکه

موجب خسارات بیشتر در زمان طغیان آبی استثنایی رودخانه خواهد گردید و لذا توصیه می گردد که این فعالیت ها هر چه سریع تر متوقف گردد.

۳- احداث سازه هایی برای تنظیم، هدایت و مهار سیلاب ها در پایین دست پل میناب، حذف مواد زائد مانند نخاله و زباله های شهری از بستر رودخانه .

۴- احداث کانال های جدید با توجه به وضعیت اقلیمی، زمین شناسی، رسوب و مهندسی رودخانه برای کاهش پیچ و خم های مماندیری مخصوصاً احداث کانال بعد از پل میناب تا روستای نصیرایی. این کانال میان بر علاوه بر افزایش شیب، ضریب آبگذری رودخانه را افزایش می دهد (نقشه شماره ۷). احداث این کانال علاوه بر کاهش هزینه های تثبیت بستر، روستاهای پل بصره، فخرآباد، تمبانو و نصیرایی را از محدوده مماندر خارج می نماید.

۵- محل های برداشت مصالح رودخانه ای بایستی با فاصله مناسب انتخاب شوند، زیرا در این رودخانه تغذیه مصالح سنگی از بالادست آن به علت احداث سد انجام نمی گیرد.

۶- توصیه می گردد که به علت این که چاله های ایجاد شده در اثر برداشت مصالح بر نیمرخ سطح آب و مسیر جریان تأثیر گذار هستند، از حفر بیش از اندازه این چاله در بستر رودخانه جلوگیری شود. چاله های عمیق تر باعث افت سطح آب

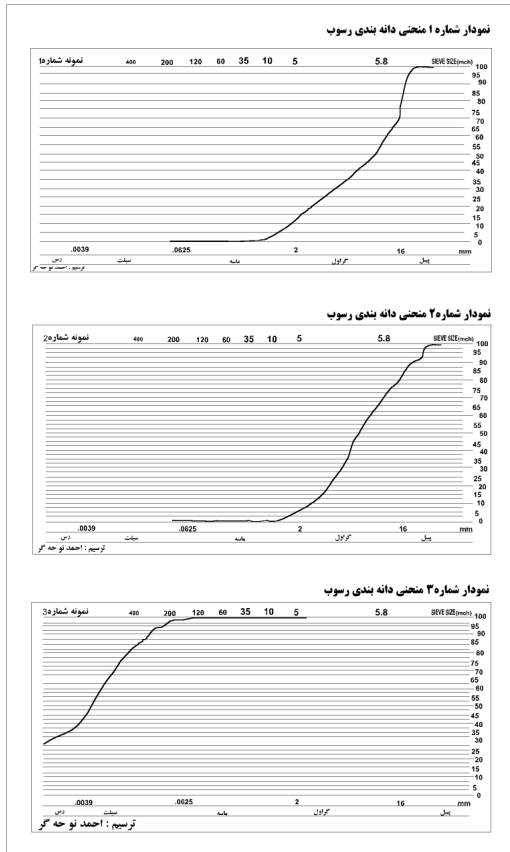
و افزایش سرعت جریان در بالادست خواهد شد که افزایش فرسایش در بالادست و نهایتاً "توسعه و گسترش مماندرها و گسترش دشت سیلابی از نتایج آن است.

۷- میزان برداشت سالانه از بستر رودخانه بایستی در تعادل با میزان رسوب های وارده از بالادست رودخانه باشد.

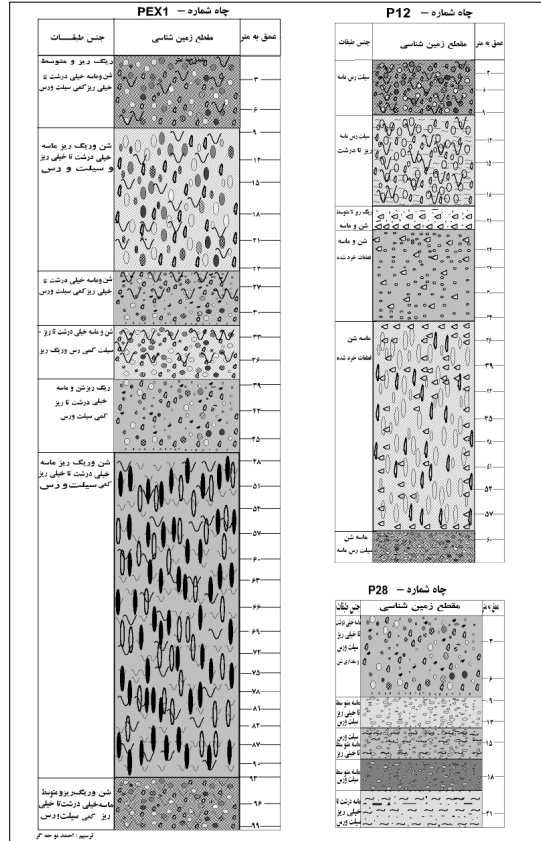
۸- انجام نمونه گیری هایی در دوران های مختلف از میزان رسوب های خروجی از سد میناب می تواند راهکاری مناسب برای مطالعه بستر رودخانه میناب در پایین سد گردد.

۹- توجه جدی به میزان برداشت سالانه شن و ماسه از رودخانه میناب توصیه می شود؛ در حالی که این مهم رعایت نمی گردد. از این طریق می توان مقدار برداشت را با میزان رسوب های ورودی به بستر مقایسه و از فرسایش بیشتر آن تا حدودی جلوگیری نمود (نقشه شماره ۹).

شکل شماره ۲: منحنی دانه بندی رسوب در بخشهای مختلف دلتا را نشان می دهد

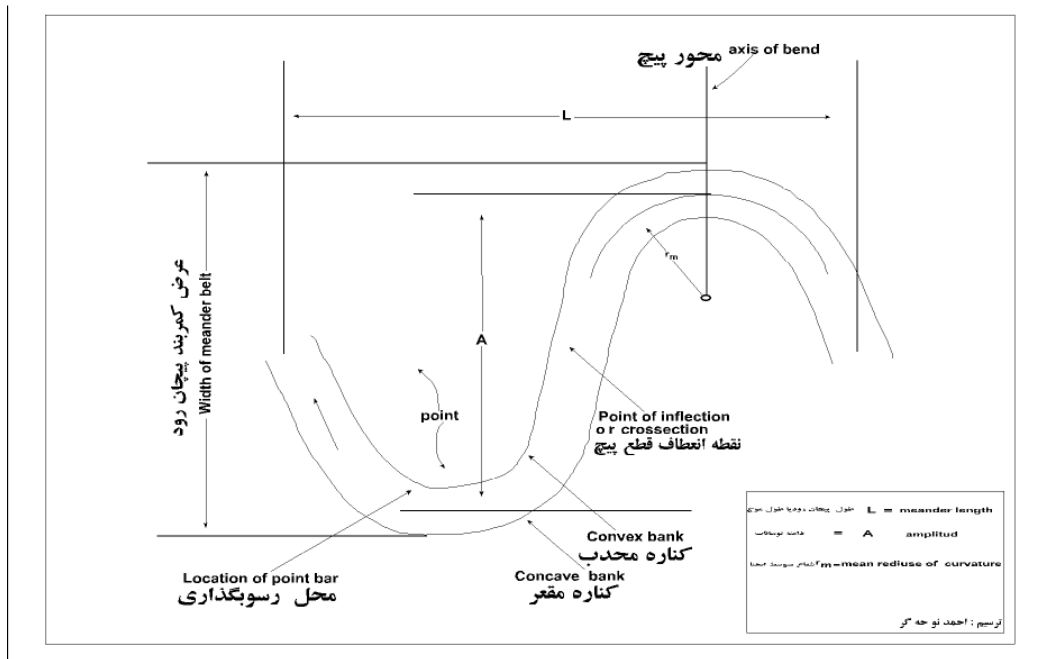


شکل شماره ۳: لوگ چاههای حفر شده به روش فیزیکی در دلتای میناب



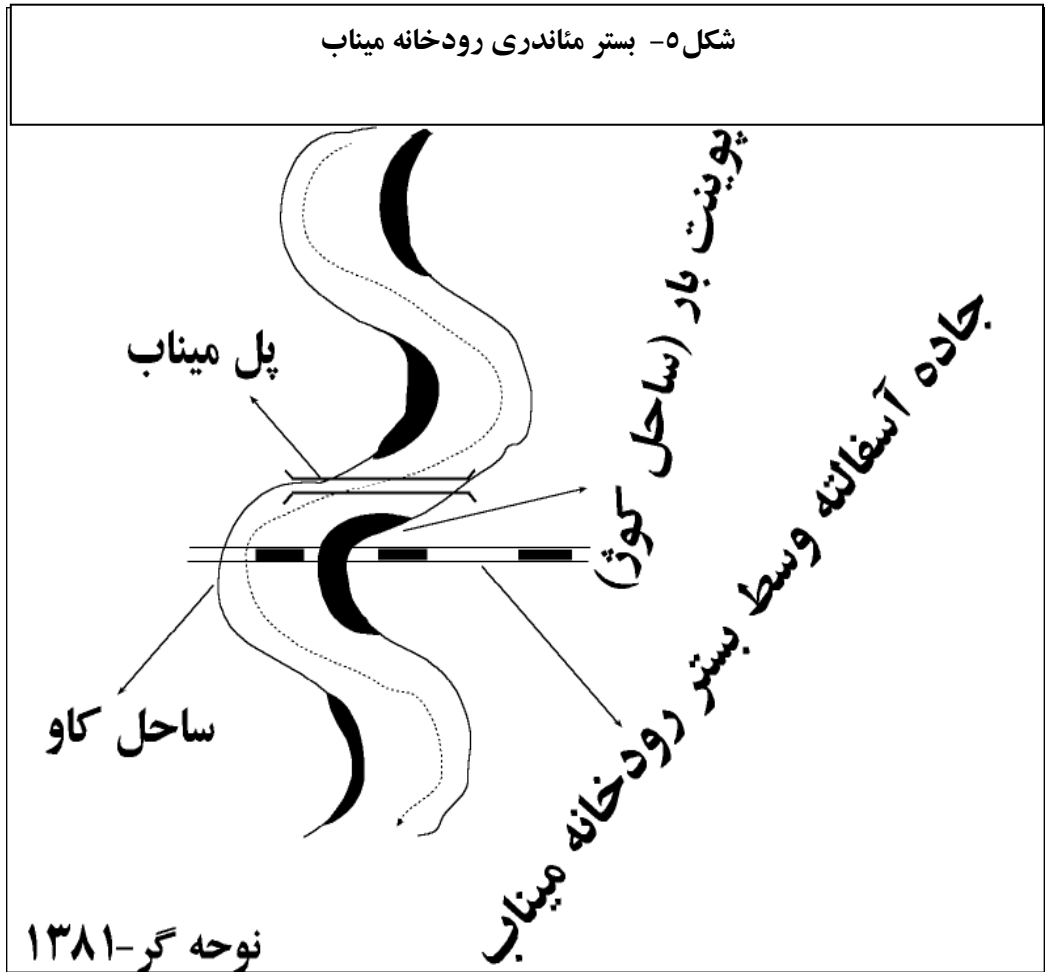
منبع: آب منطقه ای هرمزگان - بخش آهای زیرزمینی

شکل ۴ - مشخصات یک حلقه مناندر



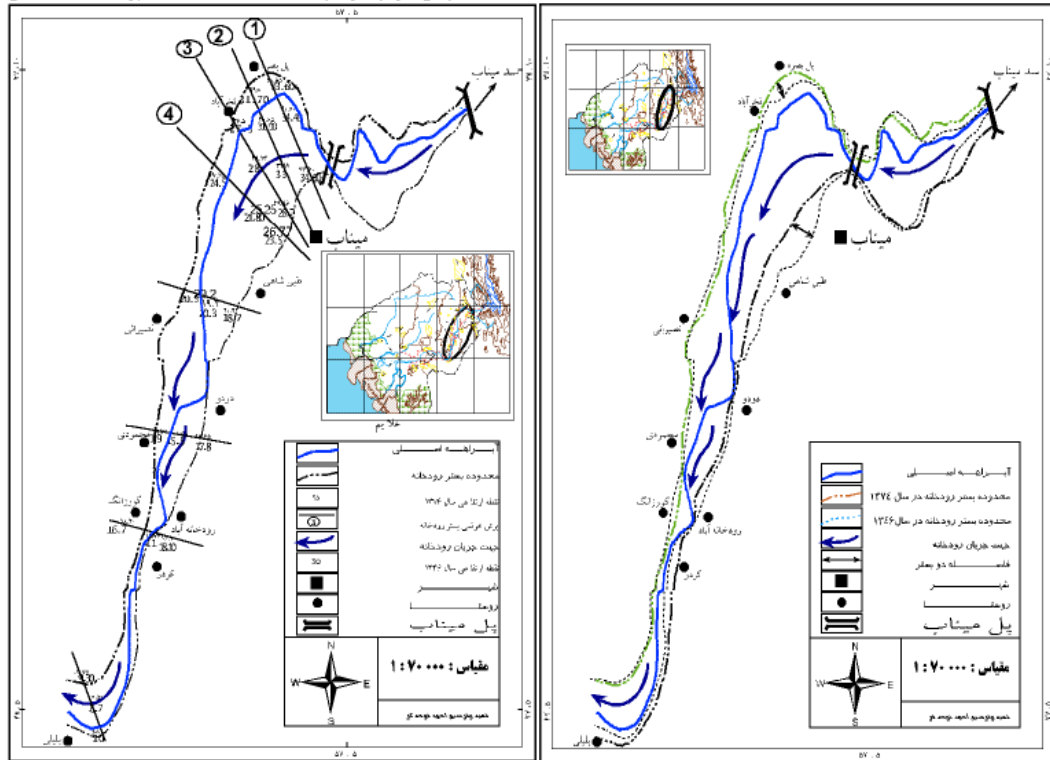


شکل ۵- بستر ماندری رودخانه میناب

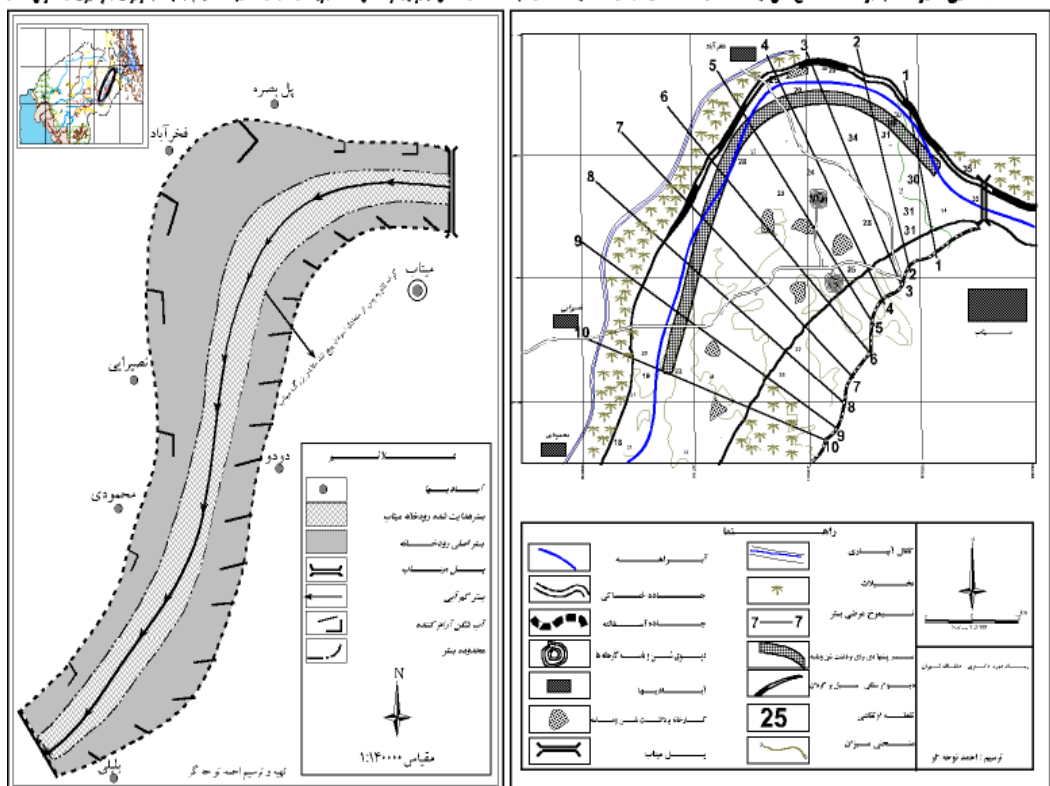


نوحه گر-۱۳۸۱

نقشه شماره ۶: جانمایی مسیر مناسب برداشت مصالح شن و ماسه و موقعیت مناطق عرضی در رودخانه میناب نقشه اندازه کمال باقی و بر متعاد کننده جریان از گذاره راست رودخانه میناب به وسط بستر بای جلوگیری از گسترش بلایند



نقشه شماره ۶: جانمایی مسیر مناسب برداشت مصالح شن و ماسه و موقعیت مناطق عرضی در رودخانه میناب نقشه اندازه کمال باقی و بر متعاد کننده جریان از گذاره راست رودخانه میناب به وسط بستر بای جلوگیری از گسترش بلایند



## منابع و مأخذ:

- ۱- آریان پور، حمیدرضا (۱۳۷۵)، بررسی فنی و اجرایی روشهای تثبیت سواحل رودخانه ها، سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران، بهمن.
- ۲- آل یاسین، احمد (اردیبهشت ۱۳۷۹)، راهبرد مدیریت رودخانه، مجله آب و محیط زیست، شماره ۳۹
- ۳- احمري، حبيب، بررسی اثرات برداشت مصالح بر شکل بستر و رژیم رودخانه، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف.
- ۴- بهادری، فیروز، اصول و مبانی برداشت شن و ماسه از رودخانه، دفتر مهندسی رودخانه و سواحل و کنترل سیلاب وزارت نیرو.
- ۵- فیض نیا، سادات (۱۳۷۸)، سازندهای دوره کواترنر، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۶- ثروتی، محمدرضا (۱۳۶۷)، ژئومرفولوژی دشتهای منطقه کاشمر، مجله منابع طبیعی شماره ۴۲.
- ۷- رفاهی، حسینقلی (۱۳۷۵)، فرسایش آبی و کنترل، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۸- محمودی، فرج اله، تحول ناهمواریها در کواترنر، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۲۳ موسسه جغرافیای دانشگاه تهران.
- ۹- مهندسین مشاور لار (۱۳۷۴)، گزارش فنی، طرح کنترل سیلاب و ساماندهی، رودخانه میناب.
- ۱۰- نوحه گر، احمد (تابستان ۱۳۸۲)، ژئومرفولوژی رودخانه میناب و مدیریت آن، رساله دکتری، دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران.
- 11- Andrzej Racchoki 'alluvial fan' JOHN WILY year?
- 12- Discussion of channel migration and incision on the Beatton River' Beatty. D.A. 1984.
- 13- Meandering River Channels 'colorado WaTER RESOURCES' 2003.
- 14- River Channel Restoration
- 15- River Flow 2002-International Conference on Fluvial Hydraulics