چهارمین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی در
مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری
و سومین کنفرانس و نمایشگاه تخصصی انبوه سازان مسکن و ساختمان استان تهران
۷ و ۸ بهمن ماه ۹۵، تهران، ایران

روش های سازه ای و غیرسازه ای کنترل سیلاب شهری

ساره بازاری[1*]، الهام حق شناس[2]، علی نصیریان[3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-آب، دانشگاه بیرجند
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-آب، دانشگاه بیرجند
۳- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه بیرجند

چکیده:

سیلاب ها به عنوان یکی از مهمترین حوادث غیر مترقبه در جهان همه ساله خسارات جانی و مالی جبران ناپذیری را بـه بار می آورند. کشور ایران نیز با توجه به اقلیم مدیترانه ای جزو کشورهای سیل خیز می باشد. سیل به هنگام ورود به مناطق شهری موجب ایجاد خسارات و گاهی تلفات زیادی می گردد که در بیشتر موارد تأثیر انسان و تخریب محیط زیست موجب تشدید خسارات در هنگام وقوع سیل میشود. لذا مدیریت و مهار سیلاب نقش مهمی در کاهش خسارات ایفا می کند. درمقاله حاضربه روش های کنترل و مهار سیلاب اشاره شده که شامل روش های سازه ای، غیر سازه ای و ترکیبی می باشد و در ادامه به مقایسه این روش ها پرداخته شده است. نتایج نشان می دهد گر چه هر سه این روش ها دارای معایب و مزایای خاص خود می باشند ولیکن روش ترکیبی نسبت به دو روش دیگر کارایی بهتری دارد.

کلمات کلیدی: سیلاب، کنترل سیلاب، روش های سازه ای، روش های غیرسازه ای

۱-مقدمه:

سیل به علت بارندگیهای طولانی، ذوب برف، شکست سد، زلزله در اقیانوسها و ایجاد امواج سونامی، لغزش زمین، وقوع حداکثر مد در دریاها و کوتاهی انسان در عدم استفاده از سیل بند و یا عدم طراحی صـحیح رودخانـه هـا رخ مـیدهـد.

بطور کلی برای مدیریت سیل شناخت نوع سیل و دلایل بوجود آمدن آن از اهمیت بسزایی برخوردار میباشد .دلایل وقوع سیل را میتوان به طور کلی به سه دسته کلی شامل عوامل جوی، عوامل زمینی و عوامل انسانی طبقه بندی نمود. در بیشتر موارد تأثیر انسان و تخریب محیط زیست موجب تشدید اثرات عوامل طبیعی در هنگام وقوع سیل میشود .از عوامل اصلی جاری شدن سیل در شهرها بارش نزولات جوی با شدت بالا و به صورت طولانی مدت میباشد که در صورتیکه اقدامات جدی جهت هدایت و انتقال سیلاب پیش بینی نشده باشد می-تواند موجب آب گرفتگی و بروز صدمات جدی به تأسیسات شهری شود. سیلاب و خسارات آن با همه پیچیدگی هایش قابل بررسی و مطالعه بوده و راه های مختلفی جهت مهار و کـاهش خسـارات آن وجود دارد. امروزه دراغلب کشورهای جهان از دو روش مجزا بـه نام هـای

1- Email: Sarebazari@yahoo.com

روشهای سازه ای و غیرسازه ای و همچنین ترکیبی از هر دو روش مذکور جهت مهار سیلابها استفاده میگردد. تجربیات جهانی نشان میدهد که یک راه حل مشخص و مطمئن برای مهار و کاهش خسارات سیلاب برای کلیه مناطق سیلگیر وجود ندارد و به تناسب محدودیتها و امکانات مناطق مختلف میتوان روشهای متناسبی را مورد استفاده قرار داد.

در مقاله حاضربه روش های کنترل و مهار سیلاب اشاره شده و سپس به مقایسه روش های سازه ای وغیرسازه ای مهار سیلاب پرداخته شده است.

۲-تعاریف:

۲-۱-سیلاب

به جریان زیاد آب درسطح زمین سیلاب گفته می شود و هیدرولوژی سیلاب به بررسی پدیده سیلاب و مقادیر آن در زمان و مکان می پردازد.

۲-۲-علل وقوع سیلاب

وقوع سیلاب به شدت، مدت بارندگی ،ناهمواری زمین،شرایط خاک و پوشش گیاهی بستگی دارد. سیلاب ها به دو دسته تقسیم می شوند : طبیعی و مصنوعی. سیلاب طبیعی در اثر بارش شدید و سیل مصنوعی در اثرشکست سد یا دیواره های حفاظتی کنار رودخانه و آزاد سازی ناگهانی آب ذخیره شده پشت این موانع رخ می دهد.

۳-روشهای مقابله با سیل

عملیات مهار سیلاب به فعالیتهایی گفته می شود که به منظورکاهش خسارات ناشی از سیلاب انجام می شود . در انتخاب روش مناسب برای مهارسیلاب توجه به مسائل اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و توانایی های فنی و تخصصی حائز اهمیت است. روش های مهار سیلاب در سه گروه طبقه بندی می شود:

۱- روش های سازه ای
۲- روش های غیر سازه ای
۳- روش های ترکیبی

۳-۱-روش های سازه ای مهار سیلاب

روش های سازه ای به محاسبه شدت جریان و تراز آب قبل از وقوع سیل می پردازد. دراین روش برای احداث سازه مناسب ،شناخت خصوصیات ژئوتکنیک و ساختارهای زمین شناسی نیاز است. از روش های سازه ای در مهار سیلاب میتوان به موارد زیر اشاره نمود:

۳-۱-۱-مخازن تاخیری

در روش هایی مانند انحراف معیار و احداث مخازن و حوضچه های تاخیری هدف کاهش شدت و دبی اوج جریان سیلابی می باشد. از آن جا که مهمترین عامل در بروز خسارات ناشی ازسیل ، حداکثر دبی هیدروگراف آن است، در صورتی که بتوان با ایجاد تغییر در مشخصات هیدروگراف، نقطه اوج آن را کمترو زمان پایه آن را طولانی تر کرد ، خسارت ناشی از سیلاب تا حد زیادی کاهش خواهد یافت. احداث بند در سر شاخه های حوضه آبریز از جمله راهکار های رایج در افزایش زمان تمرکز حوضه آبریزو به تبع آن کاهش حداکثر دبی هیدروگراف سیلاب می باشد.این موضوع اساس ایده استفاده از مخازن کندکننده (تاخیری) در کنترل سیلاب خروجی از حوضه رودخانه است. (۱).

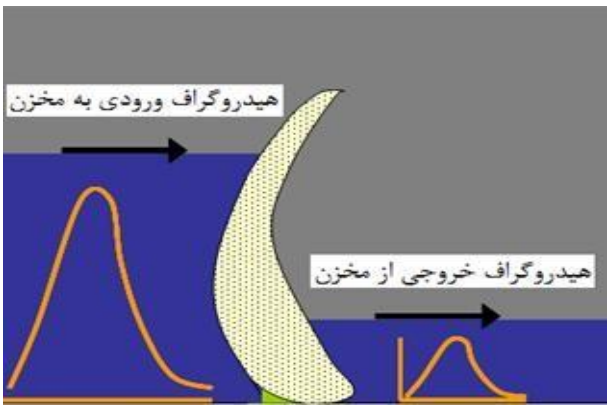
تاثیر احداث مخازن تاخیری در حوضه آبریز آبخروارزا در مقایسه با عملیات موضعی مهندسی رودخانه برای کنترل سیل در محدوده شهر بهبهان بررسی کردند.نتایج بیانگرآن بود کنترل سیلاب توسط مخازن تاخیری در حوضه آبریز منتهی به شهر،در مقابل گزینه های کنترل سیل در محدوده شهری و عملیات مهندسی رودخانه، چه به لحاظ اقتصادی و چه به لحاظ امنیت روانی از اولویت ویژه ای برخوردار است (شکوهی و دانشور ۲۰۰۷) در ارزیابی روش های کنترل و مدیریت سیلاب Green و همکاران، گزینه استفاده از سدهای مخزنی و تاخیری را گزینه ای مناسب و با کارایی بالا برای کنترل سیلاب معرفی کرده اند.(۲)

۳-۱-۲-سد مخزنی

با احداث سد مخزنی ، آب مازاد برای زمان کم آبی ذخیره شده و از جریان آن در آبراهه و ایجاد سیلاب جلوگیری می شود. مخزن سد علاوه بر کاهش پیک سیل، می تواند به عنوان یک سازه تأخیری عمل کرده، هیدروگراف سیل را پهن تر و بازتر نماید و رواناب را با ایمنی بالاتری عبور دهد. البته خروجی مخزن هنگام سیل باید برابر ظرفیت ایمن رودخانه (ظرفیت کشش رودخانه) باشد.

سدهای مخزنی معمولا چندهدفه هستند و برای دستیابی به بیش از یک هدف ساخته و بهره برداری می شوند. بطور مشخص اهداف دیگر بهره برداری از سدها غیر از هدف کنترل سیلاب می تواند شامل هدف تأمین نیاز آب شرب و کشاورزی، تولید برق)هدف برقابی(، تفریحی و ... باشد. (۳)

در بهره برداری از سدهای چندهدفه (چند منظوره) معمولا دستیابی به اهداف مختلف در تعارض با هم هستند. برای تأمین هدف کنترل سیل لازم است حجم بیشتری از مخزن خالی باشد تا موقع ورود سیل فضای کافی برای ذخیره سیل وجود داشته باشد (۴). در حالیکه در راستای تأمین اهداف دیگر نباید آب مخزن بی جهت تخلیه شود و باید در جهت حفظ آب تلاش کرد. بعبارت دیگر ارضای هدف کنترل سیل به معنی پایین نگه داشتن تراز آب مخزن است در صورتیکه ارضای اهداف برقابی، تأمین نیاز و ... بمعنی بالانگه داشتن تراز آب مخزن است(۵)



شکل ۱- تاثیر مخزن ذخیره روی کاهش دبی پیک سیل

۳-۱-۳-سیل برگردان یا سازه های انحراف سیل

کانال های انحراف معمولا جهت انتقال دبی مازاد بر ظرفیت حمل رودخانه در نقاط حساس طراحی می گردند . اغلب این کانال ها از نقاطی در بالادست شهرها شروع می شوند و پس از دور زدن شهر در محل مناسبی دوباره به رودخانه می رسند یا حتی ممکن است به یک رودخانه بزرگ دیگر و یا به یک سد مخزنی یا تأخیری هدایت شوند.

انحراف سیلاب رودخانه ها و مسیل ها ، یکی از بهترین روش های کنترل سیل است که تأمین کلی بوجود آورده و جریان سیلاب و مخاطرات ناشی از آن را از سیستم رودخانه دور می سازد. طراحی سیستم های انحراف باید بگونه ای باشد که تحمل وضعیت های استثنایی نظیر شکست سد انحرافی را داشته و خود در اثر سرریزی و یا تخریب ، خسارات اضافی ببار نیاورند. آبگیرهای کانال های انحراف بایستی بطور خودکار عمل کرده و احتیاج به مراقبت و نگهداری نداشته باشند. در صورت وجود شرایط توپوگرافی مناسب برای انحراف مسیر رودخانه ،این روش را می توان بطور مؤثری جهت کنترل سیلاب رودخانه های شهری استفاده نمود. از اثرات منفی سیستم های انحراف می توان به تجمع و افزایش رسوبات در کانال انحراف اشاره کرد. (۳)

۳-۱-۴-سد لاستیکی (مهار آب با آب)

روش مهار آب با آب یک تکنولوژی نسبتاً جدیدی است که در آن از ورق های لاستیکی برای ایجاد سدهای لاستیکی لوله ای شکل در امتداد رودخانه با ضخامت و مشخصات فنی محاسبه شده استفاده می گردد. در این روش ورق های لاستیکی تا شده در کناره ها بر روی سکوی بتنی مناسبی به شکلی کارگذاری می گردد که هنگام وقوع سیلاب، جریان آب وارد این ورق ها شده و با ایجاد تورم موجب لوله ای شدن ورق ها و افزایش ارتفاع آن میشود (تا ارتفاع 10 متر). متعاقباً افزایش ارتفاع لوله همانند یک سد از لبریز شدن جریان از کناره های رودخانه جلوگیری می نماید.

۳-۱-۵-اصلاح مسیر

اصلاح مسیر یا ساماندهی رودخانه جهت مهار سیلاب به سلسله عملیاتی اطلاق میگردد که موجب افزایش مقطع رودخانه و سرعت جریان شده و متعاقباً ظرفیت انتقال آب را به میزان قابل توجهی افزایش و زمان تمرکز سیلاب را کاهش می دهند. بهسازی و اصلاح مسیر رودخانه ها به منظور کاهش عوامل اصطکاکی و افزایش ظرفیت انتقال جریان و یا به عبارتی آماده سازی مسیر رودخانه برای عبور ایمن سیلاب انجام می گیرد. عملیات اصلاح مسیر وساماندهی رودخانه ها معمولاً به کمک فعالیت هایی از قبیل پاکسازی پوشش گیاهی از کانال اصلی، لایروبی انباشته-های رسوبی (نظیر پشته ها و جزایر رسوبی) از بستر رودخانه، اصلاح هندسی مسیر با ایجاد میانبرها و حذف قوس ها، اصلاح ساختارهای هیدرولیکی متقاطع، موازی و غیره، هدایت جریان در مقاطع هیدرولیکی مناسب،تثبیت و کنترل شاخه های پر رسوب و تثبیت بستر، کناره ها و شیب های ناپایدار انجام می گیرد.

۳-۱-۶-تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی

یکی از راه های جلوگیری از هدر رفتن سیلاب ها و آب های سطحی اضافی، تغذیه آنها به زیرزمین و ذخیره آنها در لایه های آبدار است که به آن اصطلاحاً تغذیه مصنوعی می گویند. تغذیه مصنوعی به روش های مختلف انجام می شود که به شرایط محل و امکانات موجود وابسته است .در روش پخش سطحی آبهای اضافی به طرف حوضچه ها یا استخرهایی منحرف می شود تا از کف نفوذپذیر آنها به داخل زمین تراوش کند .البته قبل از ورود به داخل این حوضچه ها وارد یک حوضچه رسوبگیر می شود تا پخش اعظم مواد رسوبی آن ته نشین شود . این روش در برخی از نقاط ایران از جمله دشت قزوین، گرمسار و ورامین اجرا شده است .تغذیه مصنوعی همچنین بااستفاده از چاه نیز انجام می گیرد که آب را از سطح زمین به لایه های آبدار زیرزمینی انتقال می دهد .در واقع در این چاه ها جریان آب برعکس چاه های آبکشی معمولی است .تغذیه مصنوعی به وسیله چاه ها برای تغذیه لایه های آبدار تحت فشار یا زمانی که یک لایه نفوذ ناپذیر گسترده بین سطح زمین و لایه آبدار وجود دارد و همچنین وقتی که زمین کافی دردسترس نباشد مورد استفاده قرارمی گیرد . در واقع در عملیات تغذیه مصنوعی به جای ذخیره آب در مخازن سطحی، آب در مخازن زیرزمینی ذخیره می شود.

۳-۱-۷-کیسه های شن (sandbags)

استفاده از کیسه های شنی به عنوان یک روش مرسوم در سراسر دنیا رواج دارد. کیسه های شنی تا مدت زمان مناسبی می توانند جلوی سیل را بگیرند. همچنین در برابر گل و لای و آشغالهای همراه سیل به عنوان یک فیلتر خوب عمل می کنند.

دیوارهای بلندی که از کیسه های شنی ساخته می شوند باید در مقابل فشار آب که ممکن است سبب گسیختگی و لغزش دیوار گردد طراحی شوند. برای نگهداری بیست سانتیمتر عمق آب حداقل به شش کیسه شنی نیاز است. هر کیسه شنی حداقل به پانزده کیلوگرم شن شکسته نیاز دارد. کیسه ها معمولاً از الیاف پروپیلن ساخته می شوند و چهارده اینچ پهنا وبیست و چهار تا بیست و شش اینچ درازا دارند. سیلت و رس برای پر کردن کیسه های مصالح مناسبند ولی به دلیل مشکلات اجرایی از شن استفاده می شود. برای پر کردن کیسه ها به دو نفر نیاز است که یکی کیسه را گرفته و دیگری پر کند . معمولاًکیسه ها را تا نیمه پر می کنند و انتهای آن را گره نمی زنند. محل قرار گیری کیسه ها باید عاری از آشغال و سفت و متراکم باشد. کیسه ها در درازا قرار می گیرند و انتهای باز کیسه شنی زیر قسمت پر شده قرار می گیرد. کیسه ها باید به طور محکم به هم بچسبند تا فضای خالی بین کیسه ها وجود نداشته باشد و به اصطلاح آب بند باشند .(۶)

۳-۲-روش های غیر سازه ای مهار سیلاب

روش های غیر سازه ای به مجموعه فعالیت هایی گفته می شود که به منظور حداقل کردن خسارات، قبل از وقوع سیل، در هنگام بروز سیل و یا حتی پس از آن انجام می شود.

۳-۲-۱-تغییرات کاربری اراضی

یکی ازمهم ترین دلایل وقوع سیلاب و افزایش دبی آن در دهه های اخیرتغییرات کاربری اراضی وعدم تناسب کاربری های فعلی با قابلیت اراضی منطقه است.

مطالعات نشان داده اند که تغییرپوشش زمین بصورت طبیعی ویا توسط انسان می تواند تاثیر بسزایی در سیکل هیدرولوژی منطقه داشته باشد.این تاثیرات درقالب افزایش حجم ومیزان روانب سطحی(۸)افزایش پتانسیل ریسک سیلاب(۹)وکاهش کیفیت آب(۱۰) ظاهرخواهند شد.

تغییرات کاربری اراضی تاثیرمستقیم روی فرآیندهای هیدرولوژیکی حوضه ،بواسطه ارتباط آن با رژیم تبخیرو تعرق از یک طرف ونوع پوشش سطح زمین ،از طرف دیگردارد وهم چنین گرایش زیادی درمیزان کاهش نفوذ عمقی،ایجاد رواناب سطحی وافزایش فرسایش آبی وبادی با افزایش تغییرات زمین وجود دارد.(۱۱)

۳-۲-۲-سیستم های زیست بازدارنده

سیستم های زیست بازدارنده یکی از راهکارهای جدید، جهت مدیریت و همزیستی با سیلاب می باشد. این سیستم شامل سطح خاکی است که توسط گیاهان غیر هجومی (گیاهانی که دارای ریشه های عمیق نباشد) پوشیده شده باشد. که سیلاب وارد آن شده و توسط این سیستم در لایه های زیرین پالایش شده که یا وارد سیستم لوله کشی در زیر شده و یا به لایه های زیرین و آب زیرزمینی نفوذ می کند. ریشه های گیاهان اجازه می دهد آب بیشتری در واحد زمان به لایه های زیرین نفوذ کند و از ایجاد سیلاب های سهمگین جلوگیری می نماید (۱۲).

۳-۲-۳-طراحی فضای سبز پایین تر از سطوح غیر قابل نفوذ

در فضای شهری سطح خیابانها تقریبا ۲۰تا ۲۵ درصد سطوح غیر قابل نفوذ منطقه شهری را تشکیل می دهد، لذا این سطوح منبع عظیمی از سیلاب های روان در سطح شهر را تشکیل می دهد.

به منظور اجرای این سیستم در معابر لازم است که سیلاب را به نوعی ازسیستم پالایشی انتقال دهیم. از جمله آنکه درختکاری های وسط خیابان، بلوارها و فضای سبز کنار خیابان پایین تر از سطح جاده ساخته شوند(۱۲).

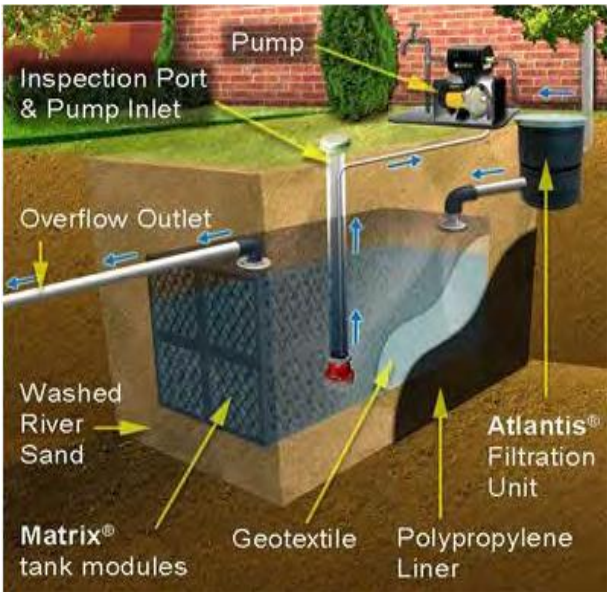
۳-۲-۴-استفاده از آسفالت متخلخل

آسفالت متخلخل یک ابتکار خلاقانه است که به خاطر دارا بودن منفذهای فراوان، میزان نفوذپذیری آن بسیار بالاست. استفاده از این سطوح باعث می شود تا آب باران و آب های سطحی در زمین نفوذ کرده و بنابراین نیازی به ساخت دریاچه های مصنوعی، آبراهه های بزرگ و متعدد و سیل گیرها در سطح شهر نبوده و بدین وسیله در هزینه های شهری صرفه جویی می شود.آسفالت متخلخل، سطوحی منحصر به فرد هستند که بیش از هر کفپوش دیگری با استانداردهای زیست محیطی سازگاری دارند. همچنین، از آنجا که در ساخت این کف پوش از همان مواد و روش ساخت کفپوش های معمولی استفاده می شود، لذا قیمت آنها هیچ تفاوتی با کف پوش های معمولی ندارد. در بزرگراه ها، هزینه کفپوش متخلخل از کفپوش های معمولی کمتر است. همچنین نیازچندانی به مرمت خیابانها، برنامه های دفع پساب های شهری و محل جمع آوری آنها نخواهد بود. از نظر ایمنی نیز با کاربرد سطوح متخلخل، امنیت بزرگراه ها و خیابان ها بیشتر خواهد شد، زیرا در هنگام بارش برف و باران، آب به سرعت در زمین نفوذ کرده، بنابراین خیابان ها یخ نمی زنند ومشکلی در رانندگی ایجاد نمی کنند (۱۳).

شکل۲-نمونه آسفالت متخلخل

۳-۲-۵-مکانیسم استفاده مجدد از رواناب سطحی

در این روش ، با گود برداری زمین وعایق کردن کف و دیواره آن با نایلون و قرار دادن جعبه های مشبک در زیر زمین ، در واقع حجم زیادی از فضای خالی(حجم زنده) در زیر زمین تعبیه می شود. باقرار دادن لایه ای از ژئوتکستایل برروی آن و ریختن خاکهایی با بافت سبک روی آن و در برخی از موارد کاشتن گیاهانی با ریشه های سطحی، این امکان فراهم می شود تا رواناب ها و هرزآبهای سطحی درون زمین نفوذ کند و با پرشدن جعبه های مشبک از آب، در مواقع نیاز از آنها استفاده نمود. هدف از احداث کانال های اکولوژیک بمنظور واریز واداری، تعدیل دبی اوج سیلاب و ذخیره سازی آب برای مصارف مختلف و استفاده مجدد از رواناب های سطحی و هرز آب ها می باشد (۷)



شکل۳-روش تلفیقی واریز واداری، ذخیره سازی و استفاده مجدد از رواناب های سطحی (آتلانتیس استرالیا)

۳-۲-۶-هشدار سیل

پیش بینی وهشدار سیلاب به عنوان یکی از ابزارهای مدیریت غیرسازه ای سیلاب ومکمل روش های سازه ای،نقش مهمی را در کنترل سیلاب وکاهش خسارات محتمل ایفا می کند.به علاوه سیلاب از جمله سوانحی است که تا حد زیادی قابل پیش بینی می باشد،بنابراین پیش بینی وهشدار سیلاب می تواند تاثیربسزایی در مدیریت ریسک سیلاب داشته باشد.(۱۴)

سیل ودبی رودخانه از جمله مواردیست که تغییرات مقادیر آن در طول سال بسیار زیاد بوده وپامترهای زیادی در این تغییرات موثر هستند(۱۵).شبکه عصبی بخوبی توانسته پیش بینی سیلاب را در زمان پیک انجام دهد.مدل پیشنهادی در پیش بینی مقادیر دبی با حجم کم پراکندگی داردکه این موضوع خللی در هدف اصلی یعنی پیش بینی سیلاب یا

مقادیر دبی با حجم زیاد ، ایجاد نمی کند. همچنین با توجه به توانایی شبکه عصبی مصنوعی در استفاده همزمان در چندین پارامتر به عنوان ورودی (مانند دما و میزان بارندگی) می توان در مدل کردن دبی آب و پیش بینی سیلاب از این پارامتر ها جهت افزایش هر چه بیشتر دقت بهره برد. (۱۴)

۳-۳-روش ترکیبی(طبیعی-سازه ای) مهار سیلاب

دراین روش مجموعه شرایط حفاظت سازه ای وتثبیت بیولوژیک فراهم می گردد.به عنوان مثال درقسمتی که فرسایش بیشتراست ازپوشش های سازه ای ودرقسمتی که فرسایش کمتراست ازپوشش گیاهی استفاده می گردد.همچنین دربین پوشش های متخلخل وآبگذر(نفوذپذیر)نظیرپوشش تورسنگ،سنگریزوغیره،دراثرته نشست رسوبات زمینه لازم برای حفاظت به وسیله پوشش گیاهی فراهم می گردد.این روش برای شرایط مختلف کاربرد داشته وبه عنوان روشی اقتصادی وموثرموردتوجه بوده وازجنبه زیبایی وچشم اندازنیزبرگزیده می باشد.

با وجود اینکه استفاده وسیع از سازه های مهار سیلاب در سراسر جهان با توجه بـه نتـایج حاصـله و بـه خصـوص افزایش خسارات ناشی از تخریب سازه های مذکور در اثر وقوع سیلاب ها، در دهه های اخیر این تفکر در حال بسط و تقویت می باشد که به هیچ وجه نباید برای مهار سیلاب ها و جلوگیری از خسارات آنها تنها اقدام به احداث سازه های کنترل کننده نمود. بلکه ضروری است در کنار سازه ها، مدیریت سیلاب در حوضه ها شدیداً مورد توجه قرار گیرد و در حقیقت بایستی کلیه روش ها اعم از سازه ای و غیر سازه ای در مکان ها و زمان های مختلف به صورت تلفیقی در نظر گرفته شود. (۱۶)

۴-جمع بندی و نتیجه گیری

در گذشته برای کنترل سیلاب شهری بیشتر از روش های سازه ای استفاده می کردند. با توجه به سرمایه گذاری بالا برای احداث سازه های کنترل سیل ،روش های غیر سازه ای مورد توجه قرار گرفت .گرچه این روش مسائل و مشکلات خاص خود را دارد ولی از نظر اقتصادی و زیست محیطی گزینه مناسبی می باشد ولیکن کارایی و عمر مفید این روش ها کم و نیازمند نگهداری و حفاظت پیوسته می باشند به دلیل اینکه هر کدام از این روش ها به تنهایی دارای معایبی بودند، ترکیبی از این دو روش را بکار گرفتند به همین جهت استفاده از روش های ترکیبی (سازه ای و غیر سازه ای) مورد توجه قرار گرفت.

۵-منابع وماخذ

۱- نامقی ، ه و رجایی ،ن،(۱۳۸۵)" کنترل سیلاب رودخانه گرگانرود بوسیله سد های تاخیری" هفتمین سمینار بین اللملی مهندسی رودخانه، اهواز.

2- Green, C. H., Parker, D. J. and Tunstall, S. M., (2000). "Assessment of flood control and management option", Flood Hazard Research Centre, Middlesex University (A Report prepared for the World Commissions on Dams (WCD)).

۳- رو
ش های کنترل سیلاب؛ اقدامات سازه ای فائزه السادات خادمی، محمود اکبری دومین کنفرانس ملی مدیریت و مهندسی سیلاب با رویکرد سیلاب های شهری مهر ۱۳۹۳.

۴- بهره برداری بهینه از مخازن چندمنظوره در شرایط اضطراری، محمود اکبری، رساله دکتری، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۹.

5- Water Resource Systems Planning and Management, Loucks, D., Stedinger, J. and Haith, D. , Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 2005

۶- مقایسه روش های سازه ای قدیمی و نوین مهار سیلاب و بیان اقدامات جهانی مقابله با سیل(سجاد اسماعیل زاده ، محسن عقابی،علی اشرف جلیلیان، وحید شعبانی) اولین همایش منطقه ای توسعه منابع آب ، ۱۳۹۰.

۷- نقش آبخیز داری شهری در مدیریت یکپارچه ومهار سیلاب شهری(حسین ملکی نژاد ،محمد اکرامی ،ربابه پور شر عیاتی) مجموعه مقالات هفتمین همایش ملّی علوم و مهندسی آبخیزداری ۱۳۹۰.

8- Weng, Q., (2001), "Modeling Urban Growth Effects on Surface Runoff with the Integration of Remote Sensing and GIS Environmental Management", 28(6), pp. 737-748

9- Nirupama, N. and Simonovic, S.P., (2007), "Increase of Flood Risk due to Urbanization: a Canadian Example", Natural Hazards, 40, pp. 25-41.

10- Xian, G., Crane M. and Su, J., (2007), "An Analysis of Urban Development and its Environmental Impact on the Tampa Bay Watershed", Journal of Environmental Management.

11- Fohrer, N. et al, (2001), "Hydrologic Response to Land Use Changes on the Catchment Scale", Department of Agricultural Ecology and Natural Resources Management, Sec. Soil and Water Protection, Giessen University, Heinrich-Buff-Ring 26-32, D-35392 Giessen

۱۲- شیروی، سجاد. ۱۳۸۹. WSUD و گنجایش سیستمهای مدیریت پایدار سیلاب در شهرهای فاقد آن، کنفرانس ملی مدیریت سیلابهای شهری تهران.

۱۳- ملکی، سعید، تقی زاده، ایوب. ۱۳۸۹. استفاده از آسفالت متخلخل سیستم پیاده رو نفوذپذیر (روشنوینی درمدیریت رواناب های سطحی شهری) ، کنفرانس ملی مدیریت سیلا بهای شهری تهران.

۱۴- مدیریت غیر سازه ای مبنایی جهت کنترل و کاهس ریسک سیلاب (امیر حسین پور رحیم علی عباس پور) سومین همایش سراسری محیط زیست،انرژی و پدافند زیستی.

15- Cities and Flooding. World Bank, 2012

۱۶- چگونگی مهار سیلاب و اقدامات اجرایی مناسب (رضا فروغی فر) سومین کنفرانس ملی مدیریت سیلاب با رویکرد سیلاب های شهری ۱۳۹۴.