جغرافیـــا و برنامـــه‌ریـــزی محیطـــی
سال ۲۶، پیـاپی ۵۸، شـماره ۲، تابسـتان ۱۳۹٤

بررسی تغییرات زمانی کانال فعال در مسیرهای پیچان‌دار با استفاده از روش‌های تجربی و با استناد به لایه‌بندی رسوبات کناری، مطالعه موردی: مسیر پیچان‌دار آجی چای

مـریم بیـاتی خطیبـی: دانشـــیار ژئومورفولـــوژی، دانشـــگاه تبریـــز، تبریـــز، ایـــران*

وصـول: ۱۳۹۱/۲/۱۷ پـذیرش: ۱۳۹۲/۵/۲، صص ٦٦-٤۹

چکیده

تغییرات ژئومورفولوژیکی درمسیرهای پیچان دارنسبت به سایرالگوهای جریان بسیارسـریع ترصـورت مـی‌گیـرد. تمـامی تغییراتی که درطول وعرض دشت‌های سیلابی درطی زمان ودراثرجابجایی قوس خمیدگی‌های مسیررخ می‌دهد،در نحوه لایه بندی ودراندازه رسوبات کناری منعکس می‌گردد. با علم براین که چه تغییراتی به چه نحوی درلایه بندی ودراندازه رسـوبات تراس‌های کناری منعکس می‌شود،می توان درمورد نحوه وقوع تغییرات درمسیرجریان درطی زمـان اظهـار نظرنمودودرمـورد تغییرات احتمالی بعدی پیش بینی‌هایی راانجام داد. باتوجه به وقوع تغییرات زیاددرمسیررودخانه آجی چای،دراین مقاله سعی شده است،نحوه تغییرات درمسیرجریان این رودخانه درطی زمان مورد بررسی قرارگیرد. رودخانه آجی چای(واقع درموقعیت جغرافیایی از '۵۸ ° ۳۷ تا '۰۷ ° ۳۸ عرض شمالی و' ۱۵° ٤٦ تا' ٤٥° ٤۷ طول شرقی)درطول مسیرخوددارای خمیدگی‌هـای زیادی است که جابجایی قوس این خمیدگی‌ها،به طرف راست ویا چپ محوراصلی جریـان،چهره دشـت سـیلابی رادرطـول زمـان تغییـرداده اسـت. دراین مقالـه،برای بررسـی نحـوه و میـزان تغییـرات زمـانی کانـال فعـال درطـول وعـرض دشـت سیلابی،ازروش‌هـای تجربـی ومیـدانی بهـره گیـری شـده اسـت. بـرای بررسـی تغییـرات شـعاع قـوس خمیـدگی‌هـادرطی زمان،ازتصاویرماهواره ای وعکس‌های هوایی و برای بررسی میزان سینوزیته ازرابطه s استفاده شده است. برای بـرآورد میـزان فرسایش کناری از رابطه E وبرای برآوردزمان جابجایی‌ها از رابطه ΔT استفاده شده ودرادامه مطالعات، بـه نحـوه لایـه بنـدی رسوبات درتراس‌های رودخانه توجه شده است ودرنتیجه گیری‌ها،به اطلاعات حاصل ازچینه نگاری استناد شده است. نتـایج این بررسی‌ها نشان می‌دهد که اندازه شعاع قوس خمیدگی‌ها درطی زمان بطور قابل ملاحظه ای تغییریافته اسـت. ایـن نتـایج همچنین حاکی ازاین است که جابجایی کانال فعال دراطراف محورکانال درطول زمان بطورمکررصورت گرفتـه اسـت. طبـق نتایج حاصل ازاین بررسی‌ها،زمان جابجایی درتمامی طول کانال به یکسان نبوده و دربخش‌هایی ازمسیر،این زمان کوتاهتراز ۵ سال ودربخش‌های دیگراین زمان طولانی تربوده است. بررسی‌های لایه بندی تراس‌های کناری در مسیرآجی چـای همچنـین نشان می‌دهد که با هر جابجایی در قوس خمیدگی مسیر،اندازه ذرات و نحوه لایه بندی رسوبات کناری تغییر یافته است.

واژه‌های کلیدی: جابجایی کانال فعال، پیچان، سینوزیته، زمان جابجایی، لایه بندی رسوبات، رسوبات کناری، آجی چای

مقدمه

دشت‌های سیلابی دراثرجابجایی کانال فعال، متحمـل تغییرات قابل ملاحظـه ای در طـول زمـان مـی‌شـوند. تعریض دشـت‌هـای سـیلابی وایجـاد اشـکال کنـاری ومیانی دردشت‌های سیلابی وافزایش رسوبات حاصـل از فرسایش کناره‌های وپشته‌های میـانی دردشـت‌هـای

*نویسنده مسؤول: E-mail: m_bayati@tabrizu.ac.ir

سیلابی،ازنتایج این جابجایی‌ها محسوب می‌شوند. نتایج وقوع تمای تغییرات درطول وعرض دشت‌های سیلابی درطی زمان، درنحوه لایه بندی رسوبات کناری منعکس می‌گرددکه می‌توان باعلم براین که چه تغییراتی به چه نحوی درلایه بندی تراس‌ها منعکس می‌شودوداثر وقوع جابجایی‌هادر مسیر،دراندازه ذرات تشکیل دهنده رسوبات چه تغییراتی رخ می‌دهد،در مورد نحوه وقوع تغییرات درگذشته اظهارنظرنمود ودر مورد تغییرات احتمالی بعدی نیزپیش بینی‌هایی را انجام داد. وقوع جابجایی‌ها درمسیر رودخانه‌های پیچان داربسیار سریع است و تاسیسات کناری و سدهای احداثی درمسیر چنین رودخانه‌هایی می‌توانند در اثراین جابجایی‌ها، متحمل خسارات سنگینی گردد. لذا برای درک رفتار رودخانه‌ها، به منظور اتخاذ تدابیراصولی ومتناسب باویژگی‌های محلی،باید نحوه تغییرات زمانی در بستر جریان رودخانه مورد مطالعه قرارگیرد.

با توجه به اهمیت وقوع تغییرات در مسیرجریان رودخانه‌ها ودر پهنه وطول دشت‌های سیلابی،محققین مختلف ازابعاد متفاوت این تغییرات را مورد مطالعه قرارداده اند. بعضی ازمحققین با توجه به تغییرات در اندازه ذرات رسوبی، تفسیرهایی را درمورد وقوع تغییرات درمسیرجریان رودخانه‌ها ارائه داده اند. در این مورد می‌توان به تحقیقات پیرمزوهمکاران (Pirmez et al,2007)و ویزراس وهمکاران (Viseras et al. ,2006)اشاره نمودکه این محققین، نحوه ومیزان وقوع تغییرات درمسیرهای پیچان دار را دراندازه ونحوه دانه بندی رسوبات جستجو کرده اند. جابجایی کانال فعال ونوع الگوی جریان نیزدراندازه ذرات منعکس می‌گردد. محققینی مانند بلک وهمکاران (Black etal. ,2010)،مارن(Maren,2007) وداد(Dade,2000) وهاجک و ولینسکی(Hajek and Wolinsky,2012)ازجمله محققینی هستند که با توجه به تغییرات در ذرات رسوبات رودخانه ای به وقوع تغییرات درمسیرجریان پی برده اند.

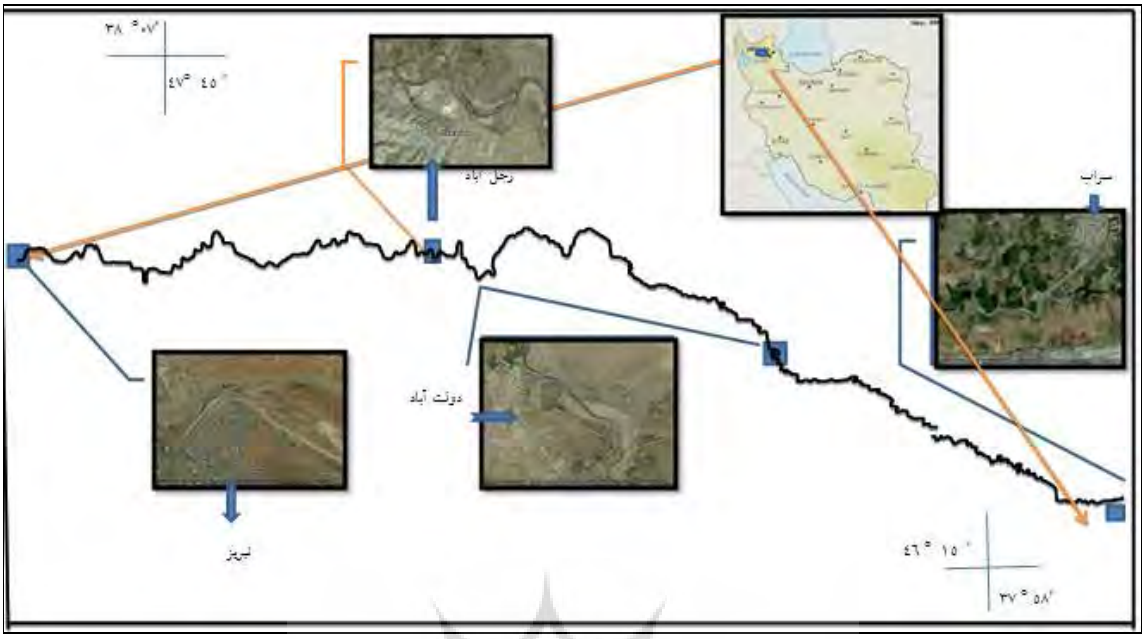
بررسی جابجایی کانال فعال درطی زمان و تغییراتی که در پهنه دشت سیلابی در گذشته صورت می‌گیرد، در مسیر رودخانه‌های پیچان داربه لحاظ سرعت وقوع تغییرات،ازاهمیت زیادی برخورداراست. بروکس (Brooks,2003)و بوشروهمکاران(Boucher et al. 2006,)و ادی(Addy,2011)جابجایی کانال فعال در بخش‌هایی ازکانادا در دوره هلوسن واندسون و همکاران(Anderson et al. ,2011)،بنیتو وهمکاران (Benito et al. ,2003)و اتینه وهمکاران (Etinne et al. ,2006)اثرات سیلاب‌های گذشته در تغییرات مسیر جریان رودخانه‌های پیچان دار را مورد بررسی قرار داده اند. چینه نگاری درنهشته‌های کناری از روش‌های معتبر دربررسی وقوع تغییرات در مسیررودخانه‌های پیچان دار محسوب می‌شود. بیشتر محققین برای درک درست نحوه تغییرات گذشته در مسیرهای خمیده به نتایج حاصل از چینه نگاری استنادمی کنند. اسپنسر و همکاران (Spenceretal. ,2008)،گارسیاوهمکاران (Garcia etal. ,2011)،سیلویا(Sylvia,2006)وگوش وهمکاران (Ghosh et al. ,2006)ازجمله این محققین محسوب می‌شود. این محققین با استفاده از روش چینه نگاری در بررسی تغییرات مسیر جریان رودخانه‌ها به نتایج ارزنده ای دست یافته اند. محققان داخلی نیزاخیرا به تغییرات درمسیر رودخانه‌های پیچان دارتوجه ویژه ای مبذول نموده اند و تحقیقات ارزنده ای دراین زمینه انجام داده اند(بیاتی خطیبی،

۱۳۹۰؛ نوحه گرو یمانی، ۱۳۸٤و ۱۳۸۹ ؛حسین آبادی وبجستان، ۱۳۸۸؛محمودی وهمکاران، ۱۳۸۷وجابرزاده وهمکاران (۱۳۷۸)که نتایج به دست آمده ارائه ویژگی‌های مکانی و درعین حال کلی مسیرهای پیچان دار هستند.

مسیررودخانه آجی چای(درطول مسافت جریان طولانی خود)دارای پیچش‌های زیادی است که هر قوس ایجاد شده درمسیرآن،انرژی کافی برای ایجادتغییرات سریع درمسیرآن پدیدمی آورد. اشکال ژئومورفولوژیکی زیادی دراثرجابجایی‌های سریع درعرض و طول دشت‌های سیلابی آن ایجادمی شود و در طول زمان، مکان وشکل آنها عوض می‌شود. تراس‌های کناری این رودخانه دراثر برش‌های کناری، لایه بندی آنها نمایان شده است که می‌توان با استنادبه نحوه آرایش ودانه بندی رسوبات، در مورد نحوه تغییرات دردشت‌های سیلابی آجی چای در طی زمان اظهارنظرنمود. دراین مقاله سعی براین است که ضمن بررسی تغییرات مسیر،نحوه چینه بندی تراس‌ها درمسیرهای پیچان دار،مطالعه و با استناد به تراس‌های کناری آجی چای، در مورد جابجایی قوس بخش‌های خمیده مسیر نتیجه گیری نمود.

-محدوده مورد مطالعه

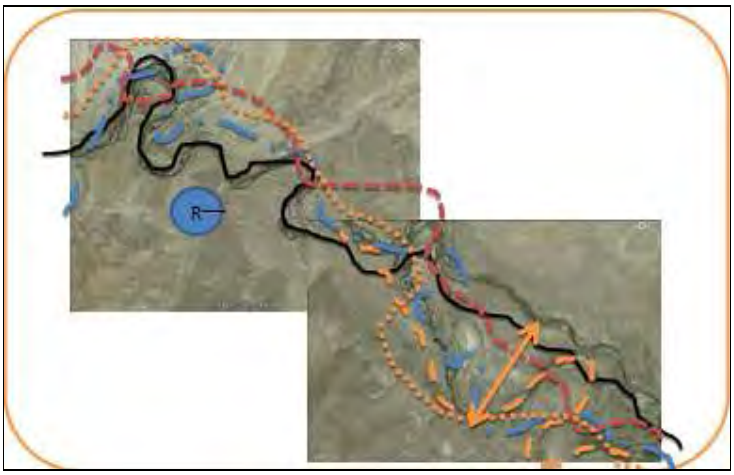
محدوده مورد بررسی دراین مقاله،بخشی ازمسیرآجی چای است که درشمالغرب ایران ودر موقعیت جغرافیایی از '۰۷ ° ۳۸ تا '۵۸°۳۷ عرض شمالی و' ۱۵ ° ٤٦ تا ' ٤٥ °٤۷ طول شرقی واقع شده است(شکل ۱). شاخاب‌های متعددی ازارتفاعات اطراف سرچشمه می‌گیرندکه در نهایت با اتصال بهم دیگر،رودخانه اصلی آجی چای را تشکیل می‌دهند. سرشاخه اصلی این رودخانه ازدامنه جنوبی سبلان و از ارتفاعات ۳۸۰۰ متری سرچشمه می‌گیرد. درابتدا این شاخاب‌ها با اتصال به شاخاب‌های دیگر،شاخاب اصلی بیوک چای را تشکیل می‌دهند. شاخاب دیگری که به بیوک چای ودرنهایت به رودخانه آجی چای متصل می‌شود، آغمیون چای است که از ارتفاعات ۳۸۰۰ متری سرچشمه می‌گیرند و پس ازگذرازاطراف روستاهای صومعه زرین وآغمیوین در نزدیکی آبادی قرادالاغ به بیوک چای متصل می‌شود. دو شاخه رازلیق و پسلار بعد ازاتصال بهم درکنار جاده سراب –اردبیل و پس ازآن رودخانه تاجیاردر بالادست روستای اندرآب به جریانات مزبورپیوسته وآجی چای را تشکیل می‌دهند. رودخانه وانق که از ارتفاعات شمالی بزقوش سرچشمه می‌گیرد،درمسیر به رودخانه آجی چای متصل می‌گردد. در نزدیکی سراب رودخانه آجی چای شاخاب‌های فرعی زیادی رادریافت می‌کند ودر طی مسیردرپایین دست شهر مهربان با شاخه مهم کیچیک چای متصل می‌گردد ودرطول مسیر خود با شاخه مهم دیگری یعنی اوجان که ازدامنه‌های سهند سرچشمه می‌گیرد،برخوردمی کند. با اتصال شاخاب‌های متعدد به رودخانه اصلی،مقداردبی آن افزایش می‌یابد. رودخانه پاژچای،رودخانه نهند،رودخانه سعیدآباد،رودخانه گمناب چای ازرودخانه‌های دیگری هستند که درمسیر به رودخانه آجی چای متصل می‌گردند. این رودخانه بالغ بر ۰. ۵ میلیارد متر مکعب حجم متوسط جریان سالانه داردودر مسیر آن خمیدگی‌های زیادی تشکیل شده است.



شکل ۱: محدوده مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

دراین مقاله، برای بررسی تغییرات مسیر پرپیچ وخم دار رودخانه آجی چای و پیگیری تغییرات زمانی در لایه بندی رسوبات کناری،ابتداسعی شده است تغییرات مکانی وتغییرات درخمیدگی مسیردرطی زمان،با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره ای،با استنادبه داغ آب‌های برجای مانده ترسیم واندازه گیری‌های لازم صورت گیرد(شکل۲)وبا استفاده ازداده‌های اولیه،میزان سینوزیته مسیرجریان با بکارگیری رابطه سینوزیته محاسبه شود. برای بررسی جابجایی‌ها،شعاع قوس خمیدگی‌ها درمسیر جریان(R)وهمچنین پهنای(W)مسیراندازه گیری (شکل ۲)شده وبا استفاده ازمقادیربه دست آمده، نسبت دو پارامتر(R/W)برای انجام نتیجه گیری در مورد توان جابجای مسیر در طی زمان،ودرنهایت قضاوت درمورد تناسب لایه بندی رسوبات کناری با این جابجایی‌ها، به دست آمده است.



شکل(۲)تغییرات میزان سینوزیته وجابجایی در مسیر جریان آجی چای درطی زمان در بخش‌های میانی مسیر و اندازه گیری شعاع خمیدگی‌های مسیر

جابجایی مسیرکانال فعال از روی عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره ای تثبیت واندازه گیری‌ها بر روی آن صورت گرفته است(شکل۳). برای بررسی زمان جابجایی که سرعت جابجایی را نشان می‌دهد، از رابطه زیر استفاده شده است. رابطه (۱) $\Delta t=W/V$

در رابطه (۱)،Δt=زمان جابجایی به متر در سال، W =پهنای کمربند کانال پیچان به متر وV =میزان جابجایی به متر

دراین مقاله سعی شده است فرسایش کناری که حاصل جابجایی پیچان‌ها دردشت سیلابی است نیز بررسی و برآورد گردد. برای برآورد فرسایش کناری حاصل از جابجایی بخش قوس خمیدگی از رابطه زیر استفاده شده است:

رابطه (۲) $E=0.016Q^{0.60}{}_{1.58}$

در این رابطه، E میزان فرسایش و Q دبی است

برای پیگیری تغییرات مسیردر پهنه دشت سیلابی وانعکاس آن درتراس‌های کناری، چینه بندی رسوبات مورد بررسی قرارگرفته است و برای بررسی درصد دانه بندی خاک‌های مسیر جریان آجی چای، نمونه‌هایی از سازندهای سطحی مسیر ونقاط نزدیک به مسیر، برداشت شده است.

-بحث و نتایج

تمای تغییرات رخ داده درالگوی جریان در طی زمان و به تبع آن تغییر در ویژگی‌های فرسایشی آن درپهنه دشت سیلابی، درنحوه لایه بندی تراس‌های کناری قابل پیگیری است. برای پیگیری این تغییرات درتراس‌های کناری واقع دردشت سیلابی، لازم است ابتدا ویژگی‌های مسیر جریان وپتانسیل تغییرات مورد بررسی قرارگیرد. دراین مقاله سعی شده است با استفاده ازعکس‌های هوایی وبا استناد به نتایج حاصل از بکارگیری روابط، ویژگی‌های مسیر پرپیچ وخم آجی چای مورد بررسی قرارگیرد.

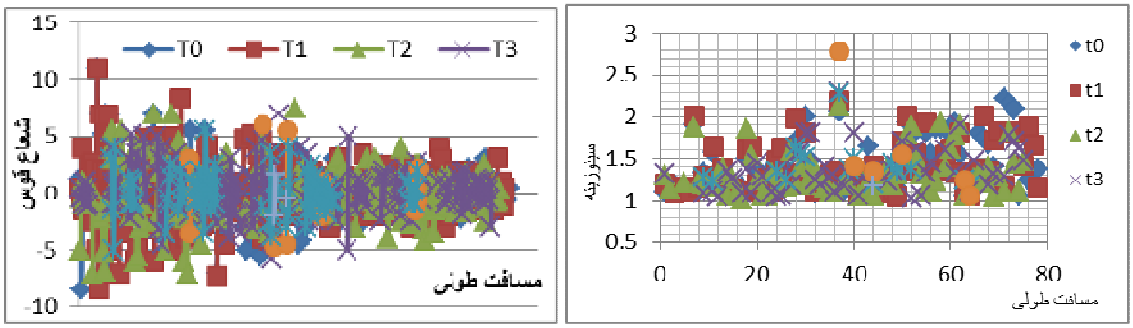
۱-بررسی تغییرات زمانی در میزان سینوزیته و شعاع خمیدگی‌ها در مسیر جریان آجی چای

تغییرات دردشت‌های سیلابی باحضورپیچ وخم‌های متعددرمسیر جریان رودخانه‌هاوجابجایی مکانی

خمیدگی‌ها درمحل کانال فعال صورت می‌گیرد. بنابراین،برای درک تغییرات دردشت‌های سیلابی وانعکاس این تغییرات درنحوه لایه بندی تراس‌ها،ابتدا باید تغییرات درمیزان سینوزیته وشعاع قوس خمیدگی‌ها ودر نهایت جابجایی عرضی کانال فعال درطی زمان تثبیت شود(شکل٤). به همین دلیل،دراین مطالعه،ابتدا تغییرات سینوزیته مسیرجریان آجی چای درطی زمان مورد بررسی قرارگرفته است. نتایج این بررسی‌هاحاکی ازاین است که تغییرات درمیزان سینوزیته،درطی زمان درطول قطعات انتخابی مسیرموردمطالعه بسیارقابل ملاحظه است(شکل٤). بررسی نمودارهای ترسیمی همچنین نشان دهنده این است که میزان این تغییرات درکلیه قطعات مسیربه یکسان صورت نگرفته است. مسیرجریان رودخانه نیزدرطی زمان تغییریافته است(شکل۳). بررسی مسیرجریان آجی چای نشان می‌دهدکه دربیشترموارد،تغییرات درویژگی‌های هیدرولوژیکی ودرنتیجه تغییرات درمیزان سینوزیته،علت اصلی جابجایی رودخانه درمسیرجریان ودرنهایت گسترش بستردشت سیلابی است. با عنایت به نتایج حاصل ازبررسی تصاویرماهواری وعکس‌های هوایی وانتقال داده‌های حاصل ازاندازه گیری‌ها و محاسبات سینوزیته درطول زمان و با توجه به شکل(۳و٤)می توان چنین نتیجه گیری نمودکه میزان سینوزیته که عامل اصلی جابجایی مسیردرعرض دشت سیلابی است،درطی زمان در نزدیکی سراب افزایش یافته و برعکس،از میزان جابجایی در نزدیکی تبریزکاسته شده است.

برای بررسی جابجایی مسیر- که تغییردهنده نحوه چینه بندی تراس‌های کناری است-لازم است عامل تحرک بخشی به تغییرات درمسیرمورد مطالعه قرارگیرد. ایجاد قوس درمسیرجریان، انرژی لازم برای تغییرات مسیرفراهم می‌سازدکه باانداره گیری شعاع قوس خمیدگی‌هااین عامل قابل بررسی است. بررسی شکل(۵)نشان می‌دهدکه اندازه شعاع قوس‌های پیچان‌های تشکیل شده درطول مسیرطولانی آجی چای بسیار متفاوت است و این تغییرات ازویژگی‌های بسترجریان متاثر می‌باشد. نتایج بررسی قوس‌ها از روی تصاویر ماهواره ای وعکس‌های هوایی نشان می‌دهدکه دربخش‌هایی که اندازه شعاع پیچان‌های آجی چای کوچک شده، برقدرت فرسایشی رودخانه افزوده شده است. درطی زمان تغییرات دراندازه شعاع قوس‌هامتفاوت است. شایان ذکراست که هرچه شعاع قوس خمیدگی‌ها کوچک ترباشد،پیچان دارای انرژی بیشتری برای فرسایش ودرنتیجه جابجایی سریع ترداردند. بنابراین می‌توان گفت که درنزدیکی سراب،شعاع قوس خمیدگی‌هاکوچک تر است.

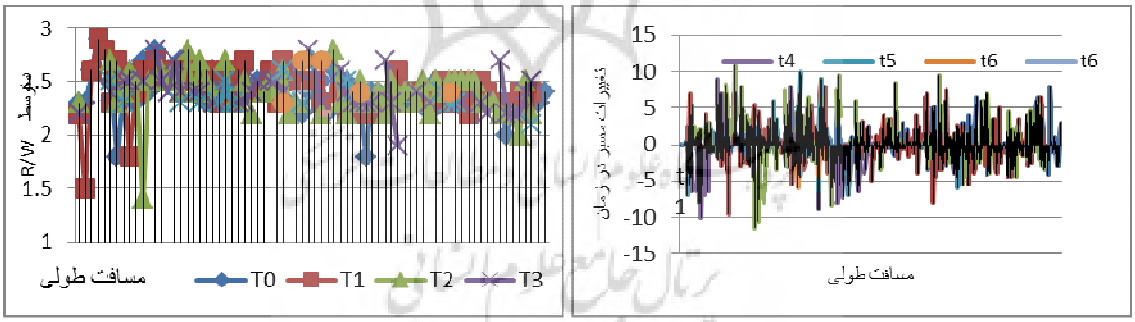
بررسی مسیرجریان فعلی ومقایسه آن باآخرین تغییرات مسیر(زمان t0,t1)نشان می‌دهد(شکل۵)که تغییرات دربسترو جابجایی درکانال فعال،ازتبریزتا نزدیکی خواجه زیاد نبوده است. این درحالی است که درنزدیکی سراب، بخشایش و مهربان این جابجایی در طول زمان به مراتب بیشتر بوده است. اگرتغییرات سینوزیته مسیر جریان نیز در این بررسی‌ها دخیل داده شودوبه ازدیاد میزان سینوزیته در بخش یادشده نسبت به سایرقسمت‌ها در طول زمان توجه شود(شکل۵)،تعمق در ازدیاد تغییرات در قسمت یاد شده اجتناب ناپذیر خواهد بود.



شکل(۳)تغییرات میزان سینوزیته وشعاع قوس درطی زمان و دربخش‌های مختلف مسیرآجی چای(از سراب تا تبریز)

جابجایی کانال فعال درطول دشت سیلابی درطی زمان،متفاوت بوده است. درنزدیکی فرودگاه تبریز(شکل٦)میزان انحراف مسیرازخط محورکم بوده اما درجهت بالادست ودرمسافت کمی دورترازتبریزودر نزدیکی نهند،میزان این جابجائی‌هاتاحدی افزایش می‌یابدوباقرارگیری مسیردربین ناهمواری ودرنتیجه عدم فرصت برای جابجائی بیشتر،تعدادقوس هاافزایش،امامیزان فاصله گیری مسیرازمحوراصلی کاهش می‌یابد(شکل٦).

درقسمت میانی مسیر(ازسراب تاتبریز)فاصله گیری ازمحوردرطی زمان افزایش می‌یابدکه گاه میزان جابجایی درزمان‌های مختلف همدیگررا تعقیب وگاه این امرتحقق نمی یابد. درنزدیکی شهرمهربان، فاصله گیری کانال فعال ازمحور اصلی ابتدا کاهش ودوباره افزایش می‌یابد(شکل٤). نسبت شعاع بر پهنا(R/W)درطول مسیر آجی چای در نزدیکی تبریز افزایش ودرطول مسیربه طرف سراب، میزان این نسبت کاهش می‌یابد(شکل٤).



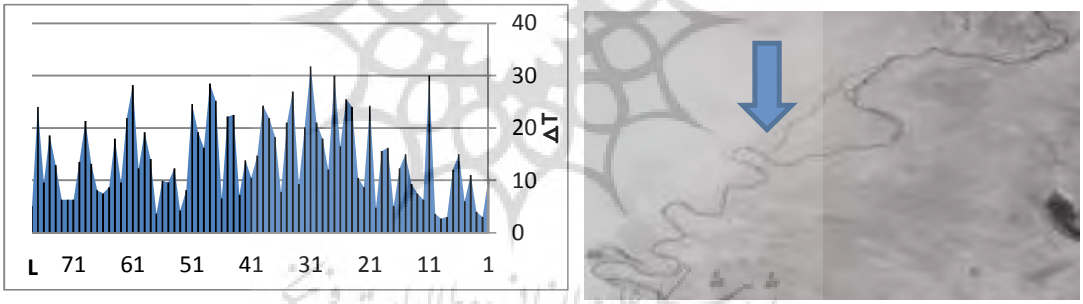
شکل(٤)تغییرات مسیردرطرفین محوراصلی کانال فعال ومتوسط نسبت شعاع بر پهنا(R/W)درطول مسیردرطی زمان

اگرتغییردرمکان جابجایی مسیردرکل طول جریان(ازسراب تا تبریز)درطی زمان موردبررسی قرارگیرد،می توان درموردجابجایی کانال فعال درکل مسیرجریان آجی چای قضاوت نمود. نتایج بررسی‌هادرموردتغییرات درکل مسیرآجی چای حاکی ازاین است که در بیشتربخش‌های آجی چای میزان این تغییرات زیاد بوده که این امردر واقع به منزله افزایش میزان فرسایش کناری وگسترش عرض دشت‌های سیلابی و برجای گذاری رسوبات میانی

وکناری و جابجایی پشته‌هـای میـانی در بسترسـیلابی است.

۲-بررسی زمان تغییرات در مسیر کانال فعال آجـی چای

بررســـی میـــزان و زمـــان جابجـــایی قـــوس خمیدگی‌هادرعرض دشت سیلابی ازنظربررسی میـزان ونحوه فرسایش کناری وهمچنین ازنظرنحوه جابجایی پشته‌های میـانی ازاهمیـت زیـادی برخورداراسـت. بـا توجه به این کـه در مسـیرهای پیچـان دارانـرژی لازم برای جابجایی‌های سریع همواره وجود دارد،می تـوان با استفاده ازپارامترهای خودپیچان‌هـا زمـان لازم بـرای جابجایی کامل مسیرجریان ازیک کناره به کناره دیگررا برآورد نمـود. دراین مقالـه بـه لحـاظ در نظرگـرفتن مـواردی کـه گفتـه شـد،زمان جابجـایی کانـال فعـال درمسیرجریان آجی چای محاسبه ونتایج محاسبات بـه صورت نمودارنمایش داده شده است(شکل۵). بررسی اطلاعات نمایشی درشکل(۵)حـاکی ازایـن اسـت کـه درمسیر نزدیک به تبریز(قطعه ۲و۳ درشکل۵)ونزدیک سراب (قطعـه ۵۷ و٥٤ و. . .)زمـان جابجـایی کوتـاه ودربخـش‌هـای میـانی ایـن زمـان طـولانی تراسـت. درمحدوده نزدیکی به تبریز،بـه لحـاظ محـدود بـودن دشت سیلابی دربین همواری، کانال فعال زمان زیـادی بـــرای تمـــاس بـــا دوکنـــاره مقابـــل صـــرف نمـــی کند،بتابراین،دراین محدوده، کنـاره‌هـا بیشـتر و سـریع تـــردر معـــرض فرســـایش کنـــاری قرارمـــی گیرنـــد. درمحـــدوده‌هـــای میـــانی ونزدیـــک ســـراب بـــه لحـــاظ گستردگی دشت سیلابی، زمان رسیدن کانال فعـال بـه کناره‌های مقابل طولانی است.



شکل(۵)تفاوت دراندازه شعاع قوس خمیدگی‌ها دربخش‌های مختلف مسیرجریان آجی چای وزمان جابجایی قوس‌ها در مسیر

۳-فرسایش کناری درطول مسیر جریـان رودخانـه آجی چای

زمانی که قـوس خمیـدگی مسـیرجریان باکنـاره‌هـای بسترتماس می‌یابد،فرسایش کنـاری شـروع مـی‌شـود. فرسایش کناری که با افزایش میزان رسـوبات درطـول جریان همراه است،از مشکلات عمده ناشی ازتشـکیل خمیدگی درمسیر جریان رودخانـه‌هاوازعوامـل زمینـه سازبرای جابجایی مسـیر جریـان‌هـا آنهـا و همچنـین ازعلل اصـلی تلـف شـدن خـاک و تهدیـد تاسیسـات انسـانی مسـتقر درکنـاره‌هـای رودخانـه‌هـا محسـوب می‌شود. محاسبه و برآورد میزان فرسـایش کنـاری، بـا توجه به تغییرات درویژگی‌های مسیر جریان رودخانـه بسیاردشواراست. بررسـی جـدول ۱نشـان مـی‌دهدکـه درچهارایســـتگاه موردبررسی،فرســـایش کنـــاری

بسیارمتفاوت است. نتایج این بررسی‌ها همچنین حاکی ازاین است که درایستگاه نهند(نزدیک تبریز)علی رغم بالا بودن دبی،میزان فرسایش کناری چندان قابل ملاحظه نیست. عکس حالت مذکوردرایستگاه سعیدآبادرخ داده است. درایستگاه ونیارمیزان فرسایش مورد محاسبه و رسوب حاصل ازآن درمقایسه بادبی ثبت شده قابل ملاحظه است. شرایط تا حدی مشابهی درایستگاه خواجه نیزمشاهده می‌شود.

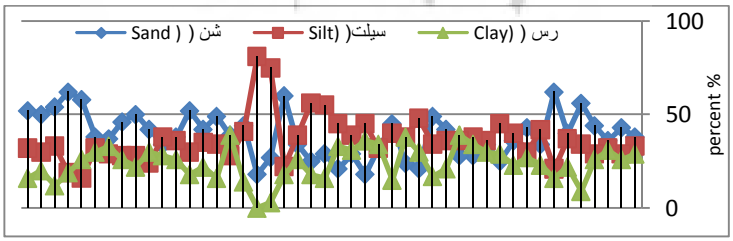
جدول(۱) میزان فرسایش کناری در سال درچهار ایستگاه نهند، سعیدآباد، خواجه و ونیار

نام ایستگاه	رابطه	R2	T	$Q_{1.58}$	$Q^{0.60}$	BE(m/y)
نهند	Q=3. 5615T+22. 669	۰. ۵۲۲	۵۸	۵۹۷ .۲۲۶۵	۸۸٤ .۲۵	٤١٤ .۰
سعید آباد	Q=1. 036T-0. 4899	۰. ۸۹۲	۵۸	۰۳ .٦۰	٦٦۸ .۱۱	۱۸٦ .۰
خواجه	Q=5. 1788T+0. 471	۰. ۸۳۷	۵۸	۸٤ .۳۰۰	٦۹ .۳۰	٤۹۱ .۰
ونیار	Q=269. 75T-188. 06	۰. ۹٤۹	۵۸	٤۹ .۱۵٤۵۷	۱۹۹ .۳۲٦	۲۱۹ .۵

دربین ایستگاه‌های مورد بررسی،طبق داده‌های ایستگاه ونیار،کناره‌های بسترآجی چای دراثر مئاندرهای ایجاد شده می‌توانندتا بیش از۵ متردرسال متحمل فرسایش کناری گردد. فرسایش کناری درنزدیکی خواجه به نزدیکی نیم متردرسال می‌رسدوازاین نظردررده دوم قرارمیگیرد(جدول۰،۱. ٤۹۱). درمحدوده سعیدآباددرمقایسه باسایرنواحی فرسایش کناری کمتراست(جدول۰،۱۳۲،۱. ۱۸٦). بررسی رابطه دبی و فرسایش کناری مشخص می‌گرددکه رابطه بین فرسایش ودبی چندان قوی نیست.

٤-چینه بندی و بررسی فرسایش کناری در رابطه با نوع و بافت خاک

نوع ونحوه چینه بندی تراس‌های کناری و شدت وسرعت فرسایش کناری مسیر جریان رودخانه‌های پیچان دار با نوع وبافت خاک‌های مسیردررابطه است. بررسی خاک‌هاویاسازندهای سطحی مسیرآجی چای نشان می‌دهدکه اغلب سازندها دارای بافت سنگین تا متوسط هستند. دربعضی ازقسمت‌ها،خاک‌ها دارای مقدارزیادی ذرات سخت شده آهک و مقدار زیادی رس وکمی هم سنگریزه هستند.



شکل(٦)درصد سیلت، رس و شن در لایه سطحی خاک(مسیر نمونه برداری از سراب "سمت راست "به طرف تبریز"سمت چپ"نمودار)

نمونه برداری ازخاک‌های مسیرآجی چای ومحدوده‌های نزدیک به مسیرحاکی ازاین است که اغلب خاک‌های منطقه دارای مقدارزیادرس هستند. دربعضی ازبخش‌های مسیر،میزان ودرصدشن نیمرخ‌های خاک(بخش سراب و نزدیکی تبریز،در شکل٦)افزایش می‌یابد ودربخش‌های میانی درصد سیلت بطورقابل ملاحظه ای افزایش می‌یابد (شکل٦). دربخش‌هایی که میزان سیلت ورس افزایش می‌یابد،بر شدت فرسایش کناری می‌تواند افزوده شود. افزایش درصدهریک ازدانه بندی(سیلت،رس وشن)درچینه بندی بخش‌های پایینی مسیربه نحوی منعکس می‌گردد.

۵-بررسی تغییر درمیزان ومکان خمیدگی مسیرآجی چای با استناد به نحوه لایه بندی رسوبات کناری و اشکال میانی مسیر

درمسیر رودخانه‌های پیچان دار، هر تغییر رفتار در رودخانه، در رسوبات کناری،میانی ونحوه سایش کناری و میانی(بطورخلاصه درنحوه رسوب گذاری و فرسایش)ودرنهایت درنحوه لایه بندی تراس‌های کناری منعکس می‌شود. با این علم سعی شده است،لایه بندی رسوبات تراس‌های کناری درطول مسیرآجی چای موردمطالعه قرارگیرد. با بررسی‌های میدانی که درتمامی بخش‌های مسیرآجی چای(ازسراب تاتبریز)صورت گرفت،مشخص گردیدکه نحوه رسوبگذاری دربخش‌های میانی ویاکناری رودخانه آجی چای نسبت به ویژگی‌های مکانی وخودرودخانه(دریک مکان ویژه)درطول زمان متفاوت بوده است. بررسی اشکال فعلی مسیرحاضرنشان می‌دهدکه تغییرات مکانی قوس خمیدگی‌هادرعرض وطول دشت سیلابی زیاد است. ایجادپشته‌های میانی ومحدوده مکانی پوینت بارهادر مسیراین رودخانه تاییدکننده پیچش زیاددرمسیراین رودخانه هستند. باتوجه به محدوده مکانی این اشکال،می توان گفت که،درمسیررودخانه آجی چای،فرایند تخریب وفرسایش کناری درقسمت مقعر پیچان و رسوبگذاری درطرف محدب آن(محدوده پوینت بار)صورت می‌گیردوباجابجایی مسیراین محدوده‌هانیزتغییرمی کنند(شکل ۱۱). جابجایی محدوده پوینت بارها درنحوه لایه بندی رسوبات انباشته شده وآرایش لایه‌ها در تراس‌های کناری قابل پیگیری است.

برای بررسی تغییرات مکانی خمیدگی‌های مسیرآجی چای درطی زمان وبا استنادبه لایه بندی تراس‌ها، ابتدا سعی شده درمسیرفعلی،اندازه ذرات رسوبات ونحوه پراکندگی ذرات بااندازه‌های متفاوت درچاله‌های میانی، در پوینت بارهاودرقسمت عمیق قوس خمیدگی(یعنی بخش فرسایش دهنده مسیرفعال)موردبررسی میدانی قرارگیرد. نتایج بررسی‌هادرطول مسیررودخانه مذکور نشان می‌دهدکه بطورکلی رسوبات رودخانه درمحدوده پیچان دارریزدانه داراست. درعمیق ترین قسمت رودخانه محل رسوب گذاری اندازه ذرات دانه درشت بوده واین ذرات درشت،رسوبات کف کانال دربخش قوس خمیدگی راتشکیل می‌دهند. رسوبات کف کانال(ذرات درشت دانه)دراین بخش ازرودخانه متشکل از موادحاصل ازتخریب دیواره وکف رودخانه بوده که ترکیبی ازگل وذرات دانه درشت هستندکه رودخانه آنهارابا خود آورده ودربخشی برجای گذاشته که قادربه حمل آنها نبوده است(شکل۷). محل برخوردذرات درشت وریزدربخش تحتانی این

رسوبات باطبقات زیرین به موادتخریبی برخورد می‌کند(شکل۷). توجه به نحوه این لایه بندی و علت آن، می‌تواند اطلاعاتی در مورد جابجایی کانال در طول زمان را نشان دهد. به علت اینکه مداوم عمل فرسایش درکف رودخانه وکناره‌هاصورت میگیردبنابراین باهرحرکت جانبی رودخانه،رسوبات پوینت باربر روی رسوبات کف کانال که ریزدانه ترهستند،برجای گذاشته می‌شود. بنابراین در قسمت تحتانی پوینت بار،رسوبات دانه درشت هستندوهرقدربه طرف قسمت فوقانی پوینت باربرویم، اندازه دانه‌هاکاهش می‌یابد. زیرابه تدریج ازعمق آب کاسته شده وانرژی کم می‌گردد وذرات دانه ریز رسوب می‌کنند(شکل۷). توجه به تغییرات دراندازه رسوبات در محدوده دشت سیلابی می‌تواند تفسیرتغییرات زمانی درمسیر قوس خمیدگی را با استناد به چینه تراس‌های کناری آسان تر سازد. دریک توالی عمودی،اندازه دانه‌هابطورتدریجی به طرف بالاکاهش می‌یابد(شکل۷)یعنی دربالاترین لایه، رسوبات متشکل ازذرات سیلت و رس قرارمی گیرد. لایه بندی در رسوبات مسیرخمیده آجی چای،به ترتیب ازپایین به بالا شامل:طبقه بندی مورب عدسی و مسطح با مقیاس بزرگ،طبقه بندی افقی ولامیناسیون مورب عدسی و مسطح می‌باشد. طبقه بندی مورب دراین چینه‌ها غالبا یک جهتی است که این خود موید جهت حرکت جریان آب در رودخانه می‌باشد. در مسیرآجی چای رسوبات دانه ریز قسمت فوقانی حاوی ترک‌های گلی وآثارریشه گیاهان هستند.

الف) ب)

شکل(۷)الف)اندازه ذرات رسوبات کناری دربخش‌های میانی رودخانه پیچان دارآجی چای وب)سوبات پوینت باردرکناره مسیرآجی چای

٦-اندازه ذارات رسوبات در پشته‌های رسوبی وچالاب‌های میانی ونحوه برجای گذاری آنها در مسیرآجی چای

دربررسی‌های میدانی صورت گرفته درمسیرجریان آجی چای،چالاب‌های متعددی درکنارمسیراصلی جریان شناسایی شده است که آنهارا به عنوان بخشی ازمسیرمی توان در نظرگرفت (شکل۸الف). نتایج بررسی‌های میدانی حاکی ازاین است که، این چلاب‌ها درسطح رسوبات قسمت‌های محدب پیچان آجی چای تشکیل گردیده اند. هنگامی که سطح آب رودخانه بالامی آیدقسمتی ازآن درون این فرو رفتگی‌های کوچک ریخته و ذرات دانه ریز معلق آب در محیط آرام دراین فرورفتگی‌ها رسوب می‌کند. در مسیرآجی چای این رسوبات بیشتر متشکل ازذرات

دراندازه ماسه ریز،سیلت و رس هستند. لایه بندی این رسوبات به شکل افقی است. در چینه بندی تراس‌های کناری آنهابه یک قطعه مجزا وبدون تداوم دیده می‌شوندکه دربررسی لایه بندی‌هابایدمد نظرقرارگیرد. درمسیررودخانه آجی چای می‌توان شاهدرسوبات دیگری نیزبودکه اندازه ذرات وشکل اشکال حاصل ازانباشتگی رسوبات بسیارمتفاوت است. علت تشکل آنها حجم رسوبات حمل شده در رودخانه در مواقع سیلابی است. درمواقع سیلابی که آب رودخانه آجی چای ازداخل رودخانه به دشت سیلابی سرازیرمی شود، رسوبات نواری شکل در اطراف رودخانه تشکیل می‌گرددکه آن رامی توان خاکریز طبیعی یاپشته‌های رسوبی نامید(شکل۸ب). این رسوبات درمقطع عرضی به شکل مثلثی است که حداکثرضخامت آن درطرف رودخانه می‌باشد. این رسوبات در مسیرآجی چای، متشکل ازذراتی دراندازه ماسه، سیلت و رس هستندکه هرچه به طرف دشت سیلابی پیش برویم، به دلیل کاهش انرژی در محیط،اندازه ذرات ریزترمی گردد. طبقه بندی دراین رسوبات به فرم افقی،مورب با مقیاس کوچک و لامیناسیون‌های مورب می‌باشد. درمواقع سیلابی که دبی رودخانه آجی چای افزایش می‌یابدوآب آن ازداخل رودخانه بیرون می‌ریزدوتمامی دشت سیلای رادربرگیرد،موادحاوی آن درمواقع فروکش نمودن درسطح دشت برجای می‌ماند. اندازه ذرات تشکیل دهنده این رسوبات ریزبوده ودرواقع ازذرات معلق درآب تشکیل شده اند(رسوبات محدوده کرواژ). ذرات تشکیل دهنده این رسوبات بیشتردرحد ماسه است(شکل ۸)که هرقدرازرودخانه دورترشویم ازاندازه آنها کاسته شده و به سیلت و رس تبدیل می‌شود (شکل۸). طبقه بندی در این رسوبات به فرم افقی مورب است.

شکل(۸))چالاب‌های تشکیل شده درمسیرجریان رودخانه آجی چای ورسوبات برجای مانده(بین سراب و جاده سراب – بستان آباد)وب)رسوبات محدوده کرواژ وکناری درمسیرآجی چای بین ونیار وتبریز (A)رسوبات دشت سیلابی وB رسوبات کرواژ

الف) ب) ت)

شکل(۹)الف)تشکیل پشته‌های رسوبی (درمرحله اولیه)درمسیرآجی چای و ب)تشکیل رسوبات میانی درنزدیکی دولت آباد وت)تشکیل پشته‌های رسوبی قدیمی برجای مانده ازفرسایش قبلی و رسوب گذاری در نزدیکی سراب

دربیشتربخش‌های مسیرآجی چای ودرقسمت‌های میانی دشت سیلابی بخش‌های برآمده ای از رسوبات انباشته شده دیده می‌شودکه در بخش‌هایی از مسیر،با بزرگ شدن این پشته‌های رسوبی مسیر جریان رودخانه جابجا شده ودربخش‌های دیگر که این رسوبات توسط پوشش گیاهی مسیرتثبیت شده اند مسیرجریان بریده بریده شده است (شکل۹).

۷-نحوه لایه بندی در رسوبات برجای مانده درمرحله قطع شدگی تدریجی و ناگهانی وقوس خمیدگی مسیر جریان آجی چای در طی زمان

باتوجه به تغییرات تدریجی درکانال مسیرجریان آجی چای بطوراخص و درمسیرهای دارای خمیدگی بطوراعم، رسوبات دانه ریزدرداخل کانال مسیرجریان رسوب می‌کنند. رسوبات پرکننده کانال دراین حالت بیشترازنوع ماسه است که حاوی لامیناسیون‌های مورب می‌باشد. باتوجه به این قاعده،می توان با توجه به رسوبات کناری درموردتغییرات درمسیرجریان وخمیدگی آن اظهار نظرنمود. بررسی تصاویر ماهواره ای نشان می‌دهد که مسیرکانال جریان درطی زمان دراثرقطع شدگی‌هایی،به مسیرمستقیم تبدیل شده است. این قطع شدگی‌ها ممکن است بطور ناگهانی ویاتدریجی بوده باشد. رسوبات دراین قطع شدگی ناگهانی دراندازه سیلت و رس است. میزان رسوبات دانه ریزدرقطع شدگی ناگهانی به مراتب بیشتر ازقطع شدگی تدریجی است. با بررسی رسوبات کناری مسیرآجی چای می‌توان وقوع تغییرات عمده دراندازه رسوبات تشکیل شده رامشاهده نمود (شکل۱۰). تغییرات دراندازه رسوبات نه تنها نشان دهنده قطع شدگی درخمیدگی‌ها است بلکه نشان دهنده جابجای کناری خمیدگی‌هادرطی زمان نیز می‌باشد(شکل۱۰). بررسی چینه بندی تراس‌های کناری رودخانه آجی چای نشان می‌دهدکه قطع شدگی‌هادرقوس خمیدگی‌ها و مستقیم شدن مسیرجریان درکانال فعال دربعضی از بخش‌های مسیر،به صورت تدیجی بوده است.

درمسیرهای خمیده بعداز قطع شدگی کامل،رسوبات دانه ریزدشت سیلابی باعث پرشدن کامل این کانال‌ها می‌گردندوبا قطع شدن تدریجی کانال ضخامت زیادی ازماسه ریز بالابا لامیناسیون‌های مورب ریبلی تشکیل می‌گردد. بررسی چینه بندی رسوبات کناری درمسیرآجی چای حاکی ازاین است که با جابجایی در بخش قوس خمیده ودرنتیجه جابجایی درقسمت

پوینت باردرطی زمان،اندازه ذرات رسوبات انباشته شده دربخش کناری تغییریافته است(شکل۱۰و۱۱). به عبارت دیگر،زمانی که بخش پوینت بار به تبعیت از بخش قوس خمیدگی به طرف بخش مرکز بسترویا جوانب جابجا می‌شد قسمت مختلفی ازجریان با قدرت متفاوت ازحمل ذرات نیزجابجا می‌شد ودر نتیجه ذراتی باانداز متفاوت دربخش‌های مختلف پوینت بار رسوب می‌نمود. این امردرطی زمان باعث شده است که چینه بندی تراس‌های کناری به صورت کاملا متفاوت جلوه گرشود ودر امتداد لایه‌هاقطع شدگی‌ها مشخص گردد(شکل ۱۰و۱۱). علاوه ازقطع شدگی‌هادرقوس خمیدگی‌هاومستقیم شدن مسیرآجی چای، بررسی داغ آب‌های مسیرجریانات قبلی نشان می‌دهدکه قوس خمیده مسیر،غیرازانجام جابجایی هابطورمستقیم،جابجایی هایی نیز بطورمورب انجام داده که این امرانرژی لازم برای جابجایی پشته‌های رسوبی میانی درطول وعرض دشت سیلابی را فراهم آورده ونحوه آرایش چینه تراس‌ها را پیچیده تر نموده است(شکل۱۰و۱۱).

بررسی لایه بندی رسوبات کناری درمحیط میدانی حاکی ازاین است که اندازه لایه‌ها در تراس‌ها دریک محدوده کوچک تغییر یافته است (شکل۱۱). درتراس‌های مسیرآجی چای، دربخش‌هایی که اندازه ذرات ریز شده است، نشان می‌دهد که قوس خمیدگی به طرف دیواره مقابل تغییرمسیرداده وبا کاهش توان درجریان، ذرات ریزدر مسیربرجای گذاشته شده است (شکل ۱۰و۱۱)وبعداز طی زمان،دوباره جهت قوس به طرف دیواره مورد مطالعه عوض شده وتوانسته است رودخانه مواد درشت تری که حاکی از افزایش قدرت سایشی رودخانه است (دربخش قوس)برجای بگذارد.

الف) ب)

شکل(۱۰)الف)قطع شدگی تدریجی و ناگهانی ونحوه چینه بندی آنهاب)برش وتغییرات درچینه بندی رسوبات کناری در اثرقطع شدگی تدریجی مسیر آجی چای

-نتیجه گیری

مسیررودخانه‌های پیچان دار ازانرژی کافی برای انجام تغییرات سریع برخوردارند. دراین مسیرها می‌توان شاهد تشکیل سریع پدیده‌های ژئومورفولوژی وبه همان سرعت تغییر واز بین رفتن آنها بود. بیشتر این تغییرات در نحوه لایه بندی تراس‌های کناری قابل

پیگیری است که می‌توان با چینه نگاری نحوه تغییرات مسیر را بررسی نمود.

مسیرآجی چای به عنوان نمونه کاملی ازیک مسیر پیچان دار،درطی زمان تغییرات زیادی را متحمل شده است. نتایج حاصل از بررسی شعاع قوس خمیدگی‌ها و مسیرهای جابجایی کانال فعال آجی چای، حاکی از این است که این رودخانه با توجه به انرژی که دارا بوده دائما جهت قوس مسیر خود را عوض نموده و در حین این تغییرات، اندازه شعاع قوس‌های خمیدگی‌های مسیر پیچان دارآن نیز تغییریافته است. میزان این تغییرات در طول قطعات مختلف مسیردر طی زمان با توجه به ویژگی‌های محلی، متفاوت بوده است.

نتایج بررسی زمان وقوع تغییرات درمسیر آجی چای نیز تایید کننده تفاوت درمیزان تغییرات است. این نتایج حاکی ازاین است که سرعت جابجایی درتمامی بخش‌های مسیر رودخانه مورد نظریکسان نبوده است. در بعضی از بخش‌ها،کانال فعال درکمتراز یکسال از یک طرف دشت سیلابی به طرف مقابل آن جابجامی شود. درحالی که طبق نتایج حاصل از محاسبات و بررسی‌ها، در سایر بخش‌ها این زمان طولانی است.

شکل(۱۱)نحوه لایه بندی در رسوبات کناری درمسیر آجی چای

تمامی تغییرات دربستر جریان رودخانه‌هایی با مسیرهای پیچان دار در تراس‌های کناری منعکس می‌گردد. در مسیرآجی چای نیزبا استنادبه چینه نگاری اثرات تغییرات درتراس‌های کناری قابل مشاهده است. با توجه به جابجایی بخش خمیده مسیرآجی چای دراطراف محوراصلی کانال، اندازه ذرات تشکیل دهنده رسوبات تراس‌های وهمچنین نحوه لایه بندی آنها در بخش‌های مختلف مسیر بسیار متفاوت است. لایه بندی وتغییرات در ذرات تشکیل دهنده رسوبات کناری نشان دهنده جابجایی مکانی درقوس خمیدگی‌ها و قطع شدگی تدریجی و گاها مستقیم شدن مسیر کانال فعال هستند.

با عنایت به تمامی مواردی که ذکرشد می‌توان چنین نتیجه گیری نمود که مسیر کانال فعال آجی چای در

دشت سیلابی خود دائما درحال تغییر بوده و باانجام چنین تغییراتی جابجایی رسوبات کناری ومیانی خیلی سریع تر صورت می‌گیرد وادامه این تغییرات با توجه به دارا بودن انرژی در مسیر پیچان دار آجی چای در آینده نیز بسیار محتمل است. بنابراین تمامی اقدامات در مسیر این رودخانه باید با عنایت به این تغییرات ونتایج حاصل از آن صورت گیرد.

منابع

بیاتی خطیبی،مریم(١٣٩٠)بررسی پتانسیل خطروقوع سیل درمسیر رودخانه‌های مئاندری. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. شماره ٧٥.

- حسین آبادی و محمود شفای بجستان(١٣٨٨). بررسی عمق آبشتگی محتمل در مئاندرهای رودخانه کارون. هشتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه. دانشگاه اهواز

موسوی حرمی، رضا(١٣٧٤)رسوب شناسی. آستان قدس رضوی

جابرزاده، مجید، جلال عطاری ، محمد رضا مجدزاده ومنصور ابوالقاسمی (١٣٨٧). مطالعات آزمایشگاهی جریانات چرخشی افقی ونقش آن درمحل تشکیل نهشته رسوبی قوس. چهارمین کنگره مهندسی عمران دانشگاه تهران.

نوحه گر،احمد و مجتبی یمانی (١٣٨٤). بررسی وضعیت ژئومورفولوژیکی پیچان رود ونقش آن در فرسایش بستر و کناره‌های رودخانه میناب. پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ٥١.

محمودی، امین ؛ابوالفضل طهماسبی ؛مجتبی قره محمودلو وسعید جعفری (١٣٨٧). بررسی تغییرات مورفولوژیکی رودخانه گرگان رود در مجاورت شهر گنبد. سومین کنفرانس مدیریت منابع آب.

یمانی، مجتبی وهیوا علمی زاده (١٣٨٩). بررسی تغییر پیچان رودی وناپایداری بستر رودها در جلگه شمالی تنگه هرمز. مدرس علوم انسانی. شماره ١٤.

Addy,S. ,C. Soulsby,A. J. Hartley,D. Tetzlaff(2011)Characterisation of channel reach morphology and associated controls in deglaciated montane catchments in the Cairngorms, Scotland. PII:S0169-555X(11)00233-9,DOI:doi: 10. 1016/j. geomorph. 2011. 05. 007,Reference: GEOMOR 3593

Anderson, Kirk C, Ted Neff. (2011)The influence of paleofloods on archaeological settlement patterns during A. D. 1050–1170 along the Colorado River in the Grand Canyon, Arizona, USA. Catena 85 ,168–186 .

Benito, Gerardo , Yolanda Sa´nchez-Moya , Alfonso Sopen˜(2003)Sedimentology of high-stage flood deposits of the Tagus River,Central Spain , Sedimentary Geology 157,107–132

Black , E, C. E. Renshaw F. J. Magilligan , J. M. Kaste , W. B. Dade , J. D. Landis(2010)Determining lateral migration rates of meandering rivers using fallout radionuclides. Geomorphology 123,364–369 .

Brooks, Gregory R. (2003)Holocene lateral channel migration and incision of the Red River,Manitoba, Canada. Geomorphology 54,197–215 .

MarkG. Macklin, AnnaF. Jones,JohnLewin(2010)River response to rapid Holocene environmental change: evidence and explanation in British catchments. Quaternary Science Reviews 29,1555–1576

Maren, D. S. van(2007)Grain size and sediment concentration effects on channel patterns of silt-laden rivers. Sedimentary Geology 202 , 297–316 .

Morozova , Galina S. Norman D. Smith(2003) Organic matter deposition in the Saskatchewan River floodplain (Cumberland Marshes, Canada):effects of progradational avulsions , Sedimentary Geology 157 , 15–29

Pirmez Carlos,Se. bastien Migeon. William R. Normark, David J. W. Piper,Henry Posamentier(2002)Variability in form and growth of sediment waves on turbidite channel levees. Marine Geology 192 , 23-58 .

Spencer H. Wood , Alan D. Ziegler , Tharaporn Bundarnsin. (2008) Floodplain deposits, channel changes and riverbank stratigraphy of the Mekong River area at the 14th-Century city of Chiang Saen, Geomorphology 101,510–523 .

Sylvia ,Dennis A. ,William E. Galloway(2006)Morphology and stratigraphy of the late Quaternary lower Brazos valley:Implications for paleo-climate, discharge and sediment delivery,Sedimentary Geology 190,159–175 .

Thi Phuong Quynh Le , Josette Garnier, Billen Gilles , The´ry Sylvain ,Chau Van Minh. (2007)The changing flow regime and sediment load of the Red River, Viet Nam. Journal of Hydrology 334, 199– 214 .

Viseras,César , Jesús M. Soria , Juan J. Durán , Sila Pla , Guiomar Garrido ,Fernando García-García, Alfonso Arribas,(2006)A Boucher, Étienne, Dominique Arseneault, Bernard Hétu (2006)Late Holocene development of a floodplain along a small meandering stream, northern Québec, Canada. Geomorphology 80, 267–281 .

Dade,W. B(2000)Grain size,sediment transport and alluvial channel pattern. Geomorphology 35,119–126

Étienne,Boucher. ,Dominique Arseneault. ,Bernard Hétu. (2006)Late Holocene development of a floodplain along a small meandering stream, northern Québec, Canada. Geomorphology 80,267–281 .

Fernando Magdaleno,José A. Fernández-Yuste. (2011)Meander dynamics in a changing river corridor. Geomorphology 130,197–207 .

Ghosh , Parthasarathi , Soumen Sarkar, Pradip Maulik,(2006)Sedimentology of a muddy alluvial deposit:Triassic Denwa Formation, India,Sedimentary Geology 191,3–36

Hajek , Elizabeth A , Matthew A. Wolinsky (2012)Simplified process modeling of river avulsion and alluvial architecture: Connecting models and field data, Sedimentary Geology 257–260 , 1–30

Kiss, Tímea Kiss, Károly Fiala , György Sipos(2008)Alterations of channel parameters in response to river regulation works since 1840 on the Lower Tisza River (Hungary). Geomorphology 98, 96–110 .

Laronne,Jonathan B. ,Yanai Shlomi,(2007)Depositional character and preservation potential of coarse-grained sediments deposited by flood events in hyper-arid braided channels in the Rift Valley,Arava,, Sedimen,tary Geology 195, 21–37,

Li, Luqian , XiXi Lu, Zhongyuan Chen(2007)River channel change during the last 50 years in the middle Yangtze River, the Jianli reach. Geomorphology 85, 185–196 .

large-mammal site in a meandering fluvial context (Fonelas P-1, Late Pliocene,Guadix Basin,Spain). Sedimentological keys for its paleoenvironmental reconstruction Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 242, 139–168 .

Wesley Lauer ,j. , Gary Parker. (2008) Net local removal of floodplain sediment by river meander migration. Geomorphology 96,123–149 .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی