

بررسی پیرامون کیفیت روانابهای ناشی از بارندگی در حوضه ها

حمید پاک باز^۱، میلاد پیرمردیان^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران – مهندسی آب ، Pakbaz.hamid@yahoo.com

۲. کارشناسی مهندسی تکنولوژی عمران – آب و فاضلاب ، miladpi@yahoo.com

چکیده

کیفیت روانابها تابعی از عوامل مختلف است و امکان احیای آن به نوع و میزان آلاینده هایی بستگی دارد. در شروع بارندگی، بسیاری از آلودگیهای هوا در قطرات باران حل می شوند و کیفیت را تغییر می دهند. برآورد بار آلودگی روانابهای سطحی نیازمند شناخت ماهیت پارامترهای آلودگی و نحوه توزیع بار آنها در بخش های مختلف رواناب، است. پارامترهایی که کیفیت رواناب را تحت تأثیر قرار می دهند، مناطق نفوذپذیر و غیرقابل نفوذ به عنوان عاملی تاثیرگذار، شناخت فیزیکی رواناب، مدلسازی رواناب، زمان نگهداری، حوضچه های نگهداری تجمع رواناب ها و پدیده سیلاب و دیگر عوامل دخیل که از لحاظ کمی و کیفی رواناب را تغییر می دهند، در مقاله حاضر مورد مطالعه قرار گرفته اند.

واژه های کلیدی: بارش، رواناب، سیلاب، کیفیت

مقدمه

مطالعات متعددی رواناب شهری را به عنوان یک منبع عمده آلودگیها معرفی کردند. تاکنون بیش از ۶۰۰۰ آلاینده در رواناب شناسایی شده و این لیست در حال گسترش است. این لیست شامل رسوبات، فلزات سنگین، کلرید، هیدروکربنها، مواد مغذی، نیتروژن، فسفر، اکسیژن محلول، آفت کش ها و عوامل بیماریزاست. ادبیات منتشر شده تاکنون، حاکی از آن است که بار آلاینده حمل شده توسط سیستم زهکش رواناب در کشورهای در حال توسعه بالاتر از مقادیر منتشره شده در ادبیات موجود برای کشورهای توسعه یافته است.

روش های متعددی برای تخمین و کنترل کیفیت و کمیت رواناب های جریان یافته ابداع گردیده است، که هدف بررسی مدیریت و بالایی کیفیت در این رواناب ها می باشد. در طی سالها تلاش، برای کنترل خروجی رواناب شهری عموماً تمرکز بر کمیت بوده است و تنها در سالهای اخیر آگاهی در مورد نیاز به بهبود کیفیت آب افزایش یافته است و تاکید این نگرش بر کنترل آلودگی در منبع هایی مانند رواناب ها می باشد. با مدیریت رواناب ها می توان با حفظ کیفیت و جلوگیری از هدررفت آنها، هم از لحاظ حفظ منابع و هم از لحاظ اقتصادی به ارزش این مهم دست یافت. رواناب ها را می توان از طریق سازه های مرتبطی با هیدرولیک در حوضه ها کنترل نمود و این به نوع طراحی و اجرای سازه ها بستگی دارد که قابلیت حفظ کیفیت رواناب ها را نیز داشته باشند. در این تحقیق با در نظر گرفتن موارد فوق و دیگر مواردی که در کیفیت روانابهای حاصله از بارندگی نقش دارند به بحث و بررسی پرداخته شده است.

کیفیت رواناب های حاصل از بارندگی

باران در حین بارش و در طی پروسه گردش در زمین ، از لحاظ کمی و کیفی دچار تغییراتی می گردد . این تغییرات در رواناب های حاصله در اثر فرایندهای طبیعی و اثرگذار ، پارامترهای زیست محیطی و سایر عوامل بوجود می آیند و همواره در مسیر خود با موادی بصورت محلول و معلق آغشته می گردند و کیفیت اولیه آب بارش یافته را تغییر می دهند . در واقع بارش با عبور از اتمسفر ، گازها و یون های مختلفی را در خود حل کرده و آنها را به سطح زمین می رساند . آلودگی های صنعتی و گرد و غبار نیز یکی از مهمترین منابع تامین کننده مواد موجود در بارش هستند . آنچه اهمیت دارد مدیریت کارآمد بر جلوگیری از پایین آمدن کیفیت این رواناب ها می باشد که در سطح زمین جریان یافته اند و از منابع مهم برای زیستگاه ها به شمار می روند .

با توجه به گسترش روند شهری شدن و افزایش سطوح شهری که به دنبال آن به نابودی زمین های کشاورزی می انجامد ، مناطق غیرقابل نفوذ مانند سنگ فرش خیابان ها و جاده ها و مناطق مسکونی و ... همواره افزایش می یابد و در نتیجه رواناب های ناشی از بارندگی در حوضه های شهری نیز افزایش می یابد . این رواناب ها که در سطح شهر جریان می یابند با خود آلودگی های زیادی را مخلوط و حمل می کنند که باعث کاهش کیفیت منابع آب می شود . بنابراین لزوم شناخت عوامل تأثیرگذار در رواناب های جریان یافته حائز اهمیت است .

شکل (۱) . رواناب های حاصله از بارندگی



نگهداری سطحی جریانات ناشی از باران ، نفوذهای سطحی و الگوهای زهکشی که تحت تأثیر عواملی نظیر نوع خاک و عوارض منطقه قرار دارند در روند رواناب ایجاد شده در منطقه نقشی تعیین کننده دارند و همین عوامل هستند که در حین شستشو و فرسایش خاک مسیر جریان ، ظرفیت مناسب برای عبور رواناب و کیفیت رواناب ها را تعیین می سازند . شهرها که دارای مناطقی غیرقابل نفوذ یا دارای قابلیت نفوذپذیری کم هستند موجب انباشت آب و جاری ساختن آنها در منطقه می شوند که ازدیاد حجم و شدت رواناب و سیلاب را به دنبال خواهند داشت و این امر کیفیت آب باران را نیز تحت تأثیر قرار می دهد .

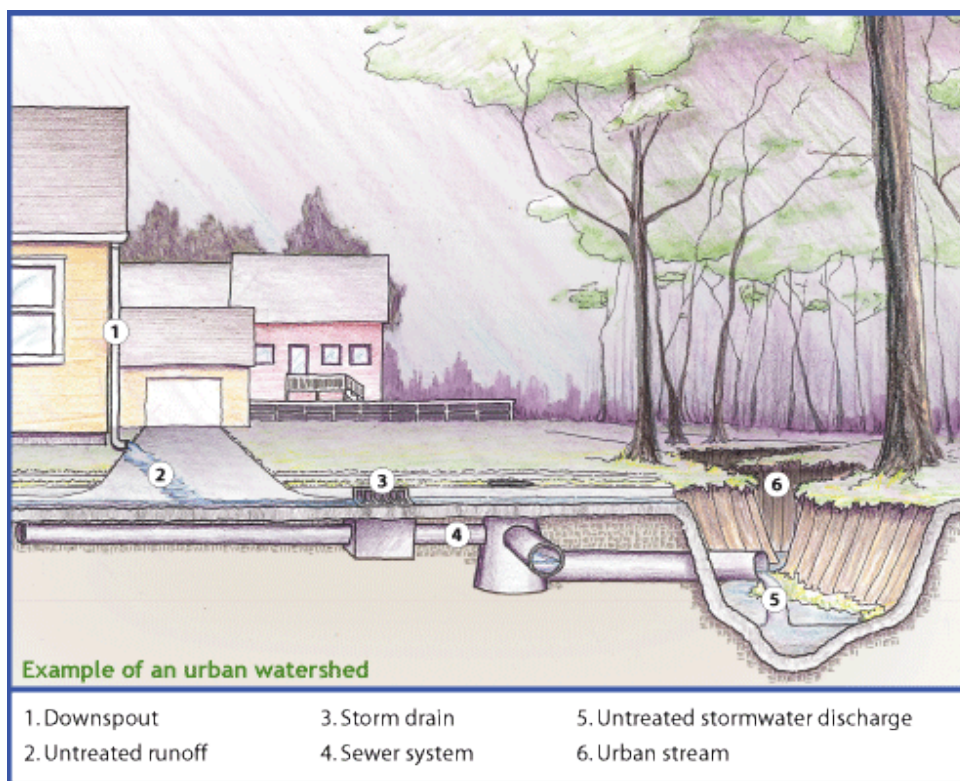
آب باران در مناطق غیرقابل نفوذ شهری آلودگی های تجمع یافته ناشی از رویدادها و منابع مختلف در روزهای خشک را شسته و این آلودگی ها توسط رواناب شسته و به منابع آب می پیوندند . منابع آلوده کننده آب که با رواناب شهری حمل می گردند ممکن حاوی مواد سمی مختلفی باشند که به عنوان مهمترین تهدید کننده منابع آب محسوب گردند .

مواد و روش ها

مهمترین عوامل آب و هوایی موثر در یک حوزه آبریز که شکل و حجم هیدروگراف را نیز تحت تأثیر قرار می دهند عبارتند از : اندازه و شکل حوزه آبریز ، طبیعت شبکه جریان ، شیب زمین و کانال اصلی ، قابلیت ذخیره در حوزه آبریز . معادله پیوستگی برای پدیده بارش-رواناب بیان می کند که میزان بارش به وقوع پیوسته برابر با مجموع جبری آب سطحی ، نفوذ تبخیر ، و افزایش ذخیره می باشد . آب حاصل از بارش به شکلهای گوناگونی به جریان سطحی تبدیل می گردد . مدیریت کیفی سیستم های منابع آب شامل آب های سطحی و زیرزمینی و بررسی سیگنال های دراز مدت اقلیمی در پیش بینی بارش و رواناب ، از طرح های جامع آب و کاهش آلودگی آب می باشد.

در طی سالها تلاش برای کنترل خروجی رواناب عموماً متمرکز بر کمیت (برای مثال زهکشی کنترل سیلاب) و تنها تا حدودی کیفیت رواناب (برای مثال کنترل فرسایش و رسوب) بوده است. در هر حال در سالهای اخیر آگاهی در مورد نیاز به بهبود کیفیت آب افزایش یافته است. برای کاهش اثرات ناشی از کیفیت و کمیت رواناب در حوضه های شهری ، سازه های متعددی به کار گرفته می شود . مشخصاتی مانند نوع ، اندازه و چگونگی این سازه ها به تناوب ، اندازه و شدت رواناب و نیز میزان آلودگی انباشت شده در این مناطق بستگی دارد . تهیه و جمع آوری اطلاعات در مورد کمیت و کیفیت رواناب حاصله از بارندگی در مناطق شهری می تواند به جهت طراحی و کاربردهای عملی مدیریتی رواناب در حوضه های شهری مهم و اساسی باشد .

شکل (۲) . زهکشی شهری برای هدایت آب



بررسی فیزیکی رواناب

از عوامل مهم در کیفیت شیمیایی و فیزیکی عناصر و ترکیبات مختلف در آبها می توان به بررسی آنیونها و کاتیونها که بسیاری از ویژگی های آب را مشخص می کنند اشاره نمود .

Ph باران معمولی ۵/۶ یا بیشتر می باشد . این Ph اسیدی تر از آب مقطر است چون حتی باران های غیرآلوده هم دارای مواد طبیعی ناشی از خاکسترهای آتش فشانی ، آتش سوزی های جنگل و سایر موارد می باشد . بارش با ph کمتر از ۵/۶ بارش اسیدی نامیده می شود . با کاهش ph اسیدیته بیشتر می شود و با توجه به مقیاس لگاریتمی اعداد به نسبت ده برابر تغییر می کنند . در نتیجه کمترین تغییرات ph باعث تغییرات زیادی در سطح اسیدیته شده و توان ایجاد خطر را بالا می برد .

Ph آب باران که به سطح زمین می رسد با توجه به کاتیون های موجود در زمین از جمله کلسیم و سدیم و منیزیم تغییر یافته و حالت قلیایی می یابد . به همین دلیل بسیاری از آب های سطحی دارای ph بین ۷/۵ تا ۸/۵ می باشند ، در مورد آبهای زیرزمینی نیز همین مسئله وجود دارد . ph آب طبیعی بر واکنش های بیولوژیکی و شیمیایی تأثیر می گذارد . حلالیت یونهای فلزی را کنترل می کند و بر محیط آبی طبیعی اثر می گذارد .

عامل مهمی که در کیفیت آب نقش داشته و اثر زیادی در جابجایی و تبدیل شیمیایی و یونیزه شدن مواد دارد TDS (غلظت املاح محلول) می باشد . از دیگر شاخص های تعیین کننده کیفیت آب ، سختی کل آب یا TH می باشد که بر مبنای کربنات کلسیم مورد سنجش قرار می گیرد . از راههای تعیین غلظت یونهای محلول در آب نیز ، اندازه گیری هدایت الکتریکی آب می باشد .

مدلسازی

با توجه به اینکه روش های سنتی نمونه گیری برای پایش کیفیت آب ، زمان بر ، پرهزینه و خطرآفرین هستند ، برای ارزیابی کیفیت آب از مدلسازی بهره گرفته می شود که مدلسازی ابزار کارآمدی است که در انواع مختلف مدل ها جهت پیش بینی رواناب ، رسوب و حرکت انواع آلاینده ها و شبیه سازی کاربری های متنوع و متفاوت از زمین به کار رفته اند .

مدلها میتوانند با شبیه سازی و ارزیابی سناریوهایی با حداقل تأثیر زیست محیطی بدون نیاز به آزمون و خطا به سیاست گذاران در طراحی راهکارهای بهتر برای مدیریت رواناب شهری در آینده کمک کنند. مدلهای هیدرولوژی که این امکان را می دهند تا با شبیه سازی فرایند رواناب حاصل از بارندگی در حوزه هایی که جریان رودخانه اندازه گیری نشده است بارش- رواناب با حداقل زمان ممکن و کمترین هزینه ارزیابی شود.

قابلیتهای شبیه سازی بارش رواناب عبارتند از : تخمین بهینه پارامترهای هیدروگراف واحد ، نرخ تلفات و روندیابی رودخانه ، شبیه سازی رواناب حاصل از طوفان تاریخی یا طوفان طراحی ، محاسبه منحنی فرکانس خسارت و خسارت سالیانه مورد انتظار برای سیلاب های مختلف ، شبیه سازی خروجی از مخزن جهت تحلیل ایمنی سد . شبیه سازی بارش-رواناب در مدل شامل تخمین رواناب ، روندیابی مخزن و رودخانه و ترکیب هیدروگرافها می باشد .

پارامترهای مهم در کیفیت رواناب

زمان نگهداری رواناب به سرعت ته نشینی مواد آلوده کننده موجود در آب بستگی دارد. " ویپل " و " رندال " (۱۹۸۳) نشان دادند که متوسط زمان ته نشینی برای نگهداشتن 60٪ از مواد جامد معلق درآب، سرب و هیدروکربنها و 45٪ از BOD کل، مس، فسفاتهای روانابهای ناشی از رگبار در حوضچه های شهری، حدود 18 ساعت است. بهترین تخمین از سرعت ته نشینی مواد موجود در آب توسط EPA در جدول زیر گزارش شده است : این جدول ، براساس اندازه گیری 50 نمونه رواناب، از هفت ایستگاه نمونه برداری حوضه شهری تهیه شده است .

جدول (۱). سرعت ته نشینی در رواناب شهری (EPA, ۱۹۸۶)

متوسط سرعت ته نشینی (فوت در ساعت)	درصد جرم مواد در رواناب شهری	اندازه ذره
۰.۰۳	۰-۲۰	۱
۰.۳۰	۲۰-۴۰	۲
۱.۵۰	۴۰-۶۰	۳
۷.۰۰	۶۰-۸۰	۴
۶۵.۰۰	۸۰-۱۰۰	۵

امکان احیای کیفیت رواناب های شهریکه تابعی از عوامل مختلف است به نوع و میزان این آلاینده ها بستگی دارد. برآورد بار آلودگی روانابهای سطحی نیازمند شناخت ماهیت پارامترهای آلودگی و نحوه توزیع بار آنها در بخش های مختلف رواناب، است. در لحظات نخست بارندگی هنگام جاری شدن رواناب، بار آلودگی شدید است که این پدیده، شست و شوی اولیه نامیده می شود. در صورت وجود این پدیده، برای حذف روانابهای سطحی، کنترل بخش اولیه آنها کافی خواهد بود. در صورت کنترل بخش اولیه، تا حد زیادی از حجم تجهیزات کنترل بار آلودگی کاسته خواهد شد.

روشهای متنوعی برای کنترل و مدیریت روانابهای شهری وجود دارد که از میان آنها سیستم های تزریق و به خصوص حوضچه های نگهداری رواناب بسیار رایج و اقتصادی می باشند. از اوایل دهه 70 میلادی در بسیاری از نقاط دنیا مطالعه و تحقیق در زمینه این حوضچه ها آغاز شد و در سالهای نیز روند تحقیقات به دلیل روش ساخت آسان و بازدهی مناسب ادامه یافت. عمده آلودگیها در این روانابها ناشی از عبور و مرور خودروها و کیفیت روسازی بزرگراهها بوده و شامل مواد نفتی و هیدروکربنی، لاستیک، دوده و امثال آن است. تعیین کیفیت روانابهای شهری نیز در ادامه تحقیقات قبل، طیف گسترده ای از آلاینده های مختلف از جمله فلزات سنگین، مواد معلق و ... را شامل شده است که این موضوع نیز توسط تعداد زیادی از محققان گذشته بررسی گردیده است.

مواد مغذی از جمله نیترات و فسفات از جمله دیگر آلودگیهای مشاهده شده در تحقیقات گذشته است که توسط رواناب شهری به منابع آب مثل : دریاچه ها، دریاها، آبهای جاری و زیرزمینی وارد می شود و باعث اختلال در چرخه غذایی و نظام اکولوژیکی این مکانها می شوند. این تاثیرات نامطلوب زیست محیطی، مخصوصا بر روی گونه های گیاهی و جانوری در اکوسیستم های مختلف آبی و خاکی تاثیرات زیادی داشته که توسط محققان زیادی در سراسر جهان بررسی و گزارش شده است. در همین رابطه اثرات مخرب آلاینده های موجود در رواناب و تجمع آنها در بافت پرندگان و حیوانات آبی که در راس هرم یک چرخه غذایی قرار دارند توسط محققان مختلف گزارش شده است.

از آلاینده های مهم دیگری که در رواناب شهری وجود می توان به مواد هیدروکربنی خطرناک فلزات سنگین از جمله: سرب، روی، کادمیوم، مس، آهن، آلومینیوم و غیره اشاره کرد. با توجه به نوع سطوح و عوامل مختلف، غلظت این آلاینده ها بسیار متغیر است، در این زمینه بیش از سیصد مرجع مختلف در جهان و بالغ بر 1300 داده به صورت میانگین گزارش شده است. پژوهشگران راهکارهای متنوعی برای حذف آلودگی پیشنهاد نموده اند که از آن جمله استفاده از مواد جاذب مختلف و بسترهای ماسه ای به عنوان فیلتر مطرح هستند.

حوضچه های نگهداری رگبار به منظور کنترل آلودگی آب

اهداف طراحی در حوضچه نگهداری رگبار برای کنترل آلودگی کاملا متفاوت از آن است که در طراحی حوضچه های کنترل سیلاب در نظر گرفته می شود.

در یک پروژه کنترل سیلاب معمولا رواناب با احتمال وقوع کم در طراحی منظور می شود در حالی که متوسط آلودگی در روانابهای کوچکتر که بارها در سال اتفاق می افتد وجود دارد. همان طوری که "ویپل" و "رندال" (1983) اشاره کرده اند سیلابهای کوچکتر نسبت به سیلابهای بزرگتر دارای غلظت آلودگی بیشتری هستند و این سیلابهای کوچک صدها بار در طول عمر یک سازه اتفاق می افتند. بنابراین رواناب طرح باید براساس رگبار طرح در نظر گرفته شود و برای یک سازه استفاده گردد. حوضچه نگهداری طراحی شده بر اساس رگبار طرح باید (الف) حوضچه توانایی

نگهداری آب را به اندازه کافی داشته باشد تا تصفیه آب به حد مجاز برسد و (ب) حوضچه توانایی تخلیه رواناب را هر چه سریعتر داشته تا فضای کافیسيلاب بعدی داشته باشد.

پدیده رواناب و سیلاب

نزولات جوی مانند باران وقتی به شکل رواناب در سطح زمین جاری می گردند تحت تأثیر عواملی نظیر نفوذناپذیری سطح زمین در بافت شهری ، که سبب تجمع آبها می گردند ممکن است پدیده سیلاب را بوجود آورند . اطلاعات بهتر در قالب فرمی از داده ها در مورد خسارت وقوع سیلاب ، درجه آبیگری (طغیان رودخانه) ، شدت و فرکانس جاری شدن سیل های اساسی در تمامی تصمیم گیری ها منطقی است . با این حال تحقیق به منظور بهبود و اصلاح روشهای موجود با ایجاد رویکرد و یا مدل کاملاً جدید مورد نیاز است که به استثناء مدل های اکوسیستم رودخانه بسیاری از تحقیقات و آنالیزها نیز لازم می باشد .

شکل (۳) سیلاب شهری



داده هایی که در پیش بینی سیل مستمرا مورد نیاز است (متغیرهای ورودی) به شرح ذیل است :

بارندگی قبل از شروع طوفان در حوضه آبریز ، سطوح مختلف اشباع خاک در نقاط مختلف حوضه آبریز، جریان رودخانه در نقاط مختلفی که بالادست نقطه مورد نظر قرار دارند، مشخصات پوشش برفی و درجه حرارت در حوضه هاییکه در آنها سیلابها در اثر ذوب برف جاری می شوند و ظرفیت ذخیره و تراز آب مخازن حوضه، علاوه بر اینها هر جا که لازم باشدمساحت حوضه و زمانهای پیش هشدار سیلاب، بارندگیهای پیش بینی شده خطر آفرین، موقعیت و میزان بارندگیهای پیش بینی شده باید مورد استفاده قرار گیرند. طبیعتاً پیش بینی سیل بر حسب تراز آب در اشلهای نصب شده در طول رودخانه یا بر حسب میزان تخلیه سیلاب در نقطه مورد نظر، بیان می شود. مضافاً، در صورت امکان باید میزان حداکثر سیل و زمان وقوع آن پیش بینی و اعلام شود.

شکل (4) پدیده سیلاب



اطلاعات بارندگی به دلایل ذیل شاید مهمترین موارد در پیش بینی سیل باشد:

- متغیری است که به راحتی قابل اندازه گیری باشد
- اولین عامل شکل گیری و گسترش سیل است
- متغیری است که گسترش جریان را تسریع می کند
- متغیری است که با کار بروی آن، پیش بینی سیل را میتوان دقیق تر کرد

کیفیت اندازه گیری عامل تعیین کننده دیگر است که بر کیفیت پیش بینی تاثیر گذار است. دو عاملی که عموماً کیفیت اندازه گیری نامطمئن دارند عبارتند از: اندازه گیری جریان آب و اندازه گیری نفوذپذیری خاک و میزان اشباع آن.

نتایج

بهسازی مسیر رودخانه ها بویژه در نواحی کوهستانی شامل اقداماتی است که در شیب رودخانه تغییر ایجاد کرده و شیب را به نیمرخ طولی متعادل نزدیک می کند. بصورت تعوری در این نوع پروفیل مصالح فرسایش یافته از حوضه آبریز در جریان آب حرکت میکند بدون اینکه فرسایش یا رسوب گذاری در بستر صورت پذیرد. عمل متعادل کردن شیب با احداث یک سلسله آبشکن، شیب شکن یا سدهای کوتاه در امتداد جریان آب و مسیر آن عملی می باشد که با کاهش شیب، از سرعت جریان کاسته شده و آبشستگی در طول مسیر کاسته میشود. از این اقدامات میتوان برای ارتقاء محیط زیست مثل حوضچه های پرورش ماهی استفاده کرد.

مواردی که در این زمینه دارای اهمیت می باشد، طبق بندهای زیر توصیه می گردد:

- تغییرات در دستورالعمل ارزیابی جامع پروژه های منابع آب، به منظور تطبیق کیفیت زیست محیطی همراه با اهداف ملی
 - تخصیص بودجه از طریق سازمان های مربوط و کسب برنامه ای برای اراضی راکد و بهینه سازی این موضوع
 - توجه روز افزون به مسال زیست محیطی و به دنبال آن عملیات و تعمیر و نگهداری و فاجعه های پیش بینی نشده
 - ناشی از وقوع سیلاب و پایین آمدن کیفیت منابع آب، بهبود فعالیت ها
- توجه به تمام راههای جایگزینی برای کاهش آسیب پذیری سیل و جلوگیری از صدمات ناشی از پدیده انباشتگی روناب (سیلاب) و ارائه راه حل های ساختاری و هدفمند .
 - توسعه دادن استراتژیهای هماهنگ برای هدایت برنا مه های متعدد مرتبط با آبخیزداری
 - بهره برداری از علم و تکنولوژی برای پشتیبانی از نظارت، تجزیه و تحلیل، مدل سازی، و توسعه سیستمهای پشتیبانی تصمیم گیری
 - و سیستم های اطلاعات دجغرافیایی، فعالیتهای دشت سیلابی.

منابع

- [1] اکان، عثمان، 1381. "هیدرولوژی رگبار در حوضه های شهری" انتشارات دانشگاه شهید چمران (اهواز) .
- [2] امامی، کامران . " روشهای غیرسازه ای مدیریت سیلاب " (کارگاه فنی) مشاور عالی (جهاد توسعه منابع آب) .
- [3] مهدوی، محمد ، 1386. "هیدرولوژی کاربردی" انتشارات دانشگاه تهران (چاپ پنجم)
- [4] کارآموز، محمد و عراقی نژاد، شهاب ، 1389. "هیدرولوژی پیشرفته" انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
- [5] Eugene Z. Stakhiv, November 1995. " Floodplain planning and management for extreme floods "U.S.- Italy Research Workshop on the Hydrometeorology, Impacts, and Management of Extreme Floods Perugia (Italy)
- [6] سلطانی، مریم، 1388. "مدلسازی کیفی نهادهای درون شهری " پایان نامه کارشناسی ارشد