پژوهشی

نقش ساختار جغرافیایی در سیل مرداد ماه ۱۳۷۸ شهر نکا

* دکتر احمد پوراحمد

کلمات کلیدی:

بلایای طبیعی، ساختار جغرافیایی، سیل، شهرنکا.

چکیده:

با توجه به آثار زیانبار و خسارتهای مکرر سیل در کشور، بررسی ابعاد و علل سیل شهر نکا به عنوان یکی از بزرگترین سیل ها در سالهای اخیر و راههای پیشگیری آن، هدف تحقیق است.

در این مقاله ابعاد سیل مرداد ماه شهر نکا با توجه به نقش شرایط و ساختار جغرافیایی و طبیعی منطقه از جمله اقلیم و بارندگی، شیب زمین، اختلاف ارتفاع حوضه، جنس زمین، تخریب جنگلها و مراتع، رسوبات رودخانه ای، ضریب شکل حوضه، تجاوز به حریم رودخانه، وضعیت پل و پیچان رود با استفاده از روش مشاهده مستقیم و استفاده از داده های آماری و کار بر روی نقشه مورد بررسی قرار گرفته است.

نتایج حاصل بیانگر نقش اساسی رفتار اجتماعی انسانی و غفلت ساکنین منطقه نسبت به حفظ تعادل زیستی و همچنین ساختار جغرافیایی شرایط طبیعی به عنوان عوامل زمینه ساز و تشدیدکننده وقوع سیل شهرنکا است.

* دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه تهران.

سرآغاز

بلایای طبیعی مثل زلزله، سیل، طوفان، لغزش زمین در تمامی مناطق دنیا روی می دهد ولی رخداد آن در آسیا و اقیانوسیه بیشتر از نقاط دیگر است. به طوریکه تقریباً ۵۰٪ از فاجعه های طبیعی عمده جهان در این منطقه رخ می دهد (وزارت نیرو، ۱۳۷۲). در میان بلایای طبیعی دنیا، بالاترین تلفات جانی مربوط به وقوع سیل می باشد. در بین سالهای ۱۹۶۷ تا ۱۹۹۰ بیشترین تلفات مربوط به سیل با ۴۳/۷ درصد بوده است (شریفی و نوروزی، ۱۳۷۸). هم چنین بررسی سیل در دنیا نشان می دهد که بیشترین آن در آسیا و اقیانوسیه روی داده است.

۷۰ درصد از خسارت بلایای طبیعی در ایران ناشی از سیلابهاست. در بررسی های به عمل آمده، رشد سالیانه حوادث سیل طی دوره های ۱۳۷۰-۱۳۳۰ حدود ۴ درصد و رشد سالیانه خسارت مالی آن در دوره های مذکور ۶ درصد بوده است. میزان رشد تعداد حوادث سیلاب دردهه‌های ۱۳۷۰-۱۳۳۰ نیز به ترتیب ۱۳۱، ۱۷۵ و ۲۲۹ درصد بوده است (سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۶۸).

شیب های تند کوهستانها و ارتفاعات البرز و زاگرس که شهرهای کشور را در دامنه های خود جای داده اند، باعث شده است که بروز سیل یکی از نگرانیهای عمده، تقریباً در تمام فصول باشد (غیور، ۱۳۷۵). طی ۲۵ سال گذشته کشور با ۹۶۷ سیل روبرو بوده که از آن میان ۱۱۷ سیل مهیب و با خسارت و تلفات فراوان همراه بود که بیش از ۹۱۶ میلیارد تومان به کشور خسارت وارد آمده است و متوسط خسارات سالانه ۳۶ میلیارد تومان بوده است (شهرداریها، ۱۳۷۸). با توجه به اینکه یکی از بزرگترین سیلهای اخیر در شهرستان نکا رخ داد علل سیل، ابعاد آن و راههای پیشگیری آن بررسی شد تا شاید در آینده چنین حوادثی بروز ننماید.

طرح مسئله

بارندگی شدیدی که از ساعت ۵ بعد از ظهر ۷۸/۵/۳ در استان مازندران و محدوده شهرستانهای ساری، بهشهر و نکا آغاز شد در ساعت ۴/۳۰ دقیقه بامداد مورخ ۷۸/۵/۴ در حوضه تجن ساری و نکارود منجر به بروز سیل و طغیان رودخانه نکا گردید و ارتفاع آب نکا رود به ۸ متر رسید. بر اساس گزارش شرکت آب منطقه ای استان دبی رودخانه از متوسط سالانه آن در ایستگاه آبلو از ۵/۲ مترمکعب به ۲۲۷۳ مترمکعب در ثانیه رسید. این سیل قبل از رسیدن به شهر نکا، صدها هکتار جنگل و روستاهای مسیر را در نوردید و به میزان ۱۲۰۰۰۰ مترمکعب چوب و درخت را حمل و در داخل شهر، مسیر و حاشیه رودخانه تا دریا برجای گذاشت و باعث خسارت به ۱/۳ شهر نکا و ۱۴۳ روستا در سطح ۳ شهرستان ساری، بهشهر و نکا شد (استانداری مازندران، ۱۳۷۸). رودخانه نکا طغیان حداکثر خود را از سمت جنوب شهر آغاز کرد و باعث تخریب محله ها و خیابانهای اطراف رودخانه، که در بعضی نقاط حتی به فاصله یک کیلومتر از رودخانه فاصله داشت، گردید و بخش وسیعی از مناطق مسکونی و تجاری شهر را ویران کرد. از آنجا که رود نکا از مرکز شهر عبور می کند و بیشترین تراکم تجاری و مسکونی در همین محور است، هسته اقتصادی شهر مورد آسیب جدی واقع شد (شهرداریها، ۱۳۷۸). در اثر سیل مذکور متأسفانه ۲۴ نفر فوت کردند. همچنین جمعاً در سطح ۳ شهرستان۵۰۲۳ واحد مسکونی تجاری، ۹۷۵۰ هکتار از اراضی کشاورزی، ۲۰۰۶ رأس دام، ۲۰۰ دستگاه ماشین آلات سبک و سنگین و تأسیسات زیربنایی و... آسیب دیدند. خسارت مالی وارد شده، طبق اعلام فرمانداری نکا بیش از ۴۸ میلیارد تومان بوده است (ستاد حوادث غیرمترقبه وزارت کشور، ۱۳۷۸).

فرضیه های مورد بررسی که به عنوان مهمترین دلایل بروز سیل نکا در ارتباط با نقش شرایط جغرافیایی و طبیعی منطقه مطرح و مورد مطالعه قرار گرفته است عبارتند از:

۱- شدت و مدت بارندگی یکی از دلایل مهم سیل نکا بوده است.

۲- شیب زیاد حوضه و اختلاف ارتفاع حوضه در ایجاد سیل نقش داشته است.

۳- تخریب جنگلها و مراتع یکی از مهمترین دلایل بروز سیل نکا بوده است.
۴- تنگ بودن عرض رودخانه با توجه به وجود پیچان رود و گرفتگی دهنه پل موجب خسارات فراوان به شهر شده است.

روش بررسی

در این تحقیق ابتدا با مراجعه به منطقه مورد مطالعه، اطلاعات مربوط به سیل از طریق بازدید از شهر، مصاحبه و مطالعات کتابخانه ای جمع آوری گردید.

برای بررسی شدت و مدت بارش در هنگام وقوع سیل، آمار ۳۳ ساله منطقه مورد مطالعه و ایستگاههای اطراف در طی دوره آماری ۱۳۷۶-۱۳۴۳ جمع آوری و روند بارش سالانه و شدت آن در دوره ۳۳ ساله گذشته با بارش دوره مربوطه مقایسه و تحلیل شده است. برای تحلیل حداکثر بارشهای ۲۴ ساعته و سالانه، این آمار با توزیع های آماری مختلف آزمون شده و از میان توزیع های آماری فوق، به دلیل پردازش بهتر داده های حوضه با توزیع گمبل، از این توزیع برای تحلیل بارشها استفاده شده است. برای تحلیل نقش فیزیوگرافی حوضه بر روندیابی سیل، از نقشه شیب حوضه در نقشه شیب اطلس شیب ایران (مؤسسه جغرافیا) استفاده شده و سایر خصوصیات فیزیکی حوضه از جمله شکل، توزیع ارتفاعی و جنس زمین از نقشه های زمین شناسی حوضه استخراج یا محاسبه گردیده است. قابل ذکر است از آنجا که شهرستان نکا فاقد ایستگاه هواشناسی است، برای تجزیه و تحلیل هواشناسی نکا، از ایستگاههای هواشناسی ساری استفاده شد.

یافته ها

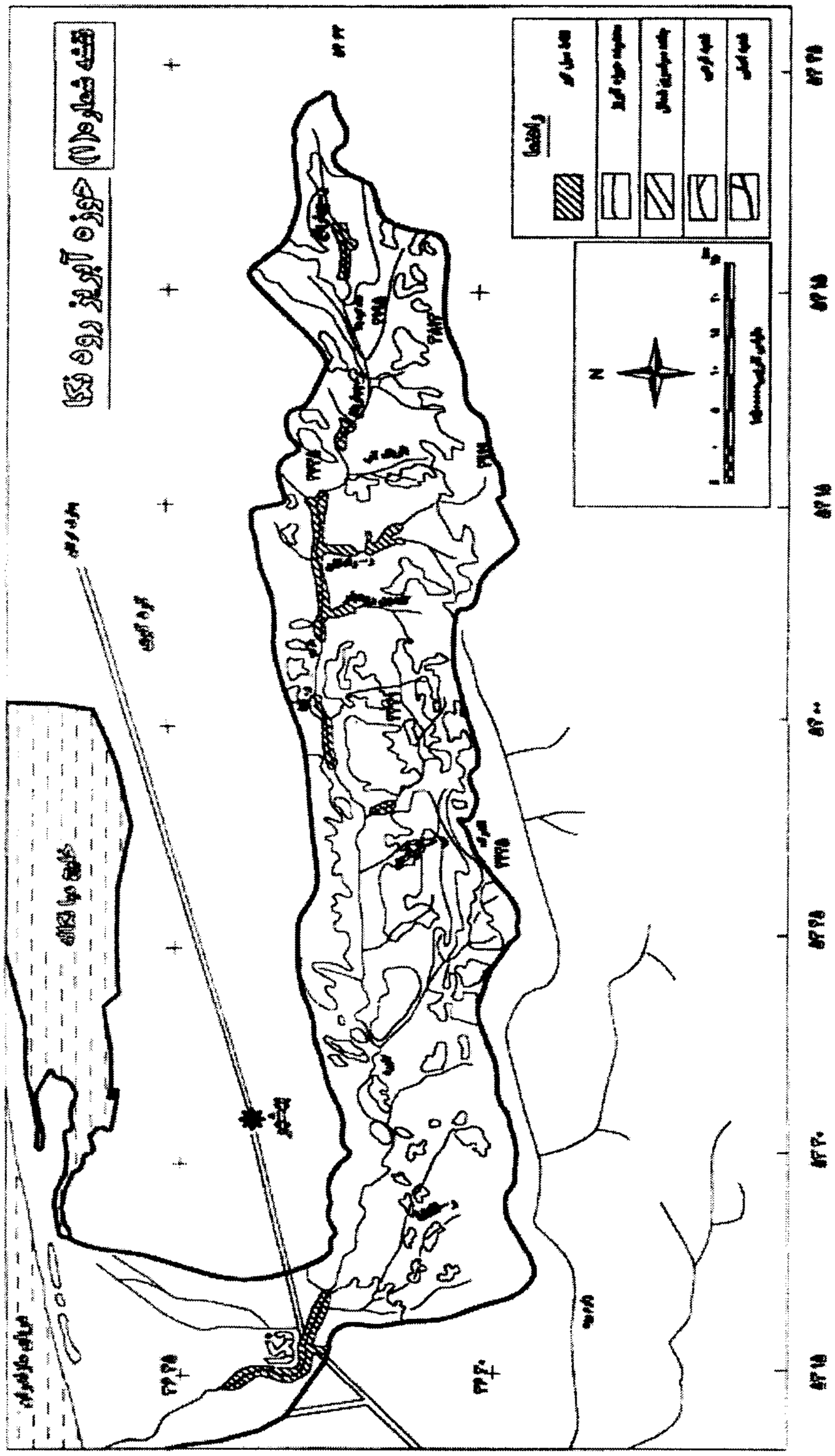
موقعیت

شهر نکا در طول جغرافیایی '۱۷ ، °۵۳ و عرض '۳۹ ، °۳۶ و ارتفاع ۵۰ متر از سطح دریا واقع شده است (اطلس کامل گیتاشناسی، ۱۳۷۷ و نقشه توپوگرافی ۲۵۰۰۰۰ : ۱ ایران) و از سمت غرب و جنوب به شهرستان ساری، از شرق و شمال شرق به شهرستان بهشهر و از جنوب شرق به استان سمنان وصل می شود. وسعت این شهرستان ۱۳۵۵ کیلومترمربع می باشد و از نظر طبیعی از دو بخش کوهستانی و جلگه ای تشکیل شده است (اطلس کامل گیتاشناسی، ۱۳۷۷). این شهرستان در آبان سال ۱۳۷۵ با ۹۸۸۲۷ نفر جمعیت دارای دو بخش مرکزی و هزار جریب شامل ۵ دهستان و ۱۳۰ روستا بود (سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۵).

حوضه آبریز نکارود

حوضه آبریز رودخانه نکا از شمال به کردکوی و اراضی کوهپایه ای و دشتی (بهشهر - بندگز و...)، از جنوب به بخشی از سلسله جبال البرز و ارتفاعات تفکیک کننده حوضه آبریز رودخانه های نکارود - زرام رود، از غرب به شهرستان ساری و اراضی تحت آبخور رودخانه تجن و از شرق نیز به ارتفاعات شاهوار و گاوخسبان محدود است. سطح حوضه آبریز این رودخانه از منتهی الیه ارتفاعات تا محل آبلو (ایستگاه ورودی به دشت) در حدود ۲۵۹۰ کیلومتر مربع است (عسگری، ۱۳۵۱). کمترین عرض حوضه آبریز ۷ کیلومتر در شرق و بیشترین آن به طول ۶۰ کیلومتر است. حداکثر و حداقل ارتفاع به ترتیب ۳۸۱۳ و ۸۰ متر (ایستگاه آبلو) است. شیب متوسط حوضه آبریز حدود ۲۵/۵ درصد و ارتفاع میانه ۱۶۰۷ متر است. طول و عرض مستطیل معادل حوضه آبریز رودخانه نکا به ترتیب ۱۴۵/۸ و ۱۳/۱۱ کیلومتر محاسبه شده است (سازمان آب منطقه ای استان مازندران، ۱۳۶۹). زهکش اصلی این حوضه از دامنه های غربی و شمالی شاهکوه در ارتفاعی بالاتر از ۳۸۰۰ متر از سطح دریا از تشکیلات آهکی کرتاسه و ژوراسیک (دوران دوم زمین شناسی) سرچشمه گرفته پس از دریافت آب شاخه های فرعی و الحاق آب گلدین رودبار به رودخانه اصلی در جوار روستای رادکان به نام رودخانه نکا معروف شده است (افشین، ۱۳۷۳). این رودخانه طی ۱۳۰ کیلومتر در داخل کوهستان در ۷ کیلومتری جنوب شرقی شهر نکا، از کوهستان خارج شده و وارد جلگه نکا

می گردد. در فاصله کوهستان تا شهر نکا، شعبه پرآب زرندین نیز به این رودخانه اضافه شده، در ادامه مسیر وارد شهر نکا می گردد و پس از طی مسیر پرپیچ و خم ۳۹ کیلومتری (فاصله مستقیم نکا تا دریا ۲۲ کیلومتر است) به دریا می ریزد. بستر رودخانه در جلگه متغیر و گاهی بسیار تنگ می شود. طول کلی رودخانه نکا ۱۷۶ Km است که در گهر باران وارد دریا می شود (افشین، ۱۳۷۳). نقشه شماره (۱) حوضه آبریز نکا را نشان می دهد.

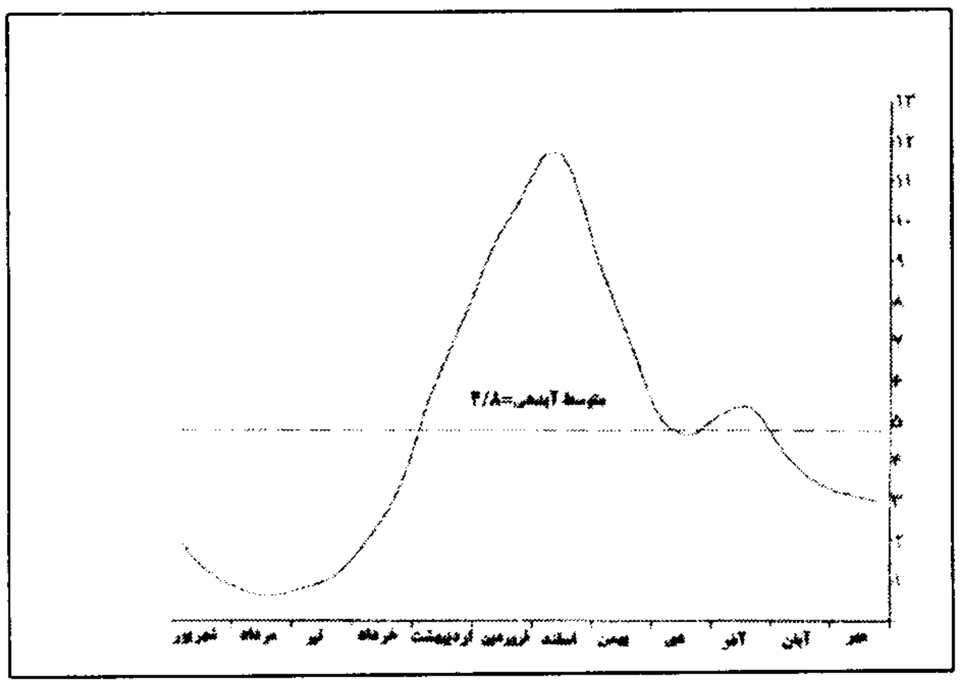


اقلیم حوضه

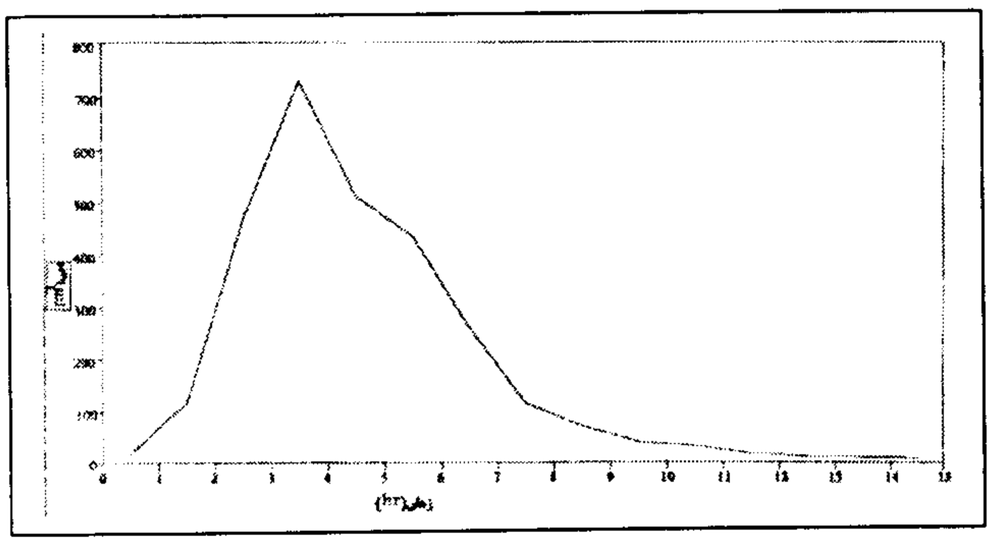
این حوضه آبریز نیز همانند سایر نقاط ساحلی شمال ایران از سامانه های مختلف از جمله سامانه پرفشار سیبری، سامانه های همرفتی محلی، موجهای کوتاه بادهای غربی و کم فشار دینامیکی شرق اروپا متأثر می شود. بررسی نقشه های سطح زمین و جو در روزهای ۳ و ۴ مرداد ۱۳۷۸ نشان می دهد که ۲۴ ساعت قبل از شروع بارش، مرکز پرفشار بر روی شرق مدیترانه تشکیل شده و بتدریج به سمت شرق گسترش پیدا کرده است. به طوریکه در روز سوم و اوایل روز چهارم این سامانه بر روی حوضه آبریز نکا قرار گرفت. این سامانه پرفشار در سطوح میانی جو با سامانه کم ارتفاعی همراه شد. با انتقال هوای گرم و مرطوب دریا به وسیله سامانه پرفشار سطح زمین و وجود ناپایداری شدید در جو میانی که این ناپایداری در روز چهارم به اوج خود رسید، سبب ایجاد بارشهای رگباری شدیدی بر روی حوضه گردید. ایستگاه باران سنج نزدیک حوضه نکا نشان می دهد که بارش از ساعت ۱۶ و ۱۵ دقیقه روز یکشنبه ۷۸/۵/۳ شروع و در ساعت ۳ و ۴۵ دقیقه روز دوشنبه ۸۷/۵/۴ خاتمه پیدا کرد. بیشترین شدت بارندگی بین ساعتهای ۱۷ و ۳۵ دقیقه تا ۱۷ و ۵۰ دقیقه روز ۷۸/۵/۳ بود که در مدت ۱۵ دقیقه ۹/۵ میلی متر باران ریزش کرد. جدول شماره (۱) حجم ریزشهای جوی حوضه های آبریز استانهای مازندران و گلستان را نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود بجز چند حوضه آبریز، اکثر حوضه ها در مرداد ماه سالهای ۷۸-۷۷ نسبت به شاخص ۳۳ ساله تغییرات منفی داشته اند. حوضه نکا رود نسبت به سال ۷۷-۷۶، ۲۰ درصد و نسبت به شاخص ۳۳ ساله، ۴۴۵ درصد تغییرات مثبت داشته است. در هیچیک از حوضه های آبریز چنین تغییر چشمگیری ملاحظه نمی شود.

بر اساس بررسیهای بعمل آمده در روشهای مختلف توزیع آماری بر روی حداکثر بارشهای ۲۴ ساعته، بارشهای ۲۴ ساعته سیل مرداد ۷۸ با دوره برگشت ۱۰۰۰۰ ساله قبل تطبیق می کند.

نمودار شماره (۱) هیدروگراف سالانه رودخانه نکا را در ایستگاه آبلو نشان می دهد. همانطوریکه ملاحظه می شود دبی رودخانه در طی ماههای اسفند و فروردین به اوج خود می رسد و در مرداد ماه به پایین ترین حد خود فرو می آید. در واقع مرداد ماه کم آبترین ماه سال می باشد. نمودار شماره (۲) هیدروگراف سیل حوضه لکشا (یکی از زیرحوضه های رودخانه نکا) را نشان می دهد. همانطوریکه ملاحظه می شود دبی سیل بعد از یک ساعت از شروع بارش سیرصعودی پیدا کرده و بعد از گذشت سه ساعت به اوج خود رسیده است. به طوریکه دبی رودخانه نسبت به دبی پایه بیش از ۷۰۰ مترمکعب در ثانیه افزایش بار نشان می دهد. در صورتی که دبی متوسط سالانه این زیر حوضه بر اساس متوسط ۲۷ ساله (۱۳۷۸-۱۳۵۰) ۵/۲ مترمکعب در ثانیه و دبی مرداد ماه اصولاً بسیار کمتراز ۵/۲ مترمکعب درثانیه بوده است.



نمودار شماره (۱): هیدروگراف سالانه رودخانه نکا در ایستگاه آبلو (۶۴-۴۸)



نمودار شماره (۲): هیدروگراف سیل حوزه لکشا

جدول شماره (۱): حجم ریزش جوی در حوضه های مهم استان مازندران و گلستان

مرداد سال آبی ۷۸-۱۳۷۷، ۷۷-۱۳۷۶ دوره شاخص ۳۳ ساله (سازمان آب منطقه ای مازندران و گلستان، ۱۳۷۷)

حجم ریزش دوره آبریز	سال آبی (۷۸-۷۷) (m.c.m)	سال آبی (۷۷-۷۶) (m.c.m)	تغییرات نسبت به سال گذشته (درصد)	دوره شاخص ۳۳ ساله (m.c.m)	تغییرات نسبت به دوره شاخص (درصد)
چشمه کیله	۲۲/۹	۷۵/۰	-۶۹	۵۷/۵	-۶۰
چالوس	۲۲/۷	۶۷/۲	-۶۶	۳۲/۱	-۲۹
سردابرود	۴۸	۲۴/۵	-۸۱	۱۴/۷	-۶۸
هراز	۹۷	۲۷۳/۷	-۶۵	۸۳/۵	۱۶
بابل	۶۱/۴	۸۴/۴	-۲۷	۱۲۰/۵	-۴۹
تالار	۱۵۹/۷	۳۹۴/۴	-۵۴	۱۸۷/۷	-۱۵
سیاهرود	۱۹/۲	۱۸/۶	۳	۱۳/۷	۴۰
تجن	۱۱۲/۳	۱۸۶/۱	-۴۰	۱۴۱/۲	-۲۰
نکارود	۱۸۲/۳	۱۵۱/۷	۲۰	۳۳/۴	۴۴۵
قره سو	۵۳	۱۴/۳	۲۶۹	۴۰/۷	۳۰
گرگان رود	۶۶۲/۱	۷۱۶/۳	-۸	۲۸۹/۹	۱۲۸
اترک در گلستان	۲۲۰/۱	۲۱۵/۷	۲	۶۸/۹	۲۲۰

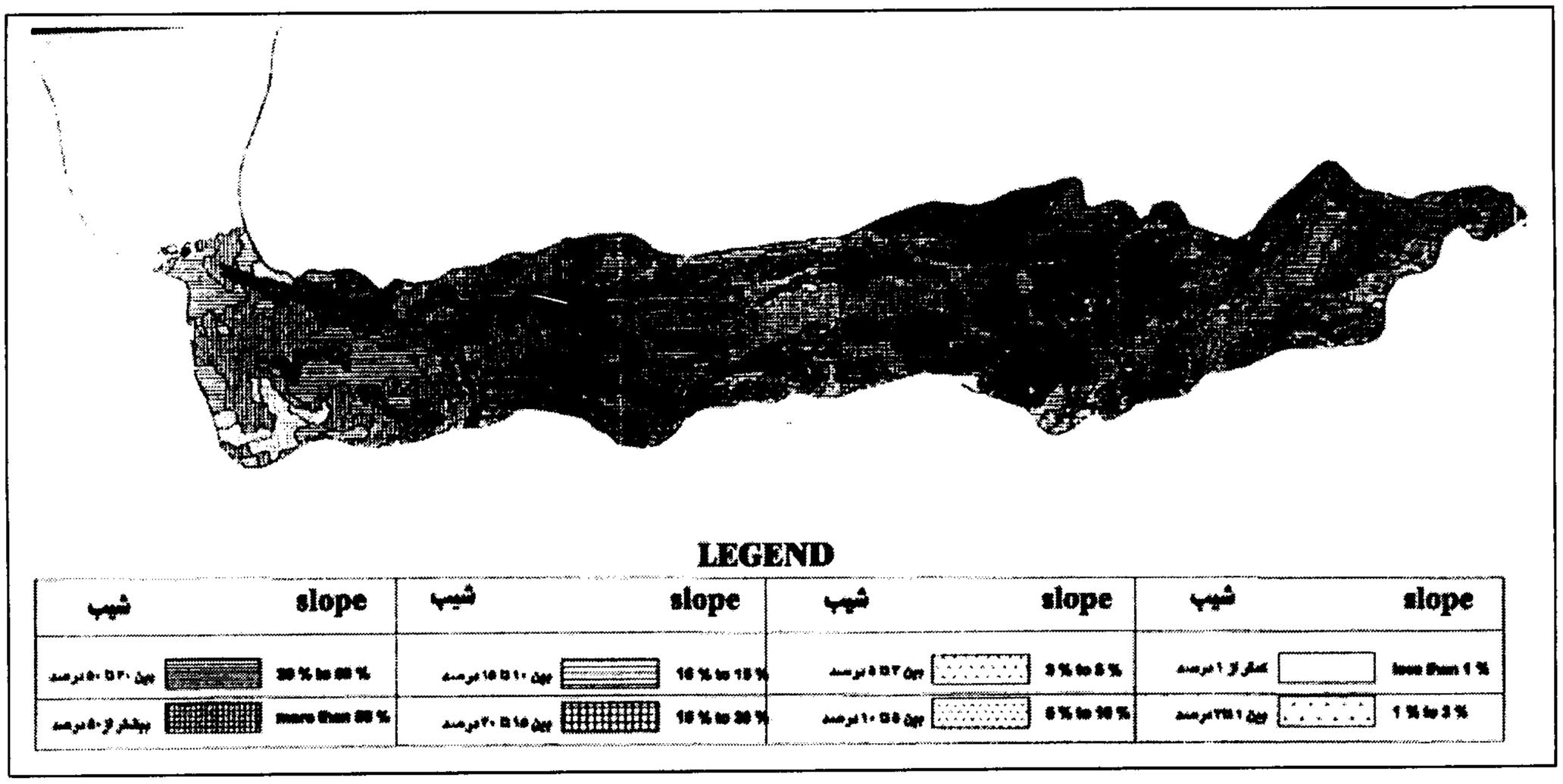
(m.c.m) : حجم ریزش به میلیون مترمکعب

شیب زیاد

جریان آب در شیبهای تند نسبت به شیب های آرام، سریعتر انجام می پذیرد و همین امر سرعت آب و در نتیجه زمان تمرکز آن را سریعتر می کند. نقشه شماره (۲) توزیع شیب را بر روی حوضه آبریز نکا نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود، بخش اعظم حوضه از شیب نسبتاً زیادی برخوردار است. زیاد بودن شیب حوضه آبریز نکا وقتی نمایان تر می شود که آن را با شیب کل کشور مقایسه کنیم. طبق پژوهشهای به عمل آمده، ۳/۴ مساحت کشور جزو زمینهای هموار بوده و شیبی بین ۱ تا ۱۵ درصد (حدود ۷ درجه) دارد و از آن میان در ۵۴ درصد از سطح کشور، شیب متوسط بین ۱ تا ۵ درصداست (جدازی عیوضی، ۱۳۷۴) که نشان از گستردگی زمینهای هموار دارد. بر عکس کل کشور، شیب نکا حیرت آور است. بیش از ۹۱ درصد از سطح حوضه آبریز، تا محل خروجی از کوهستان (شهر نکا)، از شیب بالای ۱۵ درصد برخوردار است و تنها ۹ درصد از سطح حوضه آبریز جزو زمینهای تقریباً هموار به شمار می آید. همچنین ۷۵۹ km از وسعت ۱۹۱۲ کیلومترمربعی حوضه، دارای شیب بالای ۵۰ درصد می باشد که تقریباً ۴۰ درصد از سطح حوضه را شامل می شود (جدول شماره ۲).

جدول شماره (۲): درصد شیب حوضه نکا رود تا خروجی از کوهستان و مقایسه آن با شیب کل کشور

کمتر از ۳٪	نسبت به مساحت حوضه	درصد تجمعی	مساحت (Km)	درصد شیب کشور
۳-۵	٪۰/۹۶	۱۰۰	۱۸/۳	٪۹
۵-۱۰	٪۱/۰۵	۹۹/۰۴	۲۰	٪۱۲
۱۰-۱۵	٪۶/۹۷	۹۷/۹۹	۱۳۳	٪۹
۱۵-۳۰	٪۲۷/۲	۹۱/۰۲	۵۲۰	٪۱۱
۳۰-۵۰	٪۲۴/۱	۶۳/۸۲	۴۶۰/۸	٪۶
بالای ۵۰ درصد	٪۳۹/۷۲	٪۳۹/۷۲	۷۵۱/۵	٪۸



نقشه شماره (۲): شیب حوضه آبریز رودنکا

اختلاف ارتفاع حوضه

از دیگر خصوصیات حوضه آبریز که در بروز سیل نقش اساسی دارد، ارتفاع حوضه و به عبارتی اختلاف ارتفاع حوضه می باشد(اسدیان، ۱۳۷۱). در حوضه نکارود اختلاف ارتفاع آن (حداکثر ۳۸۱۳ متر و حداقل آن در محل خروجی از کوهستان در محل آبلو ۸۰ متر می باشد) زیاد و به ۳۷۳۳ متر می رسد (سازمان آب منطقه ای مازندران، ۱۳۶۹). این میزان علاوه بر اینکه سرعت آب را افزایش می دهد، پدیده فرسایش نیز برای رسیدن به نیمرخ تعادلی بیشتر صورت می گیرد و افزایش فرسایش، با فزونی گل و لای و در نتیجه سبب افزایش حجم سیلاب می گردد.

جنس زمین

نوع سنگی که فرسایش روی آن صورت می گیرد و ساختمان اصلی سیمای زمین شناسی منطقه نقش مهمی در مواد معلق موجود در آب و سرعت آبهای حوضه دارند. نقشه زمین شناسی حوضه نکارود نشان می دهد که بیشتر حوضه از تشکیلات آهکی و مارنی است. در بالاترین نقطه حوضه بین کوههای «کهکشان» و «گاوکشان» زمین از شیل، ماسه سنگ کمی دگرگون شده، سنگ آهک، آهک مارنی و ... تشکیل شده است. در گلدین رودبار نیز سنگ آهک، آهک مارنی و «اینراسراموس دار» تشکیل دهنده عمده زمین هستند. در حوالی یانه‌سر، جنس زمین از رس و رس ماسه ای و سیلت دار می باشد. در جنوب و جنوب غربی رودخانه نکا، در میل رادکان، سنگ آهک و ماسه سنگ و آهک ماسه دار تشکیل دهنده زمین هستند و در پایین دست رودخانه نکا نیز رس و مارن و آهک نقش عمده ای در جنس زمین دارند که اینها سبب می شوند این حوضه دارای پتانسیل فرسایش پذیری بالایی باشد. به نحوی که مارن و مارن آهکی تشکیلات میوسن بیشترین نقش را در فرسایش پذیری و ایجاد گل آلودگی بالای رودخانه دارا هستند. (اداره ارزیابی مدیریت آبخیزداری جهاد سازندگی، ۱۳۷۸).

تخریب جنگلها و مراتع

برخورد مستقیم قطرات باران به علت وجود انرژی جنبشی همراه آنها با سطح زمین، به تخریب اراضی منجر می گردد. به این ترتیب پوشش گیاهی می تواند از تخریب زمین جلوگیری

نماید و در ضمن مانع از افزایش بار جامد آب و وقوع جریان شدید آب سیلاب گردد. به دلیل فرسایش خاک، پوشش گیاهی دارای اهمیت بیشتری می شود (Andrew, 1989). جالب است که در ایران فرسایش خاک تا ۱۵ برابر اروپا، ۸ برابر استرالیا، ۳ برابر آمریکای شمالی و ۲ برابر آفریقا و آمریکای جنوبی است و از آنجا که برای تشکیل یک سانتی متر خاک ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ سال زمان لازم است، اهمیت پوشش گیاهی در فرسایش خاک بیشتر روشن می شود (مطیعی لنگرودی، ۱۳۷۷).

قطع بی رویه درختان و بهره برداری بیش از حد ظرفیت و استفاده مفرط و طولانی از جنگلها و مراتع در طی سالهای اخیر تأثیر قابل ملاحظه ای در روند یابی سیل نکا داشته است. طبق تحقیق به عمل آمده در منطقه ساری طی حدود ۳۰ سال گذشته، ۲۵ درصد از سطح جنگلها کاسته شده است. مصارف و برداشتهای غیرمجاز روستایی نیز رقمی در حدود ۲ میلیون مترمکعب را در سال تشکیل می دهد که مجموع این برداشت دو برابر رویش متوسط سالیانه جنگلهای شمال کشور می باشد (مطیعی لنگرودی، ۱۳۷۷). در حوضه نکارود، از مجموع وسعت ۱۹۰۷ کیلومتر مربعی آن بیش از ۱۱۵۰ کیلومترمربع آن را جنگل و تقریبا ۳۶۰ کیلومترمربع را مرتع تشکیل می دهد که در گذشته رقم خیلی بیشتری از این وسعت را جنگلها شامل می شد (اداره ارزیابی مدیریت آبخیزداری جهادسازندگی، ۱۳۷۸).

رسوبات رودخانه ای

با افزایش نیروی خالص آب قدرت فرسایش آن نیز افزایش یافته و به تبع آن، تخریب سازه ها و فرسایش خاک شدیدتر می شود. این رسوبات بعد از کاهش نیروی خالص آب در هنگام ورود آن به دشتهای پایکوهی به سرعت ته نشین شده و سبب پرشدن بستر رودخانه و خارج شدن آب از بستر می شود و به این ترتیب تخریب سیل افزایش می یابد. سیل نکا که طبق نظر کارشناسان، دوره بازگشت ۱۰۰۰۰ ساله داشته، از دبی آبی معادل ۲۲۷۳ مترمکعب در ثانیه برخوردار بوده است (در حالی که حداکثر دبی لحظه ای ۲۵ ساله این رودخانه ۳۰۰ مترمکعب و دبی آب سالانه تقریبا ۵ مترمکعب در ثانیه می باشد). پس از فروکش کردن در سطح شهر گل و لای فراوانی را رسوب داد که در بعضی از نقاط ارتفاع آنها حتی به ۳ متر می رسید.

جدول شماره (۳): میزان دبی و مقدار مواد معلق در یک لیتر آب

دبی آب در آبلو (درثانیه)	موادمعلق موجود در یک لیتر
۵۰۰ لیتر	۱۰۰ میلی گرم
۲/۵ مترمکعب	۱۵۰ میلی گرم
۵ مترمکعب	۳۲۰ میلی گرم
۳۰ مترمکعب	۵/۷ گرم
۸۰ مترمکعب	۱۸/۹ گرم
۲۲۷۳ مترمکعب (سیل)	بسیار زیاد*

* محاسبه نشده است.

همچنان که در جدول شماره (۳) مشاهده می شود، با افزایش دبی آب، مقدار رسوبات نیز افزایش می یابد. هر چند که مقدار رسوب طی این سیل محاسبه نگردیده است ولی با مقایسه آمار و ارقام و مشاهده رسوبات به جای مانده از سیل اخیر در سطح شهر می توان به عظمت رسوبات حمل شده پی برد.

ضریب شکل حوضه

در کل حوضه های گرد نسبت به حوضه های کشیده و هم مساحت با آنها، دبی پیک بالاتری دارند زیرا زمانی که یک رگبار رخ می دهد، مسافتی که باران از لبه های حوضه گرد تا ایستگاه اندازه گیری را طی می کنند، کمتر از سایر حوضه ها می باشد (صادقی، ۱۳۷۴).

ضریب شکل حوضه آبریز نکا با استفاده از فرمول:

$$F = \frac{A}{L^2} = \frac{(\text{طول حوضه})^2}{\text{مساحت حوضه}}$$

معادل ۱۲٪ می باشد. این چنین حوضه هایی (حوضه های

کشبده) در موارد استثنایی دبی حداکثر بالایی ایجاد می کنند، به ویژه وقتی که بارش شدید بـاران در قسـمتی از حوضـه هـا بـه صورت متمرکز و همزمان به هم برسند. وقوع سیلاب اخـیر نکـا چنین حالتی داشت. چرا که با توجه بـه مـدت بـارندگی کـه بـر اساس اطلاعات محلی حدود ۴ ساعت با شدتهای متفاوت در زیر حوضه های کوهسارکنده، چلمردی، درویشـان، کـارکم، گلـورد، لمرد، برما، متکازین، و دامنه های شمالی رود نکا باریدواز آنجاکه زمان تمرکز در این زیرحوضه ها۴ساعت است، می تـوان نتیجـه گرفت سیلاب حداکثر این حوضه ها در زمان ۴ سـاعت بـه هـم برخورد کرده اند و دبی پیک بالایی را ایجـاد نموده اند.

تجاوز به حریم رودخانه

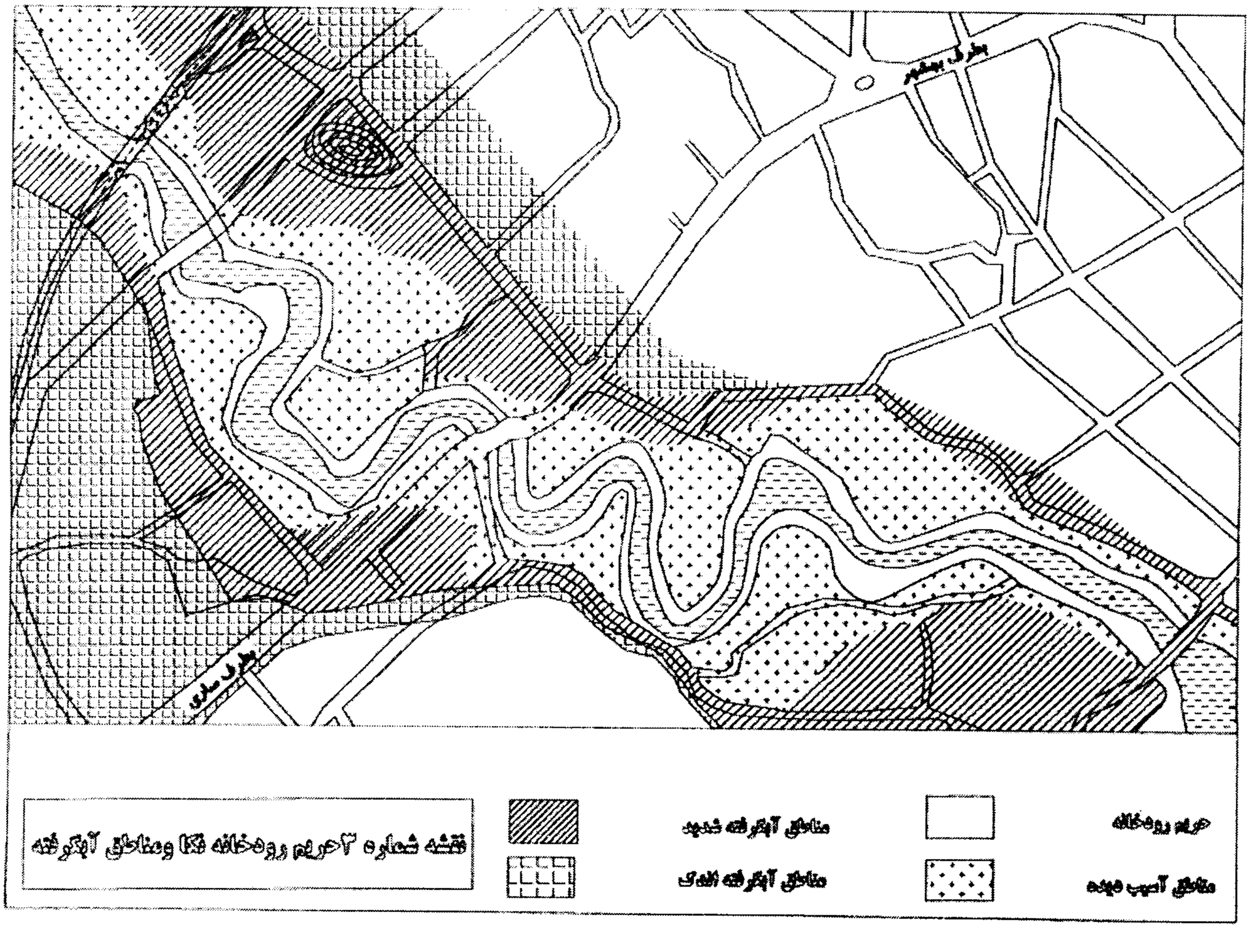
زمینهایی که بستر سیلها و بستر طغیانی رودخانه را تشکیل مـی دهـد، اراضـی وسوسـه انگیـزی بـرای سـاخت و سـازهای شهرنشینان می باشند. نباید فراموش کرد که این اراضی قسمتی از مسیل هستند و نباید مـورد تصـرف شهرنشـینان واقـع شـوند (اصغری مقدم، ۱۳۷۸). در شهر نکاء به دلیل سیلابهای متعـددی که هر ساله رودخانه با خود می آورد، جداره های آن در معـرض فرسایش قرار می گیرد. لـذا در سـالهای قبـل شـهرداری سـیل بندهای متعددی برای مهار سیل ایجاد نمود ولی بعـد از احـداث سیل بندها، بی توجـهی در حفـاظت از حریـم رودخانـه موجـب ساخت و سازهای غیرقانونی در زمینهای پیرامون رودخانـه شـد. بررسی نقشه شهر نکا در طـرح هـادی (مصـوب ۱۳۷۶/۱۰/۲۵) نشان می دهد که در این طرح حریم رودخانه تعیین شده اسـت. این در حالی است که بیشترین خسارت سیل متوجه حریم بـوده است و دلایل آن به ساخت و سازهای غیرقانونی قبـل و بعـد از تهیه طرح هادی بر مـی گردد. در ایـن میـان سـاخت کتابخانـه عمومی شهر نکا، سالن تربیت بدنی و ساختمان کمیتـه امـداد در حریم رودخانه قابل ذکر است. هر ۳ مورد در سـیل اخـیر آسـیب دیدند که کتابخانـــه شهر برای چندمین بار اسـت کـه آسـیب می بیند.

پیچان رود

پیچان رود در مـراحل اولیه خـــود به صورت U باز و در مراحل میانی به صورت U متعادل درمی آید و در مراحل آخر بـه صورت U بسته در می آید. در اثر طغیان، ابتدا دو انتهای آن بـه هم وصل شده و قسمت خمیده آن به صورت متروک بـاقی مـی ماند. در شهر نکا، اگرچه پیچ و خم هـا بـه صـورت U بـاز و یـا متعـادل هسـتند ولـی رودخانـه همچنـان درصـدد ایجـاد خـط مستقیمی است که راه خود را کوتاهتر کند و اگر دیواره بتونی در حاشیه رودخانه ساخته نشده بود، مطمئنا این تغییرات در سالهای گذشته ایجاد می شد. در سیل مورد مطالعه بـه دلیـل سـرعت و حجم آب، در بعضی از قسـمتها، آب رودخانـه بـا سـرعت مسـیر مستقیمی را انتخاب کرده و خیابانها را درنوردید. به عنوان مثـال خیابان شهرداری بیشترین تأثیر را از این شیوه تخریب پذیرفت و سیلاب علاوه بر این خیابان، خیابان راه آهن را نیز تحـت تـأثیر قرار داده و از انتهای خیابان راه آهن به رودخانـه ملحـق شـد. از آنجایی که اکثر ساختمانهای آسیب دیده شهر در پیچ و خمـهای رودخانه ساخته شده بودند می توان آن را از علل اصلی فراوانـی تخریب سیل دانست که برای عدم تکرار چنین حوادثـی بـاید از ساخت و ساز در این قسمتها جلـوگیـری بـه عمـل آورد. نقشـه شماره (۳) حریم رودخانه و نقاط آسیب دیده و نقاطی کـه دچـار آبگرفتگی شده اند را نشان می دهد.

وضعیت پل ها

در بسیاری از ساخت و سازها بـه جـهت صرفـه جوئـی در هزینه ها سعی می شود حتی المقدور از ابعاد طرح کاسـته شـود. در طراحی دهنه پل ها نیز عموما بدلیل هزینه بـالای طراحـی و ساخت آن سعی می شود این مسئله مراعـات گردد. در صورتـی که با توجه به عمر مفید، یک پل بایستی قادر باشد به سیل های با شدت در مدت متفاوت پاسخگو باشد. به عبارتی اگر عمر مفید یک پل احداث شده بر روی یک رودخانه یا سیل بـــه خصوص پل های درون شهری ۱۰۰ سـال باشـد، دهنـه هـای ایـن پـل بایستی بتواند سیل های با دوره برگشت ۱۰۰ ساله و بیشتـــر را



نقشه شماره ۲ حریم رودخانه نکا ومناطق آبگرفته

تخلیه نماید که در غیر این صورت دچار آسیب خواهد شد. در صورتی که عرض رودخانه در محل ساخت پل کم شده و به ۳۵ متر می رسد (شهرداریها، ۱۳۷۸) که برای رودخانه ای مانند نکا بسیار کم است. عرض کم پل باعث شده است تا قدرت کشش آن کم شده و در پی هر سیل نسبتاً بزرگ و حتی متوسط، آب از روی آن سر ریز کرده و باعث آب گرفتگی معابر و خیابان اصلی شود. علاوه بر کم عرض بودن رودخانه در محل پل، عامل مهمتر دیگری که باعث ورود آب به شهر شد شکستگی بخش جنوبی پل بود. در تاریخ ۱۳۷۸/۴/۲۱ (دو هفته قبل از سیل اصلی) سیلی به وقوع پیوست که با خود مقادیر زیادی مواد محموله غیر از ذرات خاک (تنه های درخت) حمل می نمود که باعث تخریب بخش جنوبی پل شد و این به اصطلاح «دال» را به صورت عمودی در دهانه مرکزی پل قرار داد. سیل اصلی که مواد ناخالصی بیشتری نسبت به سیل قبلی با خود حمل می نمود وقتی به پل اصلی می رسد و مسیر عبور خود را بسته می بیند، ناچار بر ارتفاع خود به صورت مصنوعی می افزاید. این افزایش سبب می شود مقداری از آب پس زده و در خیابانهای بخش جنوبی پخش شود و قسمتی دیگر از این آب از روی پل سرریز نموده و باعث خساراتی در بخش شمالی پل گردد. در حالی که اگر بعد از سیل ۱۳۷۸/۴/۲۱، آن قسمت از پل که تخریب شده بود، بلافاصله از دهانه مرکزی پل برداشته می شد، این پل همچنان قادر بود تا جریان بیشتری را از خود عبور دهد (شریفی و نوروزی، ۱۳۷۸). علیرغم حجم زیاد آب، بعضی از کارشناسان عقیده دارند رودخانه نکا در صورت مسدود نبودن، توان عبور ۹۰٪ از حجم سیلاب اخیر را داشته و آنچه که موجب طغیان شده، گرفتگی مسیر دهانه پل ها بوده است (اداره ارزیابی

مدیریت آبخیزداری جهادسازندگی، ۱۳۷۸).

بجز عوامل فوق می توان عوامل ذیل را در وقوع سیل نکا نام برد:

۱- دپوی نامناسب مقطوعات جنگلی در مسیر آبراهه ها در بالادست.

۲- ناموزون بودن کناره رودخانه مهروان و برخورداری از دیواره های سنگی با عرض کم در طول رودخانه و عدم کشش دبی بالا در آن.

۳- جریانهای گلی و واریزه ای و به همراه آوردن تعداد زیادی درخت توسکا در هنگام سیل.

بحث و نتیجه گیری

ضمن تائید فرضیه های اولیه و تأثیر ساختار جغرافیایی و عوامل طبیعی از جمله شدت بارندگی درایجاد زمینه ها برای به وقوع پیوستن سیل نکا، باید نقش سیل اول (۲۱ تیرماه) را در نظر داشت. سیل اول در نیمی از ابتدای حوضه اتفاق افتاد و خرابیهای ناشی از آن در ادامه رودخانه نکا باقی ماند که با سیلاب دوم حجم عظیمی از گل و لای و سنگ و تنه درختان قبلی و جدید حمل شده و مسئله فاجعه آمیز شد. پس از فروکش کردن سیل، عدم تسریع در جمع آوری تنه های عظیم درختان باعث ایجاد زمینه دپوی آن در حاشیه پل گردید. لذا پس از ورود سیل اصلی، به دلیل مسدود بودن دهانه پل توسط تنه های باقی مانده درختان و بدنه شکسته شده پل، کشش رودخانه کم شده و آب آن بالا آمده که این اتفاق به همراه حمل درختان جمع شده موجب افزایش خسارت گردید.

بررسی سیل نکا نشان می دهد، هر چند که ساختار عوامل طبیعی و جغرافیایی محیط مانند بارندگی و شیب و... در بروز سیل نقش داشتند ولی عوامل انسانی از جمله دخل و تصرف در طبیعت و از بین بردن جنگلها و مراتع نقش بیشتری در این زمینه داشته اند. طغیان رودخانه و سیل در واقع پاسخ طبیعت به اعمال و رفتار ما انسانهاست. رفتار طبیعتی که دیگر قادر نیست با از بین رفتن جنگلها و مراتع، آبهای باران را در خود جذب کند. سیل در واقع معلول رفتار اجتماعی انسان است. کمبود ضوابط و مقررات رسمی برای پیشگیری از سیل و بی توجهی به تعادل زیستی و نابود کردن جنگلها و در نهایت با ایجاد زمین عریان و بی دفاع بستری آماده برای سیل و تخریب به وجود آمد. (EASCP, 1989).

پیشنهادها

از مهمترین روشهای مقابله با سیل می توان به اقدامات ذیل اشاره نمود:

الف – اقدامات مدیریتی(Walesh, 1989)

- تهیه و توزیع نقشه های مشخص کننده حریم طغیانهای ادواری رودخانه ها و مسیل ها.
- مطالعه هیدرولوژی مناطق مختلف و محاسبه سیلابهای آنها برای دوره های مختلف بازگشت.
- قانونمند کردن تغییر کاربری اراضی
- نصب تابلو حد نهایی حریم در حاشیه رودخانه ها و مسیل ها.
- وضع قوانین و مقررات و نحوه استفاده از سیلاب دشتها و نحوه کاربری اراضی سیل گیر.
- نصب و به کارگیری سیستمهای هشداردهنده وقوع سیلاب بر اساس مطالعات هیدروکلیمایی.

ب – اقدامات مهندسی:

- اصلاح حوضه آبریز: اقدامات بیولوژیکی و مکانیکی را شامل می شود که هدف از این اقدامات، افزایش میزان نفوذپذیری خاک، کاهش سرعت هرزآب و حفظ آب و خاک می باشد. از مهمترین اقداماتی که در این زمینه می توان انجام داد، ابتدا جلوگیری از تخریب جنگلها و مراتع و جلوگیری از شخم زدن اراضی شیب دار و سپس تقویت پوشش گیاهی و گسترش جنگلها و اعمال آبخیزداری می باشد.
- اصلاح مناطق بالادست: به دلیل متمرکز بودن آبراهه ها در بالادست، هدف اصلی در این بخش باید

تـأخیر در رونـاب و تثبیـت در منـابع رسـوب باشـد. مهمترین اقداماتی که در این بخش می تـوان انجـام داد، ایجاد حوضچه های رسوب گیر، استخرهای جمع آوری آب و ایجاد سد است.

- اصلاح کانال اصلـی رودخانـه: اقداماتی کـه در ایـن بخش مـی تـوان انجـام داد شـامل اقداماتی بـرای پیشگیری از ایجـاد پیچـان رود و عبـور راحـت آب و رسوب از طریق ایجاد دیـواره هـای هـادی و بتونـی است.

سپاسگزاری

بدینوسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تـهران کـه امکان تحقیق را فراهم آورده اند و همچنیـن از راهنمـایی هـای همکار گرامی آقای دکتر حسن لشکری به ویژه در مباحث مربوط به اقلیم منطقه و نیز آقای سیدروح الله یداللهی کـه در تدویـن و جمع آوری اطلاعات و سایر مراحـل تحقیـق همکـاری شایسـته نموده اند، تشکر و قدردانی می شود.

منابع مورد استفاده

- اداره ارزیـابی مدیریـت آبخـیزداری جهادسـازندگی. ۱۳۷۸. گزارش سیل حوضه نکارود.
- استانداری مازندران. ۱۳۷۸. گزارشات استانداری مازندران بـه وزارت کشور در مورد خسارت سیل. (۱۳۷۸/۱۱/۳)
- اسدیان، خدیجه. ۱۳۷۱. شناخت زمین – دفتر مرکـزی جـهاد دانشگاهی.
- اصغری مقـدم، محمدرضـا. ۱۳۷۸. جغرافیـای طبیعـی شـهر (هیدرولوژی و سیل خیزی شهر)، انتشارات سعی.
- اطلس کامل گیتاشناسی (ایران و جهان). ۱۳۷۷. گیتاشناسی.
- افشین، یدالله. ۱۳۷۳. رودخانه های ایران. وزارت نیرو.
- جـداری عیوضـی، جمشـید. ۱۳۷۴. ژئومورفولـوژی ایـران. انتشارات پیام نور.
- سازمان آب منطقه ای مازندران. ۱۳۶۹. گزارشـی از وضعیـت هیدرولوژیکی رودخانه نکا و دشت جنوبی گرگان.
- سازمان برنامه و بودجه. ۱۳۶۸. ساختگاه رودخانه نکـا، طـرح جامع آب کشور حوضه های آبریز شمال.
- سازمان برنامه و بودجه. ۱۳۷۵. سرشماری عمومـی نفـوس و مسکن استان مازندران.
- ستاد حوادث غیرمترقبـه وزارت کشـور. ۱۳۷۸. گزارش وقـوع سیل.
- شریفی، فرود و نوروزی، غلامرضا. ۱۳۷۸. تحلیلـی بـر سـیل مرداد ۱۳۷۸. مازندران و گلستان- جنـگل و مرتـع – شـماره ۴۳.
- صادقی، سیدحمیدرضا. ۱۳۷۴. بررسی علل مؤثر در سـیلاب و ارزیابی عوامل قابل کنترل – جنگل و مرتع – شماره ۲۶.
- عسگری، علی بابا. ۱۳۵۱. بهشهر اشرف البلاد. تهران.
- غیور، حسنعلی. ۱۳۷۵. سیل و منـاطق سـیل خـیز در ایـران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره ۴۰.
- وزارت نیرو. ۱۳۷۲. خطر سیل و روشهای مقابله با آن. مجلـه آب و توسعه، شماره ۱.
- مجله شهرداریها، مهرماه ۱۳۷۸. جلد ۵.
- مطیعـی لنـگرودی، سیدحسـن. ۱۳۷۷. جغرافیـای اقتصـادی ایران. جهاد دانشگاهی مشهد.
- Andrew, G. 1989. The Nature of the Environment.
- Eacap. 1998. Proceeding of the seminar of community prepardness and disaster prevention W.R.S.
- Walesh, S. G. .1989. Urban Surface Water Management. John wiley and sons.